

CRA - ISTITUTO SPERIMENTALE
PER LA SELVICOLTURA AREZZO

Centro Nazionale per l'Informazione sulla Biodiversità Forestale

Laboratorio di Genetica Forestale

CRA

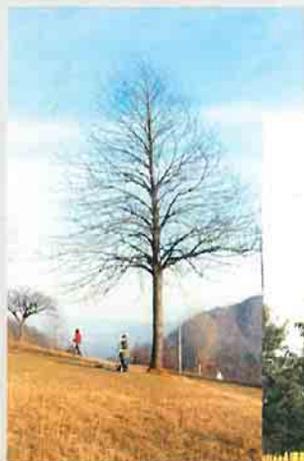


Monografia sul clieglio selvatico (*Prunus avium* L.)

PROGRAMMA FINALIZZATO MiPAF • RISELVITALIA 1.1

“BIODIVERSITÀ E PRODUZIONE DI MATERIALE FORESTALE DI PROPAGAZIONE”

a cura di **Fulvio Ducci**





Monografia sul ciliegio selvatico
Prunus avium L.

a cura di FULVIO DUCCI

Coordinamento scientifico e curatore dell'opera

FULVIO DUCCI

CENTRO NAZIONALE DI INFORMAZIONE PER LA BIODIVERSITÀ FORESTALE

VIALE S. MARGHERITA, 80 - 52100 AREZZO - ITALIA

TEL. +39.0575.353021 - FAX +39.0575.353490

Comitato di Revisione

FULVIO DUCCI

ANDREA TANI

NALDO ANSELMINI

PAOLO MORI

STEFANO BERTI

Autori

NALDO ANSELMINI, STEFANO BERTI, MICHELE BRUNETTI, ENRICO BURESTI LATTES, ENRICO CALVO, FEDERICO CORREALE, ALAN CRIVELLARO, LAMBERTO DAL RE, ANNA DE ROGATIS, FULVIO DUCCI, JEAN DUFOUR, ELISABETTA FALLERI, MARCO FIORAVANTI, VALERIA FRANCARDI, ANDREA GERMANI, FABIO GORIAN, LORENZO GUI, GÉRARD JANIN, ALBERTO MALTONI, BARBARA MARIOTTI, ANGELO MAZZAGLIA, PAOLO MORI, EMMA MOTTA, SABRINA PALANTI, MASSIMO PILOTTI, BETI PIOTTO, ROBERTA PROIETTI, PIO FEDERICO ROVERSI, FRÉDÉRIQUE SANTI, ALBERTO SANTINI, MARCO SCORTICHINI, GIOVANNI SIGNORINI, ANDREA TANI, TULLIO TURCHETTI, ALBERTO VERACINI

Coordinamento editoriale



PAOLO MORI - COMPAGNIA DELLE FORESTE - AREZZO

SILVIA BRUSCHINI - COMPAGNIA DELLE FORESTE - AREZZO



ROBERTA PROIETTI

CRA - ISTITUTO SPERIMENTALE PER LA SELVICOLTURA DI AREZZO

Editore

CRA - ISTITUTO SPERIMENTALE DI SELVICOLTURA DI AREZZO

VIALE S. MARGHERITA, 80 - 52100 AREZZO - ITALIA

Progetto grafico ed impaginazione

ELENA PALAZZINI - COMPAGNIA DELLE FORESTE - AREZZO

Tipografia Valdarnese S.n.c. - San Giovanni V.no (AR)

Finito di stampare Giugno 2005

ISBN 88-901923-0-5

Indice

Presentazione.....	5	3 Raccolta, conservazione dei materiali di propagazione e vivaistica del ciliegio selvatico...	56
1 <i>Prunus avium</i> L.....	9	3.1 Il seme del ciliegio.....	56
FULVIO DUCCI		E. FALLERI, F. GORIAN, L. GUI, B. PIOTTO	
1.1 Descrizione della specie.....	9	3.2 Raccolta e conservazione di materiale per macro-propagazione	60
2 Le risorse genetiche.....	17	ANDREA TANI, BARBARA MARIOTTI, ALBERTO MALTONI	
2.1 Variabilità intraspecifica del ciliegio selvatico in Italia.....	17	3.3 Le colture <i>in vitro</i>.....	65
FULVIO DUCCI, ROBERTA PROIETTI		ANNA DE ROGATIS, ROBERTA PROIETTI	
2.2 Struttura intra-popolazione nel ciliegio selvatico.....	28	4 Piantagioni da legno con il ciliegio	71
FULVIO DUCCI, FRÉDÉRIQUE SANTI		ENRICO BURESTI LATTES, PAOLO MORI	
2.3 Metodi di individuazione e selezione di materiali di base.....	33	4.1 Cos'è l'Arboricoltura da Legno	71
FULVIO DUCCI		4.2 Arboricoltura con ciliegio selvatico.....	73
2.3.1 Alcuni parametri di valutazione.....	34	4.3 Realizzazione di una piantagione	83
FULVIO DUCCI, ALBERTO VERACINI		4.4 Cure colturali per il ciliegio	84
2.4 Cloni di ciliegio selvatico, perchè no?.....	37	5 Difesa del ciliegio selvatico.....	90
F. DUCCI, L. DAL RE, R. PROIETTI, G. SIGNORINI, A. GERMANI		5.1 Difesa dalle crittogame.....	90
2.5 La valutazione di cloni e provenienze.....	45	NALDO ANSEMI	
F. DUCCI, R. PROIETTI, E. CALVO, F. CORREALE		5.1.1 Malattie dell'apparato radicale	91
2.6 Metodi di realizzazione di arboreti da seme di ciliegio.....	53	ALBERO SANTINI, TULLIO TURCHETTI	
FRÉDÉRIQUE SANTI, JEAN DUFOUR		5.1.2 Malattie fungine della chioma.....	94
		EMMA MOTTA, MASSIMO PILOTTI, MARCO SCORTICHINI	

5.1.3 Patologia del legno su piante in piedi.....	96
NALDO ANSELMI, ANGELO MAZZAGLIA	
5.2 Alterazioni di altra origine....	98
NALDO ANSELMI, ANGELO MAZZAGLIA	
5.3 Difesa dagli insetti fitofagi....	100
VALERIA FRANCARDI, PIO FEDERICO ROVERSI	
6 Tecnologia del legno.....	107
6.1 Principali caratteristiche tecnologiche del legno di ciliegio	107
S. BERTI, M. BRUNETTI, A. CRIVELLARO, S. PALANTI	
6.2 Possibili trasformazioni e destinazioni d'uso del legno di ciliegio.....	111
S. BERTI, M. BRUNETTI, A. CRIVELLARO, S. PALANTI	
6.3 Qualità estetica del legno di ciliegio	112
G. SIGNORINI, F. DUCCI, G. JANIN, M. FIORAVANTI	
Bibliografia.....	115
Informazioni Autori.....	127

DIRETTORE INCARICATO
CRA - ISTITUTO SPERIMENTALE
PER LA SELVICOLTURA DI AREZZO

Con questa monografia l'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura intende mettere a disposizione della comunità scientifica e dei tecnici gestori lo stato dell'arte delle conoscenze sul ciliegio selvatico.

Fulvio Ducci ha ben coordinato lo sforzo dei numerosi Coautori, riuscendo ad offrire una panoramica aggiornata e completa dei risultati di studi e ricerche sulle risorse generiche e le tecniche di propagazione della specie, sugli aspetti colturali delle piantagioni e la difesa dalle patologie, sulle caratteristiche tecnologiche del legno.

Il lavoro è uno dei primi risultati dell'attività svolta nell'ambito del Programma Finalizzato RI.SELV.ITALIA – sottoprogetto "Biodiversità e produzione di materiale forestale di propagazione", cui partecipano numerose Unità Operative appartenenti a diversi Enti di Ricerca (Istituti C.R.A., Università, C.N.R.) e di Gestione (Regioni, C.F.S.).

La fattiva collaborazione fra ricercatori e tecnici, che rappresenta un punto di forza di RI.SELV.ITALIA, ha permesso di dare un valore aggiunto alla monografia, sottolineando i risultati applicabili e le soluzioni alle diverse tematiche poste dalla coltivazione del ciliegio selvatico.

L'augurio è che l'esempio possa servire da stimolo perché in futuro sia possibile unire le conoscenze disponibili e indirizzare l'attività di ricerca verso obiettivi condivisi anche per lo studio di altre specie forestali importanti per la Selvicoltura del nostro Paese.

COORDINATORE DEL SOTTOPROGETTO 1.1

"Biodiversità e produzione di materiale forestale di propagazione"

Programma finalizzato MIPAF RI.SELVI.TALIA

Il nostro Istituto ha la peculiarità di unire alla ricerca di laboratorio anche la sperimentazione in campo ed in foresta. Questa caratteristica lo rende un osservatorio privilegiato, pressoché unico nel settore della ricerca forestale, per la visione ampia che questo tipo di approccio può dare ai temi affrontati.

Oggi, dopo oltre 20 anni di ricerche e sperimentazioni, ho il piacere e la soddisfazione di mettere a disposizione di quanti siano interessati una sintesi delle nostre esperienze e delle conoscenze via via acquisite.

Sicuramente questo lavoro non è esaustivo e per alcuni aspetti può apparire incompleto, ma è comunque l'occasione per fare il punto della situazione per questa specie. Il ciliegio selvatico ha riscosso infatti notevole interesse in tutta Europa per il valore del suo legno, per il suo importante significato ecologico e per il contributo che può dare alla diversità forestale.

Un grazie va a tutti coloro che in questi anni hanno contribuito alla realizzazione ed alla manutenzione della rete sperimentale e delle collezioni *ex situ* dell'Istituto che, per il ciliegio copre oltre 100 ha nel territorio nazionale. In particolare il mio pensiero va ai miei colleghi Enzo Bartolini, Eligio Bucchioni, Mario Ceccarelli, Valter Cresti, al Mar.llo Vittorio Mattioli e all'Ispettore Moreno Moroni del CFS ed ai colleghi delle Sezioni Periferiche dell'ISSA di Isernia e di Cosenza. Grazie anche per la

lunga collaborazione sempre data con entusiasmo dalle Comunità Montane del Casentino e della Val Tiberina, dalla Provincia di Arezzo e dalle ex Aziende Regionali delle Foreste di Emilia-Romagna, Lombardia e Veneto (oggi rispettivamente ERSAF e Veneto-Agricoltura), dall'Assessorato all'Agricoltura dell'Emilia-Romagna, dai servizi forestali regionali del Friuli-Venezia Giulia, delle Marche, della Toscana, dal Corpo Forestale dello Stato, dall'IPLA di Torino, dall'azienda "M. Marani" di Ravenna, dalla ex Vitrocoop e da tutti coloro che ho incontrato durante i viaggi per l'Italia alla ricerca di piante e popolazioni da censire e selezionare. Ringrazio anche quei privati che hanno gentilmente messo a disposizione le loro proprietà per ospitare alcune nostre sperimentazioni.

Un particolare ringraziamento va anche ai Colleghi dell'INRA di Orléans, Daniel Cornu, Emile Dufour, Gérard Janin e Frédérique Santi, per la loro apertura culturale e per la disponibilità a scambiare esperienze, idee e materiali biologici.

E' per l'azione congiunta di tutte queste persone se oggi possiamo presentare questo lavoro sul ciliegio o, più in generale, parlare di latifoglie nobili. E' anche merito di costoro se queste ed il ciliegio, in particolare, hanno riscosso interesse e sono state diffuse nelle piantagioni da legno di pregio e nei rimboschimenti o se addirittura si è dato vita a *network* internazionali per la tutela delle loro risorse genetiche come EUFORGEN.

FULVIO DUCCI

1.1 Descrizione della specie

Il ciliegio selvatico (*Prunus avium* L.) è una dicotiledone appartenente ad una delle famiglie più importanti delle Angiosperme, quella delle *Rosaceae*. Quest'ultima è suddivisa in 5 sottogeneri: *Prunus*, *Amygdalus*, *Cerasus*, *Padus* e *Laurocerasus* (Tabella 1). La specie *P. avium* è collocata nel sub-genero *Cerasus*, sezione *Eucerasus* (HORA 1981; PIGNATTI 1982).

Caratteri botanici

Il ciliegio selvatico può raggiungere grandi dimensioni. Gli individui adulti possono essere alti mediamente 20-25 m e, nelle stazioni migliori, possono superare anche i 28 m, con diametri medi a petto d'uomo (Dbh) variabili

tra 40 e 90 cm, secondo l'età e la fertilità del suolo. Il fusto mostra frequentemente una buona dominanza apicale e la chioma, negli alberi isolati, tende ad essere di tipo piramidale (Foto 1).

Questa, tuttavia, oltre ad essere fortemente influenzata dal genotipo, può subire anche notevoli condizionamenti dall'ambiente esterno, quindi dalla struttura del bosco o dal tipo di cure colturali. Frequenti sono le biforcazioni o l'emissione di grossi rami laterali caratteristici. La corteccia è liscia, sottile, più o meno lucida, di colore variabile dal grigio al rossiccio (Foto 2). Nei rami giovani (5-10 mm di diametro) può presentare lenticelle trasversali (3-15 mm

Famiglia	Genere	Sub-genero	Sezione	Specie	Varietà	2n*	Areale
<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus</i>	<i>Prunus</i> <i>Amygdalus</i> <i>Cerasus</i>	<i>Microcerasus</i> <i>Pseudocerasus</i> <i>Lobopetalum</i> <i>Eucerasus</i>	<i>Prunus avium</i>	<i>silvestris</i> Dierb. (= <i>avium</i> L.) <i>juliana</i> L. <i>duracina</i> L.	16	Europa, N Afr., W Asia
						32 32	Eur., W Asia, Europa, Siberia
		<i>Padus</i> <i>Laurocerasus</i>	<i>Mahaleb</i> <i>Phyllocerasus</i> <i>Phyllomahaleb</i>				

* Numero di cromosomi

Tabella 1 - Collocazione tassonomica di *Prunus avium* L. (HORA 1981; PIGNATTI 1982).

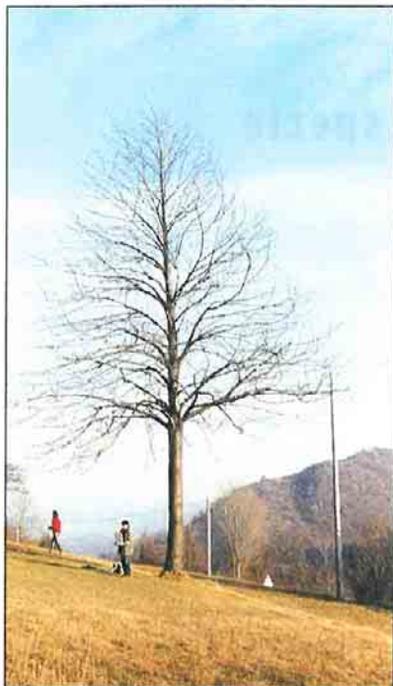


Foto 1 - Ciliegio di ottima forma piramidale in Val Caffaro (BS) (codice VF01).



Foto 2 - Particolare della corteccia.

di lunghezza). Crescendo in diametro, la corteccia dapprima si lacera, formando delle strisce nel senso della circonferenza che si arrotolano in maniera caratteristica (PIGNATTI 1982), poi con l'invecchiamento, si formano screpolature longitudinali relativamente rade. Talvolta, a seguito di lacerazioni o ferite, la corteccia secerne una sorta di resina, inizialmente gommosa, color ambra, che indurisce con il tempo (Foto 3).

Nel ciliegio si possono distinguere due tipi di rami: i *brachiblasti*, sui quali vengono portati i fiori, e le *branche vegetative*.

Nei semenzali e negli alberi giovani l'apparato radicale è di tipo fittonante. Gli individui adulti producono radici orizzontali superficiali, lunghe anche oltre 10 m, dalle quali si sviluppano

numerosi polloni radicali (Foto 4).

Le piante propagate per via vegetativa presentano radici fascicolate, che tendono a rimanere in superficie in terreni pesanti o poco profondi e che possono creare problemi per lo sviluppo successivo della pianta, soprattutto quando questa vegeta in aree caratterizzate da frequenti siccità estive (Foto 5).

Le foglie sono alterne, poste alla base delle gemme laterali e pendule sui rami. Hanno la lamina dentellata e, generalmente, sono di forma ob-lanceolata, con dimensioni variabili tra 4-10 x 10-20 cm (Foto 6). Raramente hanno forma ovata. Questa può essere frequente nelle foglie dei brachiblasti. La pagina superiore è lucida, di colore verde scuro, quella inferiore è invece verde chiaro e presenta

una rada pubescenza lungo le nervature. Il picciolo è lungo 2-4 cm, con 2-4 ghiandole di colore rossiccio, prossime alla base della pagina superiore. Le foglie si sviluppano subito dopo la fioritura, tra i mesi di marzo ed aprile a seconda del clima e del genotipo.

I fiori sono ermafroditi e costituiti da 5 petali bianchi tenuti insieme dal calice, sul quale sono inseriti numerosi stami. Hanno peduncoli di 3-5 cm, sono raggruppati alla base dei brachiblasti in ombrelle di 2-5 elementi (Foto 7). Secondo la latitudine, l'altitudine e le caratteristiche genetiche, la fioritura può avvenire da fine febbraio a fine marzo, anticipando o sovrapprendendosi in parte, all'entrata in vegetazione.

P. avium è una specie auto-incompatibile, ad impollinazione entomogama, generalmente effettuata da api o da bombi.

I frutti sono drupe, dette ciliege, di diverse gradazioni del rosso a maturità. Hanno un nocciolo notevolmente sviluppato rispetto alle dimensioni della drupa e sono aspri/aciduli/astringenti. Dalla fioritura alla maturazione intercorrono mediamente 60 giorni. I frutti, quindi, maturano tra maggio ed agosto e, come i fiori per gli insetti, costituiscono una valida fonte alimentare per diverse specie animali, soprattutto uccelli che, diffondendo i semi, favoriscono il mantenimento della diversità negli ecosistemi forestali (FLEDER 1988; CIANI *et al.* 1990).

Una caratteristica importante del ciliegio è la capacità di produrre polloni radicali, dando origine a fitti gruppi di fusti, di diametro decrescente in maniera centrifuga, a partire da una pianta madre. I francesi chiamano "bouquets" queste popolazioni, diffuse principalmente per via vegetativa (Foto 4).

Distribuzione ed ecologia

L'areale naturale del ciliegio selvatico si estende



Foto 3 - Fenomeno di gommosi.



Foto 4 - Prati colonizzati da un "bouquet" di ciliegie ormai adulto. Alla concorrenza sono sopravvissuti solo pochi individui, alcuni sono forse *ramet* dello stesso clone.



Foto 5 - Apparato radicale di una pianta micro-propagata cresciuta su terreno con strato argilloso molto superficiale.



Foto 6 - Foglie.



Foto 7 - Fiori.

in modo continuo in tutta Europa (BERNETTI 1995), ad eccezione della parte settentrionale della Penisola Scandinava e di parte di quella Iberica (Figura 1).

E' presente inoltre sui monti dell'Atlante, in Africa settentrionale, in Anatolia e sulle coste del Mar Nero (BECKER *et al.* 1982; PRYOR 1988). La presenza naturale di *P. avium* si accentua nel Caucaso e nei Balcani che, secondo alcuni autori, costituiscono il centro di origine dal quale, subito dopo l'ultima glaciazione, il ciliegio selvatico si è diffuso verso occidente (DE CANDOLLE 1984; SANTI 1988). L'areale naturale dovrebbe aver raggiunto l'attuale espansione circa 10.000 anni fa (GOODWIN 1975 in FUCHS e TRONTIN 1992).

La domesticazione del ciliegio selvatico è stata iniziata dalle popolazioni dell'Asia occidentale e continuata prima dai Greci (TEOPRASTO 319 a.C., in THEOPHRASTUS 1968) e poi dai Romani, i quali furono molto abili nel miglioramento e nella moltiplicazione di questa specie (LUCULLO 74 a.C. in PIGNATTI 1982).

P. avium è distribuito nelle regioni temperate. E' considerata una specie plastica ed adattabile a diverse combinazioni pedo-climatiche: dal

regime oceanico di Francia e Gran Bretagna a quello continentale dell'Europa centrale, fino a quello di tipo mediterraneo, caratterizzato da estati relativamente asciutte. Trova in generale condizioni ideali di sviluppo nelle

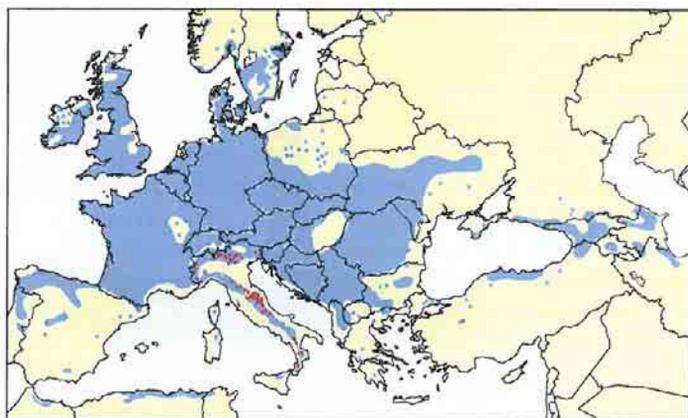


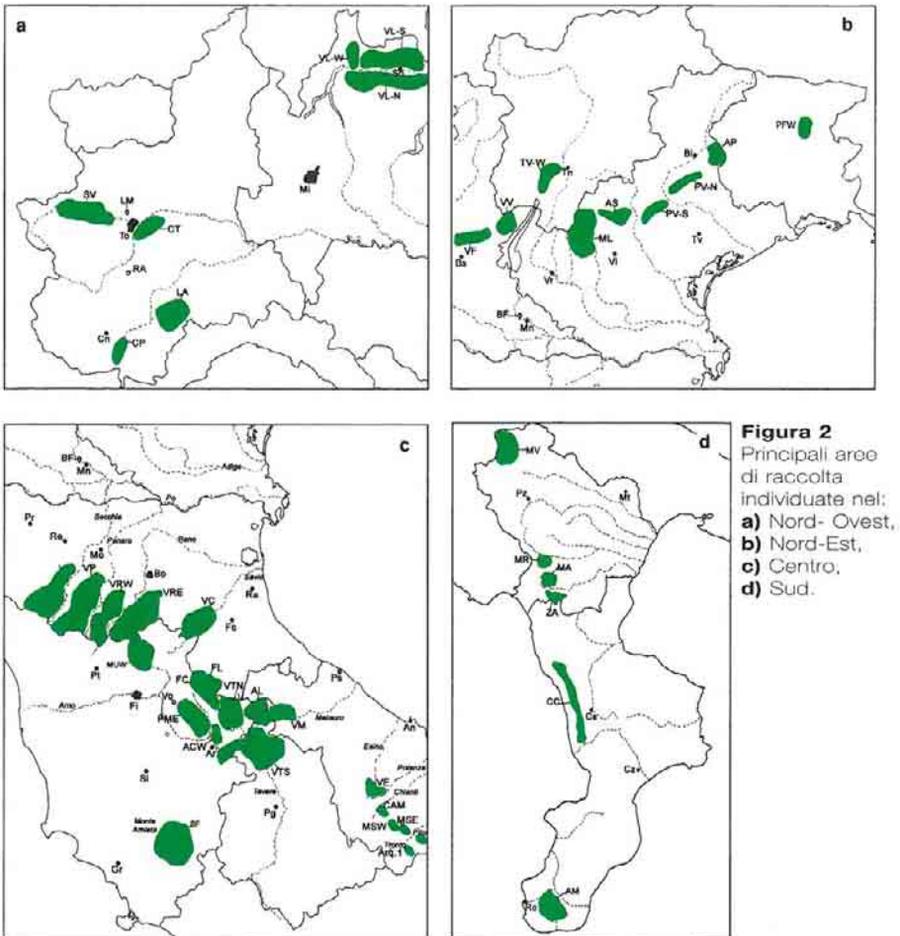
Figura 1 - Aree di *P. avium*. In rosso le popolazioni censite per l'Italia (RUSSELL 2003 modificato).

foreste miste di latifoglie mesofile di climi temperati.

In Italia il ciliegio selvatico vegeta nella fascia fitoclimatica del *Castanetum* e del *Fagetum* di PAVARI, anche se è possibile trovarne esemplari nelle fasce fitoclimatiche limitrofe del *Castanetum* caldo e, più limitatamente, del *Lauretum* freddo (FENAROLI e GAMBI 1976; BERNETTI e PADULA 1983; DUCCI e SANTI 1997). E' diffuso lungo tutto l'Appennino, dove

vegeta tra i 700 ed i 1.700 m di altitudine, nei fondovalle alpini ed in Pianura Padana (Figure 2a, b, c, d; Tabella 2).

Il ciliegio ha una buona resistenza al freddo, ed è marcatamente eliofilo, esigente per quanto riguarda la luce già a partire dalle fasi giovanili. Il fattore climatico che limita maggiormente il suo sviluppo è la siccità. In ambiente mediterraneo la scarsità di piogge nel periodo estivo può essere superata solo se il terreno ha una



Dati della popolazione

Codice	Origine	Comuni - Provincia	Altitudine m	Pma mm	Pme mm	Tma °C	suolo		media anni	H m	Dbh medio cm	Fenol. selez. n.
							pH	età				
VP	Vai Pesio	Chiusa Pesio (Cn)	680-1.100	1.285	270	11	5,2	65	23,67	46,17	3	
CT	Colline Torinesi	Castagneto Po (To), Torino	310-420	800	200	12,5	3,8-6,3	48	21,84	39,95	5	
LA	Alta Langa	Bonvicino, Bossolasco (Cn)	550-680	800	130	12	7,7-8,0	41	13,75	28,75	2	
RA	Parco Raconiggi	Raconiggi (Cn)	255	770	170	12,4	4,1	82	30,5	53	2	
LM	Parco La Mandria	Venaria Reale (To)	280-290	920	260	12	4,9	40	26,25	45,5	7	
SV	Vai di Susa	S.Giorio (To)	400-950	750	170	8,5	5,6-6,8	34	17,9	36,9	5	
BF	Bosco Fontana	Marmirolo (Mn)	26	652	145,9	13,6	5,1	39	23,81	37,96	15	
VF	Vai Sabbia	Lumezzane (Bs)	270-1.000	1.242	364	13,1		54	14,63	44,69	1	
VLN	Vaitellina erobica	Albaredo, Colorina, Cosio Val., Forcola, Morbegno, Lovero, Rogolo (So)	350-860	1.065	328	11,4		41	19,1	35,39	8	
VLS	Vaitellina retica	Civ. Grossotto, Masino, Mello, Traona (So)	410-660	1.242	389	12,0		59	18,88	36,51	10	
VLW	Vai Chiavenna	Chiavenna (So)	204-900	1.602	420	12,8		80	26	73,6	1	
VV	Vai Vestino	Vaivestino (Bs)	800-1.020	1.512		12,7		52	16,23	36,99	6	
TNW	Valli Giudicarie	Condino, Lomaso, S.Lorenzo in Banale, Pieve di Bono, Prezzo, Storo (Tn)	650-900	1.125	307	9,9	4,7-6,8	46	18,21	35,7	17	
AP	Alpago	Chies, Farra, Tambre (Bl)	520-875	1.245	368	11,2	6,8	52	16,09	38,87	8	
AS	Altopiano Asiago	Conco, Lussiana (Vi)	550-875	1.434	407	8,0	5,3-6,7	36	14,85	37,8	9	
ML	Monti Lessini e Val Posina	Crespadoro, Laghi, Posina, Selva di Progno (Vr-Vi)	490-880	1.760		10,2	5,3-6,7	56	18,34	41,84	13	
PVN	Praepi Venete esp.N	Follina, Miane, Trichiana (Bl,Tv)	250-600	1.771	452	12,6	4,1-5,3	51	19,31	38,42	9	
PVS	Praepi Venete esp.S	Possagno (Tv)	450-600	1.441	362	12,4		58	17,05	39,7	6	
PFW	Praepi Friulane a W Tagliamento	Barcis, Aviano, Maniago, Frisanco, Cavasso Nuovo, Meduno, Spilimbergo, Castelnuovo F., Majano Bagnò di Romagna, S.Sofia (Fo)	20-700	1.341	269	12,4	4,3-7	non om.	20,94	35,61	18	
FL	Foresta Lama e Fox Casertinesi	500-900	1.399			11,8	6,6-7,4	34	21,44	33,51	11	
VC	Valle Sentio	550-1.150	1.267	153		12,3	5,3 - 6,8	30	15,43	31,4	6	
VP	Vai Panaro	Castel del Rio (Bo - Ra)	550-1.150	1.267	204	9,6	6,5 - 6,8	37	14,82	37,8	3	
VRE	Valle Reno orientale	Castiglion Pepoli, Loiano, Morghidoro (Bo)	1.000-650	1.003	169	11,5	4,5 - 8,0	49	16,27	47,04	7	
VRW	Valle Reno occident.	Castel d'Aiano, Gaggio Mont. (Bo)	1.119-173	1.119	173	10,6	6,3 - 7,7	29	16,36	30,65	9	

VS	Vallie Secchia	Frassinoro (Mo)	600-1.300	1.147	247	9,2	6,8	18	13,5	24,5	1
ACW	Alpe di Catenaia	Chiusi d. Verana, Subbiano (Ar)	360-1.070	1.206	153	12,7	4,2-5,8	67	15,52	34,01	10
AL	Alpe della Luna	Badia Tedalda (Ar)	700-900	1.232	155	11,4	6,7-7,3	45	19,9	41,1	4
FC	Foreste Casertinesi	Poppi (Ar)	500-1.000	1.058	153	12,7	5,4	45	18,5	44	1
MUW	Mugello	Barberino di Mugello (Fi)	300-800	1.078	139	13,7	5,7	19	9,8	21,75	2
PME	Pratomagno orientale	Castel Focognano, Montemignano,	580-1.020	1.058	153	12,7	5,7	57	16,13	33,8	9
SF	Monte Amiata	Ortignano-Raggiolo, Talia (Ar)	680-920	1.020	197	10,1	5,4	27	16,76	28,73	6
VO	Foresta Vialombrosa	Arcidosso, Pian Castagnato, S. Fiora (Gr-Si)	700-1.050	1.390	197	10,1	5,3-6,3	58	25,3	47	3
VTN	Val Tiberina settentr.	Reggello (Fi)	550-1.080	921	129	12,7	4,4-7,3	38	17,34	30,58	6
VTS	Val Cerfone, Val Tiberina merid.	Chiusi d. Verana, Pieve S. Stefano (Ar)	325-700	921	129	12,7	6,2	23	15,13	22,48	4
MOJMO	Val Tiberina umbra	Arezzo, Montierchi (Ar)	450-900	1.325		14,5					
ARQ	Valle del Tronto	Costacciaro, Città di Castello (Pg)									
SIB	Sibillini	Arquata, Acquasanta T. (Ap)	650	956	209	13,2	7,8				41
ESN	Valle dell'Esino	Montemarano (Ap), Sarnano (Mc)	870-1.000	799	187	14,1					12
POT	Valle del Potenza	Esanatoglia (Mc)	500-800								4
VNR	Val Nerina	Camerino (Mc)	500-700								11
VM	Valle del Metauro	Norcia, Polino, Spoleto (Pg, Tn)	650-1200	1150		14,7					6
VCH	Valle dei Chienti	Borgo Pace (Pu)	570-750	969	217	12,8	7,2-7,7	32	14,29	26,19	6
MILG	Monti della Lega	Fiastra (Mc)	650-750	799	187	14,1	7,9				2
		Accumoli, Amatrice (Ri)	800-850	900		13,0					4
		Teramo (ex CSAF, Roma)	700-1.850	670-1000		14,9-10,0					13
		L'Aquila (ex CSAF, Roma)	890-1.310	720-1000		19,0-7,0					5
		Chieti (ex CSAF, Roma)	700	1.400		9,0					1
MA	Monte Alpi	Castel Saraceno (Pz)	500-1.000	1.629	121	13,2					1
MIR	Monte Raparo	S. Chirico Raparo (Pz)	960	814	92	12,8					3
MV	Monte Vulture	Rionero in Vulture (Pz)	500-1.080	815	110	13,7					5
MZ	Monte Zaccana	Castelluccio Inferiore (Pz)	500-1.000	1.505	112	13,2					1
CC	Catena Costiera	Fagnano Castello (Cs)	480-1.040	1.372	155	12,6					4
MN/CAS,											
CAR	Sila Grande	Mendicino, Aprigliano (Cs) (ex CSAF)	1.050-1.452	750-1.700		11,0-8,0					2
SSB	Serra S. Bruno	Serra S. Bruno (Cz) (ex CSAF)	800-880	1.100-1.900		11,4-17,00					2
AM	Aspromonte	S. Luca, S. Stefano (Rc)	900-1.340	1.838	120	10	5,9	60	14,38	37,12	11

In bianco i dati non pervenuti.

La colonna dei terreni sezionati indica anche quanti sono disponibili nelle collezioni ex situ dell'ISSA o dell'ex CSAF.

Tabella 2 - Lista delle aree di raccolta di ciliegio selvatico individuate ed esplorate in Italia (Ducci et al. 1988a; SINISCALCO 1997).

buona riserva idrica.

Diversamente gli alberi entrano in crisi dopo periodi di siccità di 2 mesi. In aree appenniniche, con piovosità media annua tra 800 e 1.800 mm, piogge estive medie di 100 mm e suoli di buona qualità, il ciliegio si sviluppa senza problemi. In zone pianeggianti, caratterizzate da estati con temperature e umidità relativa dell'aria elevate, la chioma può essere soggetta a forti attacchi di patogeni fogliari, come ad esempio *Cilindrosporium padi*, che possono portare alla completa defogliazione delle piante già a fine estate. Lo stato di stress, soprattutto quello indotto da carenza idrica estiva, può anche favorire il diffondersi di altre patologie, non ultime le forme di batteriosi da *Pseudomonas* ssp. che colpiscono fusto e rami.

I terreni più adatti allo sviluppo di *P. avium* sono quelli di tipo alluvionale, senza ristagno di acqua ma con una buona riserva idrica, non eccessivamente acidi o basici e ricchi di azoto (BERNETTI 1995). Comunque, grazie alla sua plasticità, il ciliegio riesce a svilupparsi in aree con caratteristiche pedologiche diverse. In Europa centrale cresce infatti su terreni limosi, mentre sulle Dolomiti vegeta su *ranker* (DUCCI *et al.* 1988a), in Lorena su *rendzina* (FROCHOT *et al.* 1980), in bassa Sassonia su terreni calcarei insieme al faggio e ad altre latifoglie nobili (OTTO 1987) e, in Italia meridionale, anche su suoli vulcanici.

In ambiente di tipo mediterraneo, a causa della sua sensibilità agli stress idrici estivi, il ciliegio sopravvive meglio in terreni con componente argillosa relativamente elevata, che trattengono umidità, piuttosto che in quelli sabbiosi, nei quali può soffrire anche per carenza di magnesio (BOON VAN DEER 1986).

Il ciliegio non ha comportamento da specie "sociale". Per questo motivo è difficile identificar-

ne popolazioni pure, estese e continue. Solo in Europa centrale è possibile trovare popolazioni che coprono ampie superfici, utilizzate anche per la raccolta del seme (CARRIO 1986; NOFFKE 1988).

In ambiente mediterraneo si hanno in genere piccoli gruppi costituiti da poche piante madri e dai loro polloni radicali, o piante isolate spesso molto distanti fra loro (DUCCI *et al.* 1988a; PRYOR 1988; SANTI 1988; FRASCARIA *et al.* 1993; DUCCI e SANTI 1996). In natura, infatti, il ciliegio selvatico può presentare due diversi comportamenti: nei primi stadi successionali può essere una specie colonizzatrice, grazie alla sua elevata capacità di propagarsi rapidamente per polloni radicali, mentre in ecosistemi forestali più maturi, vicini al *climax*, partecipa alla formazione di cenosi miste, grazie alla disseminazione zoocora (GLIDDON *et al.* 1987).

In Italia non esistono, dunque, veri e propri popolamenti o boschi di *P. avium*. La presenza del ciliegio selvatico è più elevata nella parte subalpina dell'areale naturale italiano, dove sono stati individuati gruppi più o meno ampi. Nelle aree appenniniche, invece, le popolazioni coprono superfici più ristrette, sono più isolate, sono concentrate nei fondovalle più freschi e sono formate da pochi individui, spesso molto distanti fra loro. In alcuni casi, il trattamento selvicolturale tipico di alcune zone, può influenzarne la distribuzione, poiché viene favorita la propagazione vegetativa per polloni radicali, rispetto a quella generativa. Nelle Marche, nelle province di Macerata ed Ascoli, il ciliegio selvatico ha discreta diffusione nei cedui a prevalenza di carpino nero, che ne favoriscono, tra l'altro, anche una buona architettura generale.

Un primo inventario delle risorse italiane di *P. avium* è stato effettuato a partire dal 1980 (DUCCI *et al.* 1988a) (Tabella 2 e Figura 2 cap. 1) con lo scopo di:

- conoscere la distribuzione geografica della specie e la sua variabilità genetica (cap. 1 e cap. 2.1);
- conoscere la struttura genetica delle popolazioni e l'ecologia (cap. 2.2);
- disporre di materiale di base rappresentativo delle diverse popolazioni italiane da impiegare

per la vivaistica (DUCCI 1989a, b) e per la sperimentazione (cap. 2.3);

- selezionare cloni ed altri materiali di base per realizzare arboreti da seme (cap. 2.4, 2.5 e 2.6).

Questa strategia è stata sviluppata a partire dall'esplorazione e dalla selezione di popolazioni di possibile interesse e nei paragrafi successivi viene riportata una sintesi degli studi svolti, seguendo l'ordine dei punti sopra indicati.

2.1 Variabilità del ciliegio selvatico in Italia

FULVIO DUCCI e ROBERTA PROIETTI

La struttura genetica della specie sul territorio nazionale è stata studiata impiegando vari caratteri, sia adattativi e fenotipici, che neutri (biochimici). Date le sue caratteristiche di distribuzione, che variano, come già accennato, in funzione dei parametri ambientali e, probabilmente, anche dei trattamenti selvicolturali, il campionamento è stato effettuato nelle aree di raccolta già indicate (Figura 2 e Tabella 2 cap. 1). Sono stati scelti individui distanti tra loro da un minimo di 50-100 m nelle zone prealpine, ad un massimo di alcuni chilometri in quelle appenniniche, al fine di evitare di raccogliere materiale proveniente dagli stessi cloni propagatisi per polloni radicali, come evidenziato da FRASCARIA *et al.* (1993) e DUCCI e SANTI (1997).

Tra le altre *Rosaceae* forestali sono disponibili dati solo per alcune specie di sorbo (*Sorbus torminalis*, *Sorbus aria*, *Sorbus torminaloides* e *Sorbus latifolia*) (DANIEL 1991, PRAT e DANIEL 1993).

Questo genere, appartiene non solo alla stessa famiglia di *P. avium* ma anche alle stesse cenosi miste di latifoglie in cui dominano querce caducifoglie, castagno o faggio. I sorbi tuttavia, sono

meno aggressivi del ciliegio selvatico, e sono diffusi in piccole popolazioni numericamente poco consistenti, discontinue e rarefatte. Le dimensioni dell'effettivo di popolazioni francesi studiate da PRAT e DANIEL (1993) possono variare infatti mediamente da 5 a 28 individui. Esse sembrano caratterizzate da un maggiore livello di variabilità generale. L'eterozigosi osservata, minore di quella attesa, assieme alla distribuzione sparsa degli individui, fa supporre la presenza di meccanismi di auto-fecondazione, al contrario di quanto generalmente avviene in altre *Rosaceae*, come ad esempio *Prunus* e *Malus* (BARGIONI *et al.* 1985; CRANE e BROWN 1931). Conoscere la variabilità genetica naturale di *P. avium* ha lo scopo di fornire indicazioni sulle risorse genetiche della specie, per poi sviluppare programmi di ricerca per la loro protezione, miglioramento e gestione (DUCCI 1993).

(1) Marcatori o caratteri neutri: sono caratteri ritenuti indipendenti da interazioni dirette con l'ambiente. Possono avere utilità nella gestione delle risorse genetiche per quanto riguarda la biologia riproduttiva, relazioni tra ed entro le popolazioni, la storia delle specie dal punto di vista delle migrazioni e dell'evoluzione. Tuttavia l'informazione che se ne può trarre dovrebbe

Le ricerche sono state condotte su popolazioni del Nord, del Centro e del Sud Italia usando tre tipi di indicatori:

- indicatori adattativi (fenologia fiorale);
- marcatori neutri⁽¹⁾ (allo-enzimi);
- caratteri fenotipici (caratteri morfometrici, delle foglie).

Indicatori adattativi (fenologia fiorale)

La fenologia fiorale ha dimostrato di essere un ottimo indicatore della variazione genetica, è infatti altamente ereditabile nel ciliegio (DUCCI e SANTI 1997). Una fenologia precoce o tardiva dipende dalla quantità di unità di freddo, dette CU (*Chilling Unit*), di cui ciascun genotipo necessita per fiorire.

Non esistono dati certi per il ciliegio selvatico, ma per la varietà da frutto il fabbisogno di *chilling*, perché venga indotta la fioritura, può variare tra 700 e 1.340 ore, corrispondenti ad una durata di 6,5-8 settimane a temperature al disotto di 7 °C (SEIF e GRUPPE 1985). Questi valori corrispondono rispettivamente a circa 1.100 e 1.840 CU.

La conoscenza del periodo di fioritura è importante, inoltre, per costituire arboreti da seme, dove gli scambi di polline e l'antesi fiorale dei diversi cloni dovrebbero essere ben sincronizzati. Nel ciliegio, come già accennato, la fioritura precede di pochissimo, o talvolta è sovrapposta, all'inizio del germogliamento e finisce quindi con essere considerata anche un riferimento per l'avvio del germogliamento delle gemme vegetative. Nel nostro caso i dati forniti fanno riferimento ad un periodo di tre anni e le medie sono state usate per valutare la variazione della popolazio-

ne dei cloni esaminati nella rete sperimentale dell'Istituto.

Questo carattere è stato rilevato a date fisse ogni tre giorni, numerate da 1 a 10, tra il 27 Marzo ed il 26 Aprile. Quando una pianta mostrava almeno metà delle gemme fiorali completamente aperte, veniva considerata in piena fioritura. Ad essa veniva attribuito il punteggio del giorno in cui la piena fioritura era registrata. Quindi, piante precoci hanno punteggio vicino ad 1, mentre piante tardive hanno punteggi prossimi a 10.

In tutto sono stati esaminati 250 cloni di 11 diverse provenienze italiane, dalle Alpi alla Calabria, disponibili in 2 collezioni clonali presso la sede di Arezzo dell'Istituto: la prima posta a 600 m di quota, la seconda a 250 m, dove maggiore è la frequenza di gelate sia precoci autunnali che tardive primaverili. La seconda collezione, inoltre, è caratterizzata da escursioni termiche giornaliere molto più ampie della prima. Ogni clone presente nelle collezioni è replicato da 3 a 10 volte ed è innestato su portainnesti selvatici di provenienze locali. Non sono state osservate significative interferenze da parte di questi a carico dei cloni per quanto riguarda l'entrata in fioritura.

Come per tutti i caratteri, anche per la fioritura è stata valutata l'interazione clone \times località e provenienza \times località.

La variazione rilevata

Altitudine ed esposizione delle due collezioni hanno agito in maniera significativa sull'inizio della fioritura. Infatti, l'archivio clonale situato a 600 m, esposizione Ovest, ha mostrato nella media un inizio della fioritura più lento di 12 giorni circa rispetto alla collezione di bassa quota.

Sono state individuate differenze significative tra località, tra provenienze, tra cloni, ma non

essere sempre abbinata a quella derivante da caratteri adattativi e quantitativi, poiché non è da sola un mezzo appropriato per valutare il potenziale adattativo di popolazioni di possibile interesse per la filiera vivaistica (Bassivi et al. 2003).

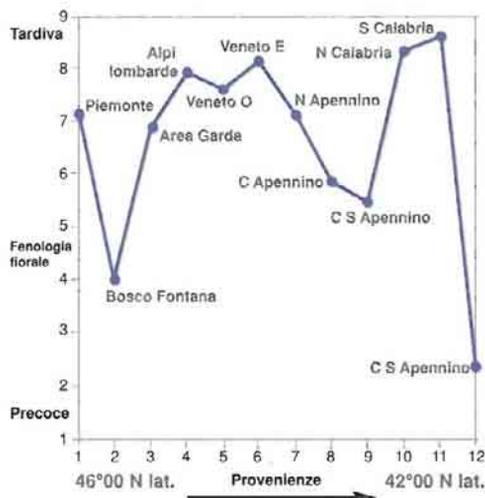


Figura 3 - Variazione della fenologia fiorale per le principali aree di distribuzione italiane del ciliegio, rilevata nelle collezioni clonali di Pomaio (AR) e Vivaldo Issa (AR), rispettivamente a 600 e 250 m s.l.m..

interazione tra questi fattori. Ciò può significare che la componente genetica ha un forte controllo sul comportamento per questo carattere. Infatti, i risultati dell'analisi statistica hanno mostrato che la più alta componente % della varianza è da attribuire ai cloni. Ciò conferma l'importanza per il miglioratore della *selezione individuale*. Tuttavia è stato individuato per questo carattere anche un certo effetto "provenienza", caratterizzato da variazione clinale (continua), in debole relazione con la latitudine ed in maggior misura con l'altitudine di origine.

Le provenienze più tardive sono quelle settentrionali e meridionali di alta quota. Le più precoci sono quelle di Bosco Fontana (MN) e dell'Appennino centro-meridionale di quote minori. Il materiale calabrese risulta molto tardivo, forse per effetto dell'altitudine di origine (Figura 3).

Tra i cloni, considerati singolarmente, il campo di variazione è molto più ampio. Il clone di Bosco Fontana BF06 ha mostrato la precocità più elevata (punteggio medio 1). I cloni più tardivi non sono correlabili a particolari luoghi di

origine. Ve ne sono di tutte le provenienze, dalle Alpi alla Calabria e da altitudini variabili tra 26 m (sempre Bosco Fontana) e 1.320 m. Il punteggio dei cloni tardivi varia tra 7 e 10 e quindi il loro periodo di fioritura si localizza tra il 13 ed il 26 aprile. In totale, tra il clone più precoce ed il più tardivo c'è almeno un mese di differenza.

Dal punto di vista geografico il gruppo di cloni più tardivo proviene, per la maggior parte, da aree comprese tra 44° e 46° di latitudine, originari della valle del Po, area delle Prealpi Venete, da 500 a 700 m di altitudine (AS07, ML07 e PVS01), del Piemonte (TO01), 300 m circa, degli Appennini (VC03), 480 m, delle Prealpi Lombarde (VF01 e VLN06), 600 m. Di questo gruppo fanno parte anche le provenienze calabresi di maggior altitudine.

I cloni più precoci provengono invece da latitudini inferiori tra 42° e 45° N. Di esso fanno parte gran parte dei cloni di Bosco Fontana BF03, BF06 e BF09 (MN), a loro volta seguiti nell'arco di una settimana da 4 cloni degli Appennini (VG01, VM01, VTN03, VTS01), originari di quote tra 700 e 200 m e dai cloni CT03 (Piemonte), AS05, AP03 (Alpago-Prealpi Venete) e da VLN05 (Lombardia), tutti di quote tra 500 e 700 m.

All'interno di ciascuna area geografica (Prealpi, Val Padana e Appennini) è possibile osservare un gradiente di fioritura in relazione all'altitudine di origine (Figura 3).

Locus	Popolazione																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
MDH-1																		
(N)	11	14	19	18	12	25	14	24	10	13	11	25	15	14	85	15	16	17
A	.864	.964	.789	.833	.917	.940	1.000	.875	.833	.938	.909	.940	.800	1.000	.918	.967	.938	.912
B	.136	.036	.211	.167	.083	.060	.000	.125	.167	.063	.091	.060	.200	.000	.082	.033	.063	.088
6PGD1																		
(N)	11	14	19	18	12	25	14	24	10	13	11	25	15	14	85	15	16	17
A	.818	.893	.868	.944	.792	.860	.929	.958	.750	.875	.909	.820	.867	.563	.394	.867	.875	.676
B	.182	.107	.132	.056	.208	.140	.071	.042	.250	.125	.091	.180	.133	.438	.606	.133	.125	.324
IDH-1																		
(N)	11	14	19	18	12	25	14	24	10	13	11	25	15	14	85	15	16	17
A	.500	.214	.211	.361	.417	.280	.500	.354	.583	.500	.409	.320	.333	.563	.376	.300	.281	.441
B	.500	.786	.789	.639	.583	.720	.500	.646	.417	.500	.591	.680	.667	.438	.624	.700	.719	.559
IDH-2																		
(N)	11	14	19	18	12	25	14	21	10	13	11	25	15	14	85	15	16	17
A	.545	.607	.579	.556	.417	.460	.429	.476	.750	.625	.318	.820	.633	.375	.541	.667	.594	.500
B	.455	.393	.421	.444	.583	.540	.571	.524	.250	.375	.682	.180	.367	.625	.459	.333	.406	.500
PGI-2																		
(N)	11	14	19	18	12	25	14	24	10	13	11	25	15	14	85	15	16	17
A	.636	.607	.447	.361	.667	.400	.464	.708	1.000	.313	.136	.040	.400	.563	.059	.300	.125	.353
B	.364	.393	.553	.639	.333	.600	.536	.292	.000	.688	.864	.960	.600	.438	.941	.700	.875	.647
GOT-3																		
(N)	11	14	19	18	11	25	14	24	10	13	9	25	15	14	83	15	16	16
A	.500	.250	.289	.250	.455	.420	.250	.250	.333	.563	.444	.240	.200	.688	.253	.267	.250	.469
B	.500	.750	.711	.750	.545	.580	.750	.750	.667	.438	.556	.760	.800	.313	.747	.733	.750	.531
LAP-1																		
(N)	7	10	15	17	11	23	12	18	10	13	11	25	6	14	78	15	16	12
B	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
SKDH1																		
(N)	11	14	19	18	12	25	14	24	10	13	11	25	15	14	77	15	16	17
A	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabella 3 - Frequenze alleliche nelle 18 popolazioni esaminate (i nomi delle popolazioni sono riportati nella Tabella 4).

Marcatori neutri (allo-enzimi)

Le popolazioni sono state suddivise secondo un disegno gerarchico, in maniera da ottenere dati relativi a tre livelli di approfondimento: grandi regioni (Nord, Centro, Sud), popolazioni nell'ambito delle grandi regioni, genotipi all'interno di queste.

Le analisi genetiche sono state condotte impiegando 9 loci polimorfici di 8 sistemi enzimatici (SCANDALIOS 1969; CLAYTON e TRETIK 1972; KAURISCH *et al.* 1988; SANTI e LEMOINE 1990 a, b): Idh-1, Mdh-1, 6PgD-1, Got-1, Pgi-2, Lap-1, Skdh-1, Acp-1, Acp-2.

Mentre i loci Lap-1 e Skdh-1 sono monomorfi rispettivamente per gli alleli b e a, Mdh-1a,

Popolazione	Nl	n	P5%	Ho	He	Fis
1. PIEMONTE	10.5 (.5)	1.8 (.2)	75.0	.261 (.065)	.326 (.080)	.199
2. BOSCO FNA	13.5 (.5)	1.8 (.2)	62.5	.152 (.048)	.250 (.074)	.392
3. AREA GARDA	18.5 (.5)	1.8 (.2)	75.0	.191 (.052)	.294 (.071)	.350
4. VALTEL	17.9 (.1)	1.8 (.2)	75.0	.243 (.070)	.280 (.076)	.132
5. VENETO OVEST	11.8 (.2)	1.8 (.2)	75.0	.266 (.088)	.313 (.080)	.150
6. VENETO EST	24.8 (.3)	1.8 (.2)	75.0	.220 (.062)	.283 (.078)	.223
7. APPEN ROM	13.8 (.3)	1.6 (.2)	62.5	.214 (.093)	.259 (.087)	.174
8. CASENTINO	22.9 (.8)	1.8 (.2)	62.5	.243 (.091)	.261 (.075)	.069
9. AMIATA	6.0 (.0)	1.6 (.2)	62.5	.313 (.097)	.267 (.082)	-.172
10. LUCANIA	8.0 (.0)	1.8 (.2)	75.0	.234 (.087)	.297 (.083)	.212
11. CALABRIA	10.8 (.3)	1.8 (.2)	75.0	.208 (.083)	.260 (.075)	.200
12. ABRUZZI	25.0 (.0)	1.8 (.2)	62.5	.185 (.059)	.202 (.061)	.084
13. VALTIBER	13.9 (1.1)	1.8 (.2)	75.0	.258 (.078)	.292 (.071)	.116
14. ASIAGO	8.0 (.0)	1.6 (.2)	62.5	.344 (.120)	.317 (.093)	-.085
15. MARCHE	82.9 (1.2)	1.8 (.2)	75.0	.167 (.050)	.262 (.077)	.363
16. MONTE BALDO A	15.0 (.0)	1.8 (.2)	62.5	.208 (.062)	.255 (.073)	.184
17. MONTE BALDO B	16.0 (.0)	1.8 (.2)	75.0	.156 (.041)	.234 (.067)	.333
18. MIGLIORI 2004 (Cap. 2.5)	16.3 (.6)	1.8 (.2)	75.0	.245 (.078)	.328 (.082)	.253

Tabella 4 - Principali parametri che esprimono la variabilità genetica alloenzimatica nelle popolazioni individuate (tra parentesi è riportato l'errore *standard*).

6Pgd-1a, Idh-1a e b, Idh-2a e b, Got-3a e b si distribuiscono nelle popolazioni secondo frequenze relativamente costanti ed omogenee. Un altro gruppo di alleli appare invece caratte-

rizzato da ampie variazioni delle frequenze nelle popolazioni esaminate, tali da apparire in alcune rari e in altre molto frequenti (Tabella 3): - Mdh-1b, con frequenze nulle nell'Appennino

(2) **Alleli**: varianti diverse in cui un gene responsabile di un determinato carattere si manifesta. Un individuo è omozigote per un dato carattere quando gli alleli di cui è portatore si manifestano con identiche modalità, è eterozigote se è portatore di alleli diversi. Nella riproduzione sessuata le proporzioni tra eterozigoti e omozigoti sono determinate dalla quantità di alleli presenti nella popolazione.

(3) **Locus**: È la posizione occupata da un gene sul cromosoma.

(4) **Polimorfismo**: quantità di forme alleliche con cui un dato carattere si manifesta in una popolazione.

Grande Regione	MDH-1	6PGD-1	IDH-1	IDH-2	PGI-2	GOT-1	F medio
Italia nord occidentale	0.012	-0.116	0.134	0.277	0.724	-0.031	0.168
Area veneta	-0.062	-0.284	0.066	-0.037	0.672	0.114	0.078
Centro Nord	-0.103	-0.075	-0.186	-0.051	0.946	-0.324	0.034
Centro Sud	-0.024	0.010	0.067	0.010	-0.024	0.413	0.090
Calabria e Lucania	-0.086	-0.118	0.255	0.255	0.683	0.016	0.167

Tabella 5 - Indice di fissazione medio stimato per grandi regioni.

Locus	F _(IS)	F _(IT)	F _(ST)
MDH-1	-.071	-.023	.045
6PGD1	-.198	-.045	.128
IDH-1	.018	.067	.050
IDH-2	.175	.226	.062
PGI-2	.700	.772	.242
GOT-3	.044	.119	.079
Media	.142	.234	.107

Tabella 6 - Indici di fissazione medi di tutte le popolazioni per tutti i loci comuni esaminati.

romagnolo ed in Asiago, è raro o con frequenze minime in Monte Baldo A, Bosco Fontana, Piemonte, Veneto Est, Lucania e Abruzzi, raggiungendo i valori massimi in Valtiberina e Area Garda;

- 6Pgd-1b, presenta frequenze minime in Valtellina, Appennino romagnolo, Casentino e Calabria e quelle massime nelle Marche;

- Pgi-2a, è raro in Abruzzi e Marche ed ha frequenze massime in Monte Amiata, Casentino, Veneto Ovest e Piemonte;

- Pgi-2b, ha frequenza nulla in Monte Amiata, elevate e massime in Abruzzi, Marche, Monte

Baldo B, Calabria e Lucania;

Le popolazioni in cui tutti gli alleli sono presenti in maniera sufficientemente ampia, tale da non essere considerati rari o addirittura assenti sono Area Garda, Veneto Est e Valtiberina.

La Tabella 4 riassume i principali parametri genetici delle popolazioni esaminate.

Il numero medio di alleli⁽²⁾ per locus⁽³⁾ non mostra variazioni in quindici popolazioni (1,80), mentre per Appennino Romagnolo, Monte Amiata e Asiago ha valore leggermente inferiore (1,60). La percentuale di loci polimorfici⁽⁴⁾ varia dal 62,5% (Bosco Fontana, Appennino Romagnolo, Casentino, Amiata, Abruzzi, Asiago, Monte Baldo A) al 75,0% delle altre popolazioni.

Minore polimorfismo è riscontrabile in popolazioni geograficamente isolate come Monte Amiata, Monte Baldo A e Bosco Fontana ed in quelle caratterizzate da un notevole grado di dispersione degli individui: Asiago, Appennino romagnolo, Casentino, Abruzzi.

L'eterozigosi attesa (*He*) ha un intervallo di variazione da 0,202 (Abruzzi) a 0,328 del grup-

(5) Lo stato e le caratteristiche della struttura genetica di una popolazione viene comparato a quella di una popolazione ideale di riferimento, detta in equilibrio panmittico o in **equilibrio di HARDY-WEINBERG**. Questa è una popolazione di dimensioni abbastanza grandi da ridurre eventuali errori di campionamento. In essa le unioni sessuali tra individui avvengono del tutto casualmente, 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.

(6) Uno dei parametri più diffusi per verificare il livello di panmissia è l'**indice di fissazione (Fis)** (WEIB e COCKERHAM 1984). Viene calcolato come rapporto tra la differenza delle eterozigosi attese ed osservata su quella attesa: $Fis = (H_e - H_o)/H_e$. Se l'indice di fissazione assume valori non significativamente diversi da zero, significa che la popolazione è in equilibrio. Quindi i meccanismi di fecondazione incrociata, tipici delle specie allogame (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. Sono perciò in corso processi evolutivi che potranno, nel medio e lungo periodo, modificare le caratteristiche genetiche della popolazione stessa.

Popolazione	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. PIEMONTE *****	.011	.015	.015	.000	.007	.006	.005	.011	.000	.037	.078	.016	.003	.097	.024	.050	.002	
2. B. FONTANA *****	.000	.006	.007	.007	.011	.000	.040	.027	.051	.055	.002	.065	.095	.006	.029	.025		
3. AREA GARDA *****	.000	.015	.015	.011	.067	.017	.028	.035	.000	.068	.069	.000	.012	.015				
4. VALTELLINA *****	.018	.002	.001	.013	.075	.006	.012	.024	.000	.068	.064	.000	.003	.011				
5. VENETO OVEST *****	.004	.004	.000	.023	.012	.035	.093	.021	.003	.096	.029	.053	.005					
6. VENETO EST *****	.005	.017	.082	.001	.006	.042	.007	.032	.062	.003	.011	.000						
7. APPEN. ROMAGNOLO *****	.007	.059	.009	.015	.054	.007	.040	.078	.010	.022	.010							
8. CASENTINO *****	.026	.037	.056	.093	.013	.060	.130	.028	.054	.035								
9. AMIATA *****	.074	.159	.161	.061	.064	.190	.086	.142	.074									
10. LUCANIA *****	.004	.025	.013	.017	.059	.003	.012	.000										
11. CALABRIA *****	.041	.028	.047	.053	.019	.009	.007											
12. ABRUZZI *****	.020	.124	.039	.007	.003	.037												
13. VALTIBERINA *****	.074	.057	.000	.005	.013													
14. ASIAGO *****	.083	.068	.089	.005														
15. MARCHE *****	.046	.036	.030															
16. MONTE BALDO A *****	.000	.009																
17. MONTE BALDO B *****	.016																	
18. MIGLIORI 2004 *****																		

Tabella 7 - Matrice delle distanze genetiche tra le 18 popolazioni esaminate, stimate secondo Nei (1978).

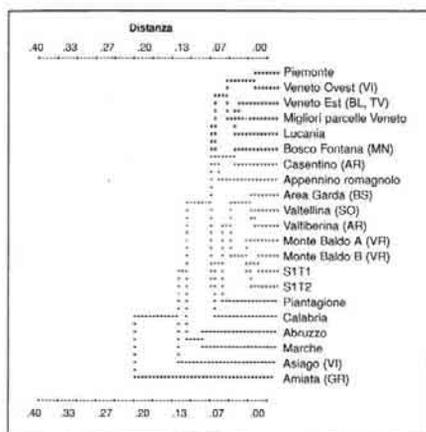


Figura 4a - Dendrogramma UPGMA per le 18 popolazioni italiane esaminate realizzato sulla base delle distanze genetiche di Nei (1978).

po di cloni selezionati (Cap. 2.5).

L'eterozigosi media osservata (H_o) ha i valori maggiori nella popolazione veneta di Asiago ed in quella toscana del Monte Amiata, mentre i valori minori sono stati trovati per Monte Baldo B (0,156) e per Bosco Fontana (0,152).

Monte Amiata, Asiago, Casentino, Abruzzi sono le popolazioni che si distinguono per il maggior grado di eterozigosi, mentre Marche, Bosco Fontana, Monte Baldo B e Area Garda sono caratterizzate da elevata omozigosi.

A livello di grandi regioni, la tendenza all'eccesso di omozigoti è maggiore in Italia nord-occidentale ed in quella meridionale (Calabria e Lucania) (Tabella 5). Nell'Italia centrale e nell'area veneta invece le popolazioni sono più vicine all'equilibrio HARDY-WEINBERG⁽⁵⁾.

Gli indici di fissazione⁽⁶⁾ mostrano variabilità totale piuttosto ridotta, sia a livello di specie che di popolazione, elevata invece, tra individui. Il valore medio $F_{ST} = 0,107$ (Tabella 6) indica che l'89% della totale variabilità osservata è comune a tutte le popolazioni. In accordo con WRIGHT (1978) valori di F_{ST} variabili tra 0,05 e 0,150 indicano, infatti, una moderata differenziazione tra le popolazioni. $F_{IT} = 0,234$ suggerisce una deficienza di eterozigoti per tutte le popolazioni analizzate, mentre $F_{IS} = 0,142$ indica che il 85,8% della diversità osservata è dovuta alla diversità genetica all'interno delle

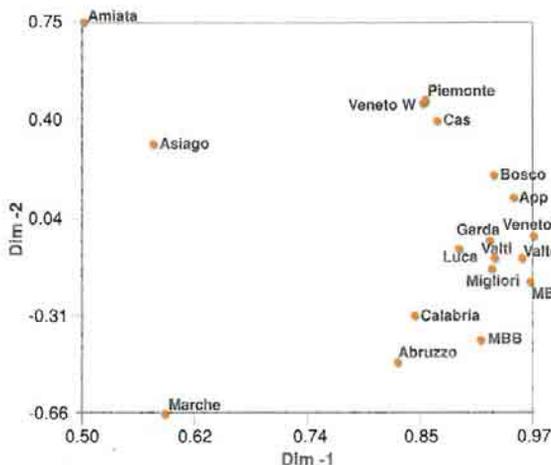


Figura 4b - Disposizione delle provenienze sul piano delle prime due funzioni dell'Analisi delle Componenti Principali.

mostrato che le prime cinque componenti spiegano il 64,7% della varianza totale e che gli alleli Pgi-2b, Idh-2a, 6Pgd-1a, Idh-2b e Pgi-2a sono quelli con maggior valore discriminante (Tabella 8).

Quest'analisi ha permesso di evidenziare la strutturazione delle popolazioni italiane come si può osservare in Figura 4b,

popolazioni.

I valori delle distanze genetiche tra popolazioni, come era logico attendersi, sono relativamente bassi. Variano da un minimo di 0,000 ad un massimo di 0,190 (tra Monte Amiata e Marche).

Essi sono riportati in Tabella 7 e mostrati in forma grafica dall'analisi del cluster (Figura 4a). Le popolazioni sono suddivise in almeno cinque cluster relativamente correlati alla loro posizione geografica. Solo le popolazioni campionate in Lucania e Calabria si collocano senza una particolare logica. Le popolazioni Monte Amiata e Asiago risultano separate, dal punto di vista genetico, da tutte le altre.

L'analisi delle Componenti Principali ha

che mostra la distribuzione delle provenienze in funzione delle prime 2 componenti. Queste si dispongono in tre gruppi principali di cui i due estremi sono rispettivamente costituiti da materiali delle zone centro-settentrionali e centro-meridionali dell'Italia. Si mettono poi in evidenza popolazioni isolate dal punto di vista geografico, come quelle dell'Amiata, dell'altopiano di Asiago e delle Marche.

Questi risultati concordano con i dati forniti da altri Autori (SANTI 1988; SANTI e LEMOINE 1990a; FRASCARIA *et al.* 1993; DUCCI e SANTI 1996; DANIEL 1991), che mettono in rilievo una generale tendenza della specie ad essere caratterizzata da bassi livelli di variabilità che, analogamente ad altre *Rosaceae* forestali come il sorbo

Componente	Autovalore	% semplice	% cumulata	Allele	Coeff. di correlazione
1	2.228	18.566	18.566	PGI-2b	.750
2	1.875	13.955	32.521	IDH-2a	.622
3	1.419	11.829	44.350	6PGD-1a	.579
4	1.276	10.630	54.980	IDH-2b	-.615
5	1.165	9.711	64.691	PGI-2a	-.762

Tabella 8 - Analisi delle componenti principali per le 18 popolazioni analizzate. Sono state stimate sulla matrice di 16 alleli.

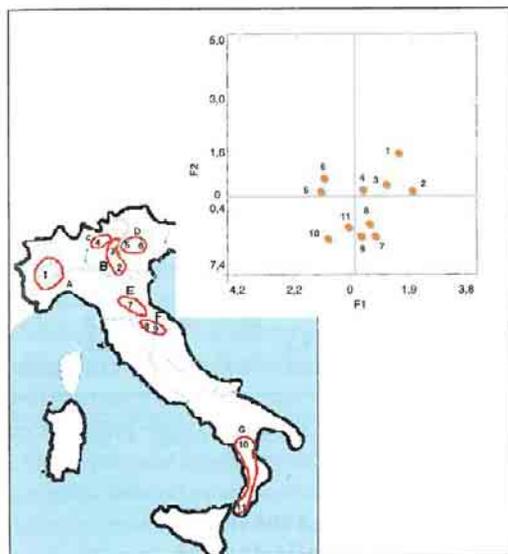


Figura 5a - Risultati dell'analisi dei *cluster* per la forma delle foglie. I cerchi rappresentano gruppi omogenei, le lettere indicano la distanza stimata tra questi gruppi.

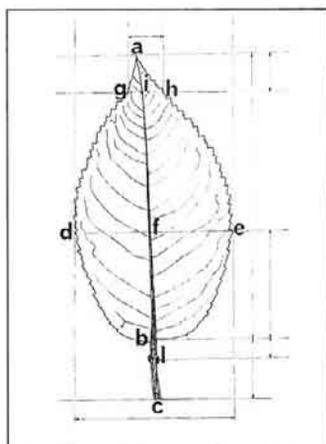


Figura 5b - Parametri impiegati per la forma delle foglie (Ducci *et al.* 1996).

(PRAT e DANIEL 1993), sembrano aumentare quando le popolazioni, entrando a far parte di ecosistemi più maturi e complessi, si rarefanno. Nelle popolazioni italiane prese in esame i valori medi di F_{is} (deviazione dall'equilibrio panmittico) indicano una tendenza maggiore, rispetto alle francesi, all'eccesso di omozigoti. Questa osservazione è in accordo anche con quanto riportato da DUCCI e SANTI (1996) per la popolazione appenninica di Monte Falvalto (PG) (cap. 2.2).

Come il lettore ricorderà il ciliegio selvatico può modificare la sua struttura genetica entro le popolazioni e, conseguentemente, quella tra popolazioni. Gli eccessi di omozigosi o di eterozigosi possono indicare la prevalenza di una o dell'altra strategia di propagazione, in parte

(7) Il **bosco ceduo**, che nelle nostre foreste di latifoglie decidue interessa oltre il 70 % della superficie, può incidere pesantemente sulla struttura genetica delle popolazioni delle diverse specie che lo compongono.

indotte da cause naturali, come la variazione dei parametri ambientali. In situazioni di equilibrio ecologico, ovvero in fasi successionali vicine al *climax*, la specie tende infatti ad attestarsi con pochi individui nati da seme. In fasi successionali meno evolute, ad esempio sui margini di radure, campi abbandonati ed, in particolare, in aree degradate simili a quelle dell'Appennino, la specie si affida maggiormente alla propagazione per polloni radicali. Le deviazioni dell'indice F_{is} rilevate, possono riflettere l'effetto della pressione selettiva sui *loci* esaminati, o caratteri ad essi associati, da parte di fattori di origine naturale o antropica, capaci di orientare la struttura genetica verso l'omozigosi o l'eterozigosi.

Relativamente all'indice F_{st} , i valori trovati per il nostro Paese sono mediamente superiori a quelli segnalati da altri Autori (FRASCARIA *et al.* 1993). Ciò può significare che in alcune aree esistano condizioni di isolamento delle popula-

Gruppi teorici	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Gruppi reali											
1. Piemonte	85,7		14,3								
2. Bosco Fontana	21,4	50,0	7,1	7,1				14,3			
3. Prealpi Bresciane	19,5	14,3	23,8	19,1		4,8		14,3			
4. Valtellina		11,1	11,1	61,1	5,6	5,6					4,8
5. Prealpi Venete W					9,5	4,8	23,8	28,6		4,8	
6. Prealpi Venete E				17,4	13,8	43,5	4,3	4,3	8,7		8,7
7. Appennino emiliano-romagnolo							66,7		11,1		11,1
8. App.tosco-marchigiano				11,1				46,1		7,7	23,8
9. Casentino	7,7	7,7		7,7				28,6	23,8		4,8
10. Basilicata		4,8								100,0	
11. Calabria							14,3				
							12,5	12,5	12,5	12,5	50,0

Tabella 9 - Distribuzione (%) dei casi correttamente classificati (analisi discriminante) per i cloni di ciliegio selvatico di 11 aree di raccolta (casi correttamente classificati sul totale: 43%).

zioni, che si verificano azioni di disturbo negli ecosistemi forestali governati a ceduo⁽⁷⁾ ed infine, come accennato sopra, che si attui la tendenza della specie a privilegiare la riproduzione vegetativa quando le condizioni ecologiche tendono ad essere sfavorevoli.

Una strutturazione geografica del materiale preso in esame può essere individuata, soprattutto per grandi regioni, come confermato anche dall'analisi delle componenti principali.

Bosco Fontana, o comunque l'area padana, fino a non molto tempo fa coperta da foreste planiziali, sembra essere il baricentro dell'ampio *cluster* centro-settentrionale.

La maggior distanza genetica esistente tra il gruppo Asiago - Veneto Est e quello centro-settentrionale lombardo (Figura 2b, cap. 1), può essere spiegata dalla barriera geografica rappresentata dal bacino del lago di Garda e dalla valle dell'Adige.

Non è possibile invece tentare alcuna spiegazione sulla collocazione della popolazione di Alpi, salvo che con l'isolamento e la forte antropizzazione che caratterizza l'area in cui si trovano le popolazioni campionate.

Caratteri fenotipici (forma delle foglie)

E' interessante notare che uno studio effettuato sulla variabilità di indici morfometrici, in foglie di cloni provenienti dalle stesse zone di campionamento usate in questo lavoro, ha fornito risultati molto simili per quanto riguarda la discriminazione delle aree di provenienza ed il loro raggruppamento in *cluster* (Figure 5a e 5b, Tabella 9, DUCCI *et al.* 1996).

In questo caso la popolazione di cloni veneti è apparsa completamente omogenea, mentre maggiori distinzioni sono state evidenziate tra le altre provenienze.

Considerazioni

I valori dei parametri genetici osservati possono essere un indice del fatto che la specie risente ancora della sua recente diffusione naturale secondaria *post-glaciale* da Oriente (SANTI 1988). Stime, effettuate da vari autori relativamente ad alcune specie forestali (HIEBERT e HOPKINSON 1982; FRASCARIA *et al.* 1993; BREITENBACH-DORFER *et al.* 1995), indicherebbero infatti che gli attuali ecosistemi di cui il ciliegio è parte derivano in Europa occidentale,

da piccole popolazioni sopravvissute in nicchie ecologiche durante l'ultima glaciazione del Quaternario.

Anche per la popolazione del Monte Amiata si può ipotizzare che il suo differenziamento sia determinato dall'isolamento geografico degli ecosistemi forestali a faggio, abete e castagno che, probabilmente, hanno trovato rifugio in quella zona durante i più recenti episodi glaciali (FERRARINI 1984). Le popolazioni dei Monti della Laga (Abruzzi) e delle Marche, pur essendo geneticamente e geograficamente vicine, sono rispettivamente ricche di eterozigoti ed omozigoti. Questo può essere determinato dalla particolare orografia della regione che ha condizionato gli scambi tra popolazioni. Nel caso delle Marche, invece può essere stata determinante anche la forma di governo a ceduo semplice dei boschi.

Per tutte le popolazioni esaminate non va dimenticata inoltre la forte probabilità di inquinamento genetico in un territorio antropizzato come il nostro. Varietà da frutto coltivate e diffuse per secoli nei pressi e talvolta dentro le formazioni forestali, possono effettivamente aver contribuito ad alterare, almeno parzialmente, la struttura genetica delle popolazioni. Non è un caso che in collezioni *in vivo* di provenienze originarie del Caucaso, uno dei centri di origine della specie, conservate presso l'Istituto, il sapore dei frutti sia fortemente acido, mentre nelle provenienze di ciliegio selvatico italiano questo carattere sia mitigato e prevalgano piante con frutto tendenzialmente più dolce.

Gran parte delle popolazioni italiane esaminate si trovano in fasi evolutive della successione ecologica intermedia tra quella descritta da DUCCI e SANTI (1997) e quelle in cui normalmente si collocano le popolazioni dell'Europa centrale (SANTI 1988 e FRASCARIA *et al.* 1993). I vari trattamenti selvicolturali adottati determinano probabilmente differenti pressioni sulle popolazioni

di ciliegio: in Francia ad esempio, esso partecipa alla formazione della fustaia nei cedui composti, o si trova misto a farnia e faggio in fustaia. In ambiente prealpino e appenninico invece è stato per lungo tempo sottoposto allo stesso regime delle specie che vengono tradizionalmente ceduate. Solo in alcune aree particolari (Prealpi Venete ad esempio) è tradizionalmente allevato in foresta per la produzione di legname di qualità. In queste zone la dimensione delle popolazioni identificate è in genere relativamente più ampia. Sicuramente l'influenza antropica, insieme al basso tasso di migrazione del ciliegio, possono aver determinato sul territorio una struttura caratterizzata da bassi livelli di diversità genetica entro e tra popolazioni, di cui si dovrà tener conto nella gestione delle risorse genetiche.

Nell'ambito delle attività di approvvigionamento di materiale di propagazione e di quelle selvicolturali, si dovrà cercare da un lato di delimitare aree di raccolta tali poter disporre di popolazioni abbastanza ampie per garantire buona variabilità individuale; dall'altro è necessario usare modelli di piantagione predisposti per facilitare, in futuro, il dinamismo genetico della popolazione artificiale.

Nelle popolazioni forestali sub-spontanee si dovrà cercare di favorire gli equilibri naturali, in cui *P. avium* possa privilegiare la propagazione generativa con tutti i vantaggi, a livello genetico, determinati dall'eterogamia obbligata. È evidente che un buon grado di variabilità è garanzia di maggiore diversificazione delle risorse e, sicuramente, è il miglior elemento di controllo della specie nei confronti delle avversità di qualsiasi genere.

Tuttavia, non dobbiamo scordare che la capacità di riprodursi vegetativamente può servire ad aumentare il peso dei genotipi più adatti ad affrontare situazioni difficili.

2.2 Struttura intra-popolazione nel ciliegio selvatico

FULVIO DUCCI e FRÉDÉRIQUE SANTI

Il ciliegio, dove è necessario occupare gli spazi liberi velocemente, può ricorrere alla propagazione per polloni radicali o, in situazioni di maggiore equilibrio ecologico, usare la disseminazione zoocora creando dei popolamenti molto densi (GLIDDON *et al.* 1987).

Nelle fasi *climax* predomina dunque un comportamento nettamente meno sociale, mentre in quelle meno evolute o con equilibri ecologici alterati, il ciliegio tende a sfruttare strategie che ne favoriscano la diffusione e la sopravvivenza.

I soprassuoli costituiti da polloni radicali provengono generalmente da un ridotto numero di piante madri (*ortet*)⁽⁸⁾. Questo può determinare strutture genetiche caratterizzate da gradi di variabilità relativamente ridotti, con conseguenze pratiche molto importanti ed interessanti dal punto di vista selvicolturale, della conservazione e della selezione delle risorse genetiche.

Allo scopo di approfondire le conoscenze su questi aspetti, sono state prese in esame due popolazioni molto distanti tra loro (DUCCI e SANTI 1996, 1997). Una di queste, in corso di evoluzione in ambiente appenninico, è stata confrontata con un'altra situata in Francia in ambiente centro-europeo sub-alpino, presso Besançon, in condizioni di maggiore continentalità.

La popolazione appenninica è costituita da 4 gruppi di piante molto densi e numerosi, sparsi in un'area di circa 100 m di raggio, rappresentativa di una fase successionale tipica degli Appennini centro-settentrionali (Figura 6).

Essa deriva dalla colonizzazione di un vecchio campo incluso in un soprassuolo forestale, costitui-

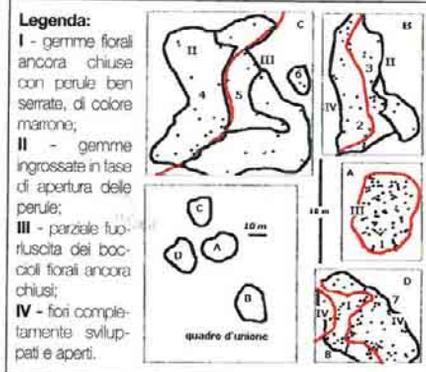


Figura 6 - Schema dei gruppi di ciliegio analizzati a Monte Favalto (PG). Sono riportati i limiti dei possibili cloni individuati sia attraverso i marcatori enzimatici (in nero), che tramite la fenologia florale (in rosso).

to da un bosco misto di faggio ed altre latifoglie minori (sorbi ed aceri) nelle fasce altimetriche superiori e da cerro e roverella nelle parti sottostanti. L'area si trova a 1.000 m di altitudine, con esposizione a Nord e pendenze tra 50 e 70%, su suoli bruni acidi forestali originati da matrice arenacea.

La località, denominata Monte Favalto, si trova sul confine tra la il comune di Arezzo e quello di S. Giustino Umbro (PG). La popolazione non ha subito, almeno fino al momento degli studi, interventi da parte dell'uomo.

Le popolazioni francesi (Foto 8) sono distribuite in un'area di 6 km di diametro, su terreni limoso-sabbiosi, a 220 m di altitudine, in regime climatico di tipo semi-continentale. Queste sono di età relativamente adulta (>30 anni in media), mentre quella italiana appare giovane (10-15 anni), con alcune piante di età superiore, probabilmente le

(8) Pianta madre capostipite di un clone.



Foto 8 - "Bouquets" di ciliegi fioriti in foresta, Besançon, Francia (Foto DUFOUR, INRA).

Genitori	b	b
a	ab	ab
a	ab	ab

Tabella 10 - Schema semplificato d'incrocio di due genitori omozigoti.

piante madri.

Per tutte le popolazioni è stata realizzata una mappa e per ciascuna pianta è stato prelevato un campione di gemme da usare per le analisi genetiche. Le combinazioni genotipiche rilevate sono state assegnate successivamente a ciascuna pianta riportata su mappa, in maniera da individuarne la distribuzione sul terreno ed eventualmente delineare gruppi di genotipi identici considerabili, in ipotesi, come appartenenti allo stesso clone.

Per ciascuna popolazione sono stati calcolati i seguenti parametri genetici: numero di probabili cloni, numero di piante appartenenti a ciascun probabile clone, ampiezza massima di questi (in m), numero di loci eterozigoti, frequenze alleliche, eterozigosi osservata su tutte le piante nel loro insieme ed eterozigosi osservata solamente sui genotipi rappresentanti ciascun supposto clone.

Inoltre, per la popolazione italiana è stato effettuato un ciclo di osservazioni sulle fasi fenologiche di fioritura, con lo scopo di evidenziare, data l'elevata ereditabilità in senso lato di questo carattere, l'eventuale corrispondenza tra distribuzione topografica dei genotipi enzimatici e gruppi omogenei per

fase fenologica osservata a determinate date.

Le fasi fenologiche sono indicate in Figura 6.

I risultati di queste ricerche hanno confermato l'ipotesi dell'origine clonale della maggior parte delle piante prese in esame nelle due diverse zone, quella francese e quella italiana. Esse sarebbero costituite da gruppi di piante omogenee genotipicamente, che sembrano derivare da propagazione per polloni radicali. Si è infatti osservato che:

- gli alberi con i genotipi enzimatici omogenei corrispondono a gruppi ben localizzabili sulle mappe sintetiche riportate in Figura 6;

- esiste anche una buona sovrapposizione tra gruppi genotipicamente omogenei e gruppi di piante caratterizzati dalla stessa fase fenologica di fioritura. Questo aumenta il margine di probabilità che si tratti di gruppi realmente clonali;

- la presenza di loci eterozigoti su tutte le piante lascia supporre il fatto che siamo in presenza di propagazione asessuata, altrimenti, per effetto dell'incrocio, gli alleli si combinerebbero solo in determinate proporzioni. In natura, una situazione simile attraverso la via sessuata si verifica solamente in presenza di una forte pressione selettiva a favore di alcune combinazioni di eterozigoti, o quando una sola pianta madre, omozigote per quegli alleli, si incrocia sempre con la stessa pianta paterna, anch'essa omozigote per alleli diversi, dando origine ad una discendenza di fratelli eterozigoti diffusa su aree di limitatissima estensione (Tabella 10), concentrati principalmente sotto la chioma della pianta madre.

È estremamente difficile che si verificino in natura situazioni del genere dato che normalmente i semenzali di ciliegio sono a temperamento decisamente eliofilo e non potrebbero crescere sotto la densa chioma materna.

Inoltre, la biologia di riproduzione sessuata di questa specie, sia per l'eterogamia obbligata e per l'impollinazione entomogama, sia per la disseminazione zoocora (CRANE e BROWN 1931), ha l'eviden-

te strategia di garantire un sufficiente flusso genico nelle popolazioni di ciliegio.

Nelle popolazioni francesi almeno un *locus* per gruppo è eterozigote per un buon numero di *loci* enzimatici (da 1 a 6, in media 3,2), rendendo molto probabile il fatto che si tratti di cloni radicali. In quella italiana il numero di *loci* eterozigoti è più basso (da 0 a 3, in media 1,6) ed è minore anche la variabilità allelica.

Le quattro sub-popolazioni italiane non sono molto distanti tra loro (40-100 m), ma tutte hanno differente composizione genotipica. Esse potrebbero sembrare progenie di fratelli generate da piante madri interne a ciascun gruppo, che si sono incrociate con impollinatori interni alla popolazione stessa. Le possibilità che una pianta produttrice di polline contribuisca da lontano sono basse, data l'estrema rarefazione di individui adulti di ciliegio nelle zone circostanti.

Tuttavia, nella popolazione italiana non è stato individuato un padre all'interno dei gruppi omogenei 1, 7 e 8 e non esiste un'ipotetica madre per i *cluster* 1, 2, 3, 7 e 8.

Questo, unitamente alla distribuzione topografica delle piante appartenenti a *cluster* omogenei, aumenta notevolmente la possibilità che si tratti di *cluster* originati da polloni radicali.

L'area occupata da ciascun *cluster* può variare notevolmente, con raggi di diffusione da 1 a 63 m con estensione massima di 500 m², molto meno di quanto misurato in analoghe situazioni in Francia da FRASCARIA *et al.* (1993) sempre per il ciliegio. Solo raramente i limiti dei gruppi omogenei si sovrappongono, ovvero appaiono quasi sempre ben delimitati. Questo fenomeno si verifica nel caso della popolazione italiana con maggiore frequenza che nelle popolazioni francesi. La prima è in fase giovanile sia per età che per fase evolutiva, le seconde sono più adulte ed estese e soprattutto meno ricche di polloni radicali (o supposti tali). In queste ultime inoltre, un ruolo nella maggiore defi-

nizione della struttura genetica può essere stato giocato dagli interventi selvicolturali, tendenti a ridurre la densità dei *cluster* di ciliegio, portando le piante a far parte della componente ad alto fusto. Escludendo le ovvie differenze dei parametri genetici tra le popolazioni francesi di Besançon e quella italiana, la variabilità delle popolazioni è risultata molto bassa. Quella totale è minore in Monte Favalto, dove sono state individuate solo 11 combinazioni genotipiche su 242 piante osservate e solo il 62% dei *loci* è risultato polimorfico. In Besançon questa percentuale è invece variata dal 62 al 100%. In M. Favalto l'eterozigosi media osservata è 0,17, mentre in Francia è compresa tra 0,28 e 0,50. Questa maggiore povertà della popolazione italiana può essere stata determinata da erosione genetica e favorita dall'isolamento delle popolazioni di ciliegio originarie. Quest'ultima può aver determinato anche perdita di alleli.

Da non sottovalutare, inoltre, "l'effetto fondatore" determinato dalle piante madri che hanno iniziato per prime la colonizzazione dei campi abbandonati, amplificato dalla riproduzione asessuata. Quest'ultima, oltre ad avere una funzione ecologicamente strategica nei confronti di altre specie, è anche un utile sistema per accumulare eterozigosi fissata (CHELIAK e DANCIK 1982) e quindi più adatta ad affrontare determinate situazioni micro-ambientali. Non è questo, tuttavia, il caso della popolazione italiana e di quella francese: in esse osserviamo infatti valori di eterozigosi osservata (*H_o*) molto vicini a quelli di eterozigosi attesa (*H_t*), rispettivamente con valori medi di 0,36 e 0,37. I cloni che compongono i *cluster* non sono eterozigoti e, nel caso di M. Favalto, vista la fase ecologica in cui si trovano, sembra prevalere piuttosto una strategia volta alla colonizzazione rapida di una nicchia ambientale rimasta inutilizzata da altre specie.

Pur tenendo conto della grande diversità di ambiente e della distanza geografica che caratte-

rezza le popolazioni francesi ed italiane, si possono individuare due tipi di situazione per quanto riguarda l'aspetto culturale.

La specie occupa, infatti, la stessa nicchia ecologica nell'ambito di habitat simili ben delimitati dalle sue esigenze eco-edafiche: le foreste mesofile di latifoglie decidue, di quota elevata in ambiente mediterraneo, di quote basse alle latitudini maggiori, in ambiente sub-continentale.

La popolazione di Besançon, appartenente a classi di età superiori, è da lunghissimo tempo sottoposta alla pressione di trattamenti selvicolturali che, per quanto ne favoriscano la riproduzione per polloni radicali, ne limitano l'estensione e la densità, aumentandone indirettamente il livello di variabilità.

La popolazione allo stadio giovanile di M. Falvalto riflette invece le caratteristiche tipiche del ciliegio.

La specie tende dapprima a stabilirsi sul terreno replicando velocemente per via vegetativa i genotipi probabilmente più adatti a nascere, svilupparsi e riprodursi in quelle condizioni, sottraendo spazio ad altre specie. Più tardi, quando le piante cresceranno e daranno origine a semi in quantità accettabili, assumerà via via maggior importanza la propagazione per via generativa, per la quale il ruolo più importante sarà svolto dagli animali che garantiscono flussi genici su distanze maggiori. Va ricordato che il ciliegio selvatico è specie eterogama (CRANE e BROWN 1931) e questo fatto compensa in parte l'eventuale elevata propensione, in certe fasi, alla propagazione vegetativa.

Dallo studio della struttura generica intrapopolazione si possono trarre varie indicazioni sulla gestione delle risorse genetiche di ciliegio selvatico *in situ*, la selvicoltura e le tecniche di Arboricoltura da Legno.

Per quanto riguarda la *filiera vivaistica forestale e la selvicoltura* in generale:

- quando si opera la selezione fenotipica nelle popolazioni naturali è importante tenere conto

della biologia riproduttiva e genetica di questa specie. Occorre cioè aumentare, all'interno delle popolazioni le distanze minime tra piante selezionate in foresta a non meno di 50-100 m. Al disotto di questi valori esiste il fortissimo rischio di selezionare lo stesso materiale genetico. In alcuni casi, in cui la selezione non ha tenuto conto di quanto sopra, si sono trovate piante *plus* indistinguibili sia fenotipicamente che a livello genetico (FERNANDEZ 1992).

- Anche per la selezione di popolazioni da seme, le osservazioni sopra esposte, inducono a prefigurare modelli in cui siano considerate non superfici ristrette o singoli soprassuoli, ma soprattutto ampie aree omogenee, le cosiddette *aree di raccolta*. Queste sono assimilabili, come materiali di base, ai *soprassuoli* indicati nella direttiva 1999/105/CE e dallo stesso decreto legislativo 386/2003. Le *aree di raccolta* includono dunque popolazioni costituite da insiemi di piante sparse o gruppi di ciliegi in numero sufficiente a garantire buona variabilità individuale. Vanno delimitate, qualora non si disponga già di informazione genetica, seguendo criteri di omogeneità fisiografica: barriere geografiche o morfologiche ai flussi di geni prevedibili per la biologia riproduttiva della specie, altitudine, condizioni eco-pedologiche ecc., in modo da ridurre od evitare il rischio di diffondere scarsa variabilità. Raccogliere seme solo da una popolazione è dunque pericoloso per la possibile eccessiva riduzione della variazione genetica.

- Visto il comportamento e le strategie che il ciliegio segue nel formare le proprie popolazioni, è necessario perseguire in foresta uno stato di equilibrio tra specie, in cui venga favorita la rinnovazione naturale tramite il rilascio di piante madri relativamente lontane tra loro, poste possibilmente a distanze regolari. In questa maniera si determinano effetti positivi non solo sulla composizione specifica della foresta, ma soprattutto sulla struttura genetica delle popolazioni di ciliegio.

• Nel caso dei cedui, va applicata una maggiore pressione nei confronti dei polloni troppo ravvicinati, a vantaggio della maggiore variabilità complessiva. Un facile sistema per individuare nello stesso popolamento la presenza di gruppi geneticamente omogenei di polloni radicali è quello di effettuare sopralluoghi precedenti gli interventi colturali nel periodo della fioritura che, come visto, ne facilita notevolmente il lavoro di individuazione.

• In alcuni casi è possibile anche effettuare azione selettiva nei confronti di interi *cluster* di genotipi originati da polloni radicali, osservando all'inizio dell'autunno i danni determinati dalla cilindrosporiosi (*Cylindrosporium* sp.). L'ereditabilità *sensu lato* per questa malattia è stata stimata a circa 0,8.

• E' superfluo sottolineare che il valore di un soprassuolo caratterizzato dalla presenza di ciliegio è elevato. Nei cedui l'incremento di valore determinato dalla presenza di buoni esemplari di ciliegio selvatico offre prospettive interessanti, tali da giustificare una forma colturale prossima, nelle finalità, all'Arboricoltura da Legno. Questa si caratterizza infatti per l'uso strumentale del ceduo nei confronti dell'allevamento del ciliegio da legno e per il fatto che, accanto al reddito periodico del ceduo, se ne aggiunge un'altro a scadenza maggiore, ma di valore notevolmente superiore.

Per quanto riguarda l'Arboricoltura da Legno si hanno spunti per altre interessanti considerazioni:

• come già accennato il valore del legname di ciliegio è secondo solamente a quello del noce, fatto che ne giustifica, in determinate condizioni ambientali, l'impiego in coltura clonale (DUCCI *et al.* 1990).

• La possibilità di coltivare cloni offre il grande vantaggio di disporre, al momento dell'utilizzazione, di vasti lotti di materiale tecnologicamente omogeneo, adatto all'uso industriale.

• D'altra parte la piantagione clonale è efficace nel tempo solamente se si fa un uso responsabile del

materiale di propagazione. E' per questo motivo che la legge prevede l'impiego di miscugli di cloni con lo scopo di garantire la sostenibilità delle piantagioni, cercando di evitare i gravi problemi di ordine ecologico frequenti in qualsiasi monocultura. Se da un lato si vorrebbero ottenere produzioni omogenee, degne di una Arboricoltura da Legno avanzata, dall'altro però c'è sempre la necessità di dover diversificare il capitale produttivo, mediante una sufficiente variabilità genetica nelle piantagioni.

• Una piantagione può essere assimilata ad una radura in cui si è insediata una popolazione di ciliegio di neo-colonizzazione. Questa specie adotterebbe naturalmente la propagazione vegetativa come metodo di diffusione. La variabilità naturale del ciliegio è piuttosto bassa e sicuramente inferiore a quella che si consiglia di adottare in piantagione. Comunque almeno 7-8 cloni mescolati per piede d'albero sono più che sufficienti a garantire un'adeguata copertura sotto il punto di vista della variabilità. Piantare cloni in maniera adeguatamente controllata è sicuramente meno pericoloso che piantare semenzali provenienti dalle stesse 2 o 3 piante madri (impollinate normalmente dal solito numero di piante paterne) come frequentemente avviene. Per motivi di razionalità delle operazioni di utilizzazione è possibile anche prevedere la piantagione mista di cloni disposti a lotti su file.

• Importante integrazione, sia per gli effetti colturali sulla ramificazione, sia per la diversificazione specifica nell'ecosistema "piantagione", deriva dall'impiego di specie arbustive o arboree di accompagnamento di cui si conoscono ormai gli indiscutibili benefici effetti.

• Quando le condizioni ambientali sono favorevoli si può realizzare un'Arboricoltura da Legno con latifoglie di pregio, con costi relativamente contenuti e con notevoli vantaggi per il proprietario che, nel giro di 3-4 turni, può vedere decuplicato il valore della massa legnosa.

2.3 Metodi di individuazione e selezione di materiali di base

FULVIO DUCCI

Per individuare materiali di base di ciliegio selvatico è necessario tener conto delle sue caratteristiche (DUCCI e VERACINI 1990):

- di distribuzione sul territorio per piante isolate o in piccoli gruppi, talvolta di polloni radicali;
- la facilità di propagazione per innesto, talea radicale ed anche mediante coltura *in vitro*;
- la fruttificazione non costante nel tempo, legata al regime termico nel periodo invernale ed alle caratteristiche individuali;
- la germinabilità del seme non omogenea e l'interruzione della dormienza complessa, che può essere posticipata anche di due anni;
- l'impollinazione entomogama e la disseminazione zoocora, che rendono i flussi di geni tra le varie popolazioni piuttosto lenti rispetto alle specie anemofile. Ciò ha effetti sulla variabilità e sulla struttura genetica dei popolamenti, caratterizzati da un certo grado di consanguineità che, a sua volta, è parzialmente compensata dall'auto-incompatibilità.

Queste caratteristiche hanno orientato i programmi di miglioramento genetico verso la *selezione di popolazioni* dotate di un numero di individui relativamente elevato, almeno 20, per area fisiografica; la *selezione di fenotipi superiori* al loro interno da impiegare non solo per la raccolta di seme, ma anche come *ortet* per la produzione di cloni per la costituzione di *arboreti da seme* o per l'*Arboricoltura da Legno* (MAGINI 1976; ZOBEL e TALBERT 1984).

La propagazione vegetativa relativamente facile ha consentito di realizzare in breve tempo una rete di *collezioni di germoplasma* e di *prove comparative multisito* per stimare l'*interazione genotipo*

x ambiente.

Come si può notare, questo schema di programma di miglioramento è caratterizzato da evidenti risvolti pratici, che consentono di ottenere:

- conoscenza della distribuzione geografica della specie e della sua variabilità genetica;
- immediata disponibilità di materiale di base rappresentativo di popolazioni geografiche (aree di raccolta, materiali selezionati) e di origine nota, con conseguente possibilità di approvvigionamento di seme parzialmente migliorato per gli usi vivaistici;
- realizzazione di collezioni clonali *ex-situ* che costituiscono il passo fondamentale per garantire la conservazione del materiale individuato e destinato a miglioramento genetico. Da questo momento si combinano i metodi di miglioramento basati su riproduzione sessuale e propagazione vegetativa;
- la propagazione massale *in vitro* degli *ortet* scelti in foresta. In questo modo sarà possibile effettuare una prima valutazione del materiale (*qualificato e/o controllato*), conseguendo un elevato guadagno genetico da utilizzare immediatamente per scopi applicativi. Le prove comparative di provenienze e di progenie permetteranno di saggiare il valore colturale del materiale;
- ulteriori iterazioni del programma ed approfondimenti in particolari territori per allargare la base genetica in altre zone geografiche;
- la realizzazione di arboreti da seme (*materiale qualificato e/o controllato*) a circa un terzo (15-20 anni di età) del ciclo biologico prevedibile nelle prove comparative, quando buona

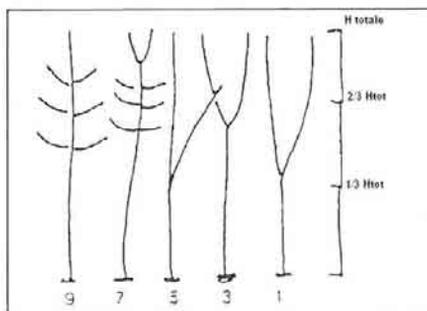


Figura 7a - Modelli di riferimento impiegati per la valutazione dei fenotipi relativamente alla dominanza (i numeri sono i punteggi attribuibili).

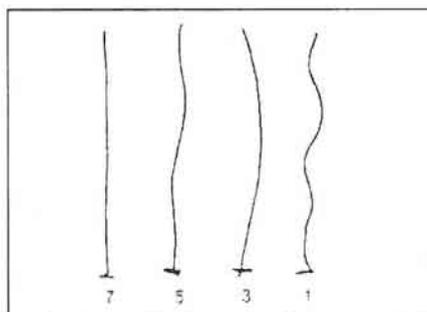


Figura 7c - Modelli di riferimento impiegati per la valutazione dei fenotipi relativamente alla forma del fusto (i numeri sono i punteggi attribuibili).

parte dell'informazione sui caratteri adattativi e produttivi è stata raccolta.

La scelta in foresta dei fenotipi superiori è stata effettuata tenendo in considerazione i caratteri relativi a portamento, forma del fusto, tipo di ramificazione, condizioni fitosanitarie, accrescimenti in relazione all'età ed ambiente di origine. Questi caratteri sono stati valutati in maniera il più possibile oggettiva, mediante punteggi (Figura 7a, b, c) attribuiti attraverso una scheda di valutazione (DUCCI e VERACINI 1990).

Non potendo individuare popolamenti puri ben definiti e di una certa estensione, si è provveduto

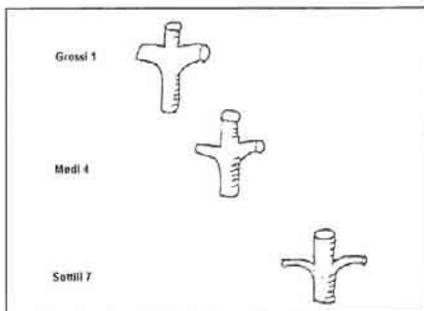


Figura 7b - Modelli di riferimento impiegati per la valutazione dei fenotipi relativamente alle dimensioni dei rami (i numeri sono i punteggi attribuibili).

a riunire le piante scelte in *aree fisiografiche* che potremmo definire, come già accennato, anche come *aree di raccolta*, equivalenti ai *soprasuoli* previsti dalla Direttiva 1999/105/CE e dal D.Lgs. 386/2003 (Figura 2a, b, c, d, Cap. 1).

2.3.1 Alcuni parametri di valutazione

FULVIO DUCCI
e ALBERTO VERACINI

Scopo di un programma di miglioramento genetico è di ottenere la più ampia risposta alla selezione nella maniera più veloce e meno costosa possibile. Il punto di partenza è la creazione di una base genetica costituita da individui di elevato valore fenotipico, da impiegare come generazione parentale per le successive fasi di miglioramento.

Dal 1988 (DUCCI *et al.* 1988a) l'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo (ISSA) ha provveduto a realizzare un primo catalogo (Tabella 2, Cap. 1; Figura 2a, b, c, d, Cap.1) di popolazioni di possibile impiego come materiali di base. Esso è articolato per regioni, suddivise

a loro volta in aree di raccolta omogenee, in senso lato, per parametri climatici, geo-pedologici e topografici. Talvolta si è resa necessaria un'ulteriore suddivisione in aree più piccole, a seconda dell'esposizione dei versanti o del settore di un dato complesso orografico.

Entro queste è stata condotta la selezione di *individui fenotipicamente superiori* (MORANDINI 1968; MAGINI 1973; WRIGHT 1976; ZOBEL e TALBERT 1984) per garantire rapidamente un impiego pratico dei materiali. La selezione fenotipica di individui è comunque il passaggio obbligato per l'avvio del miglioramento genetico vero e proprio. Essa consente infatti di ottenere materiale di propagazione, almeno parzialmente migliorato, in tempi relativamente brevi rispetto ai lunghi cicli biologici delle specie arboree.

I caratteri in base ai quali effettuare la selezione devono avere due requisiti essenziali:

- essere sotto controllo genetico almeno moderatamente forte;
- avere interesse economico di rilevanza tale da giustificare l'azione di miglioramento.

Le *schede di valutazione* sono nate dall'esigenza di effettuare la scelta di *piante candidate* in foresta secondo criteri di oggettività, basati su sistemi di attribuzione di punteggio per ogni carattere rilevato. Le piante candidate sono state selezionate comparandole, a parità di età e di fertilità ambientale, con quelle della popolazione di appartenenza. Si è proceduto successivamente alla scelta di *alberi plus* tra quelle candidate che hanno mostrato i punteggi complessivi più elevati. Attualmente si stanno conducendo sperimentazioni necessarie a valutare il valore genetico del materiale selezionato attraverso prove comparative di cloni o di discendenze.

Metodo di selezione e sistema di attribuzione del punteggio

Per la distribuzione del ciliegio selvatico è diffi-

cile adottare sistemi di scelta basati sull'impiego di *differenziali di selezione* (ZOBEL e TALBERT 1984) come per le specie che vegetano in estesi popolamenti puri. In questi ultimi, generalmente, i fattori che determinano l'accrescimento e le caratteristiche tecnologiche, sono più facilmente estrinsecabili. Perciò i parametri incrementali ed adattativi divengono, almeno parzialmente, validi indici del valore genetico. In queste tipologie di popolazioni, inoltre, si può individuare un elevato numero di candidati all'interno del quale focalizzare poi la scelta di *piante plus*. Nelle popolazioni di specie a distribuzione sparsa, caratterizzate da elevata componente individuale della variabilità totale, i raffronti possono, invece, essere fatti non tanto su parametri dendrometrici, quanto su caratteristiche morfologiche del fusto, dei rami, di portamento, architettura generale e tecnologiche.

Ecco dunque perchè si è trovato conveniente adottare il metodo della selezione fenotipica di individui ed *ortet* che, generalmente, porta a risultati soddisfacenti se si prendono in considerazione caratteri ad elevata ereditabilità (HALL e MILLER 1985; SANTI *et al.* 1988).

L'impiego di un *sistema multi-carattere* che consente di effettuare una selezione combinata con più caratteri, riduce la soggettività della scelta.

Il sistema adottato nella scheda potrà essere impiegato anche per la valutazione complessiva in campo delle stirpi (clonali o da seme), ottenute dai fenotipi superiori, al fine di stimare l'ereditabilità di ciascun carattere e la risposta alla selezione o guadagno genetico.

Il sistema multi-carattere è utile quando si debbano comparare piante di età diverse.

Condizione essenziale per la valutazione dei punteggi è che sia sempre lo stesso gruppo di persone a fare le valutazioni e che si faccia riferimento alle caratteristiche della popolazione

media locale.

Al fine di una maggior comprensione del lavoro, ricordiamo i principali parametri sopra citati:

1) *differenziale di selezione*

$$S = x_f - x_p$$

è la differenza tra valore fenotipico dei fenotipi scelti (x_f) e media generale (x_p) della popolazione cui appartengono. Gioca un ruolo importante nelle fasi successive del miglioramento per la stima della risposta alla selezione (MAGINI 1973, 1976; NAMKOONG 1979; ZOBEL e TALBERT 1984);

2) *risposta alla selezione o guadagno genetico*

$$G = h^2 S$$

dove h^2 è l'ereditabilità (Cap. 2.4) per quel dato carattere. Il miglioratore può agire cercando di massimizzare S adottando una rigorosa selezione

fenotipica, quindi aumentando la pressione selettiva sulla popolazione che ha in esame. Questo si può ottenere valutando ed agendo su altri due parametri molto semplici:

- *l'intensità di selezione* (i) (numero di individui selezionati per popolazione);
- *la deviazione standard fenotipica* (σ_f).

Questi parametri contribuiscono a definire S :

$$S = i \sigma_f$$

da cui deriva anche

$$i = \sigma_s / \sigma_f$$

dove i indica di quante unità di deviazione standard la media della popolazione scelta supera quella generale della popolazione di base.

Sul guadagno genetico G si può intervenire, inoltre, cercando di aumentare quanto più possibile h^2 .

2.4 Cloni di ciliegio selvatico, perchè no? Un test pilota⁽⁹⁾ per valutare i caratteri necessari per la selezione clonale

FULVIO DUCCI, LAMBERTO DAL RE, ROBERTA PROIETTI
GIOVANNI SIGNORINI e ANDREA GERMANI

Abbiamo visto come la componente clonale sia un elemento importante nella biologia e nell'ecologia del ciliegio e come questa proprietà costituisca potenzialmente un vantaggio per l'impiego in Arboricoltura da Legno.

Questo aspetto è stato colto un po' in tutta Europa (BENNER 1986; CARRIO 1986; HUBERT 1986; INSTITUTE PER LE DEVELOPMENT FORESTIER 1980; PRYOR 1988; TEISSIER DU CROS 1980; THILL 1975) e da noi sviluppato con particolare attenzione.

Dal 1985 viene infatti portata avanti, tra le altre sperimentazioni, anche una rete di prove comparative (Figura 8a, b) con lo scopo di:

- verificare la possibilità di attuare programmi di arboricoltura clonale da legno con l'impiego di ciliegio selvatico;
- saggiare diversi ambienti pedo-climatici dell'Italia centro-settentrionale;
- disporre di stime attendibili dei parametri relativi ai caratteri impiegati per la valutazione dei materiali clonali.

Le indicazioni attese hanno permesso e permettono di valutare:

- le potenzialità offerte dalla selezione clonale (questo tipo di selezione, infatti, consente di ottenere elevati guadagni genetici grazie all'individuazione di cloni idonei agli scopi prefissati);
- la risposta della specie alle tecniche di arbori-

coltura da legno;

- l'individuazione di condizioni stazionali adatte alla coltura intensiva del ciliegio.

La strategia di miglioramento stabilita e la conoscenza dei parametri relativi ai caratteri fenotipici hanno permesso di adottare, in seguito, il metodo cosiddetto dell'*Independent Culling*⁽¹⁰⁾, un metodo di selezione multi-carattere, combinato con quello degli *Indici di selezione*⁽¹¹⁾ (Box 1, Cap. 2.5). Seguendo questo metodo i materiali vengono selezionati e valutati per un gruppo iniziale di caratteri, per passare poi all'esame di altri in età più avanzata. Ad esempio la selezione può essere effettuata nei primi anni ponendo maggior attenzione alla velocità di accrescimento ed all'architettura delle piante e poi, con l'avanzare dell'età delle prove comparative, si può passare alla valutazione relativa alla resistenza a stress ambientali o, se necessario, a patogeni o insetti tra i più significativi per la specie. Nel nostro caso abbiamo proceduto dapprima a valutare i caratteri del gruppo dendro-auxo-metrico ed architettonici, siamo poi passati alla qualificazione estetica del legno. Attualmente siamo in fase di valutazione

(9) Sperimentazione avviata con l'Azienda Regionale delle Foreste dell'Emilia-Romagna (A.R.F.E.R.) ed attualmente con l'Azienda "M. Marani" di Ravenna. Ricerca finanziata nell'ambito del progetto **Arboric** della Regione Emilia Romagna.

(10) Prevede la selezione multi-carattere in cui vengono stabiliti dei valori minimi per ciascun carattere che interessa il miglioratore. Tutti gli individui che superano questi limiti minimi vengono selezionati come base per ulteriori programmi o direttamente per gli scopi che ci proponiamo (ZOBEL e TALBERT 1984).

(11) Sintetizzano l'informazione relativa a più caratteri in un unico indice di selezione. Nella pratica ad ogni individuo viene attribuito un unico valore dell'**Indice di Selezione**. Questo valore deriva dall'attribuzione di pesi diversi a ciascun carattere incluso. Il peso può essere stimato in funzione dell'importanza biologica, economica, culturale o tecnologica di ciascun carattere, cosa non sempre facile da realizzare.

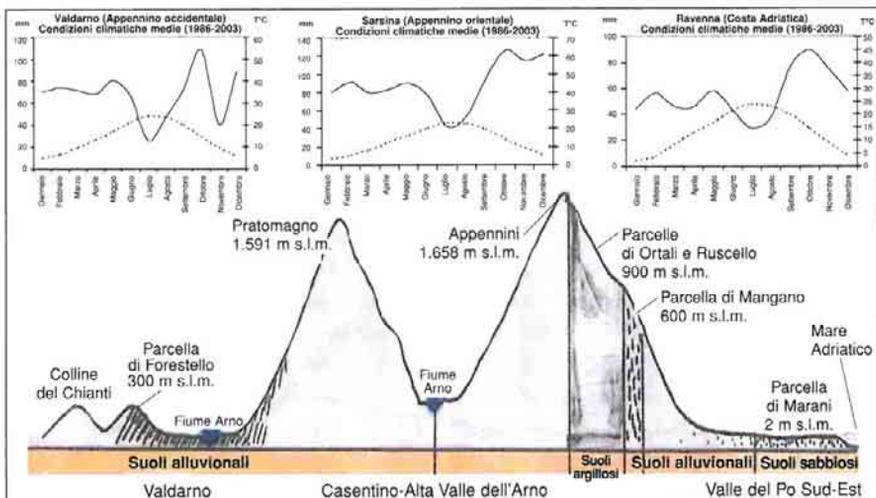


Figura 8a - Schema dell'esperimento pilota sui primi cloni di ciliegio da legno micro-propagati in Italia.

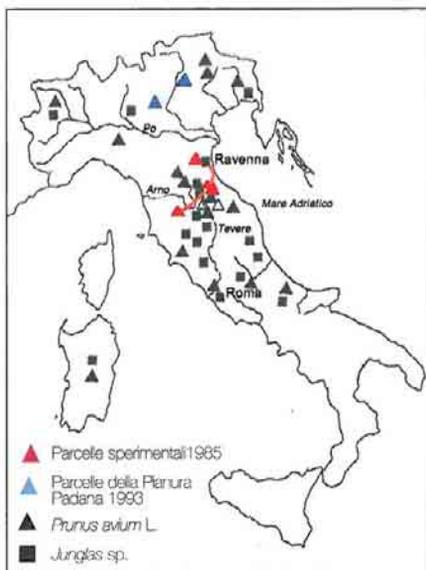


Figura 8b - Distribuzione della rete sperimentale e delle collezioni di germoplasma CRA-ISSA di nocce e ciliegio da legno. In rosso la posizione dell'esperimento di cui in Figura 8a, in celeste le parcelle della rete sperimentale Drugolo - Montecchio Precalcino.

della possibile resistenza ai principali patogeni. A questo scopo è stato realizzato un *test pilota* (DUCCI *et al.* 1990) in cui sono state impiegate piantine micro-propagate di 1 anno. La piantagione realizzata tra il 1985 ed il 1986, è stata preceduta in tutte le aree sperimentali da aratura andante profonda (circa 50 cm), seguita da fresatura. Le piantine sono state messe a dimora a radice nuda in buche, con un sesto quadrato di 3 m, oggi considerato molto ridotto ma allora molto ampio. Il disegno sperimentale adottato è a blocchi randomizzati, con parcelle elementari di 12 piante. Ciascun clone in ogni località è rappresentato da un numero medio di 80 piante, quindi in quantità più che sufficiente per la stima dei parametri statistici. Le aree sperimentali si trovano in situazioni ambientali diverse (Figura 8a), rappresentative di diverse condizioni di fertilità: parcelle di Marani (RA) e Forestello (AR), con ottime caratteristiche, Ortali-Ruscello e Mangano (FO) con terreni in forte pendenza o molto argillosi.

I siti sperimentali

Azienda Agraria Sperimentale "M. Marani" (RA)

Questa azienda è situata a pochi chilometri a nord di Ravenna, in terreno pianeggiante, a livello del mare. Le precipitazioni annue non sono molto elevate, ma la falda freatica, nonostante l'abbassamento verificatosi negli ultimi anni, si trova a scarsa profondità. I suoli, normalmente usati per colture agrarie intensive, sono profondi, limosi, talvolta intercalati da lame di materiale sabbioso, che possono determinare stress idrico nel periodo estivo.

L'ambiente è quello tipico della pianura antropizzata, con agricoltura intensiva e specializzata, basata sulla frutticoltura; le uniche formazioni forestali della zona sono costituite da pinete litoranee.

Ortali-Ruscello e Mangano (Comune di Sarsina - FC)

In queste località le parcelle sono state realizzate in ambiente di collina medio-alta (altitudine: 500 m s.l.m. a Mangano e 670 ad Ortali-Ruscello), un tempo sottoposto a pascolo. Il paesaggio forestale è caratterizzato da cedui a prevalenza di carpino nero e roverella, alternati a coltivi e prati pascoli. I suoli, in genere di limitato spessore, sono originati da rocce marnoso-arenacee che per loro struttura fisica sono facilmente erosi. Si tratta in genere di terreni poco drenati, a pH sub-alcino, con elevate quantità di calcare e potassio, pochissimo fosforo, ben dotati di sostanza organica. Le pendenze massime nelle parcelle sono del 30%.

La località Mangano è caratterizzata da un microclima più fresco e dotato di maggior fertilità rispetto alle altre, essendo nell'impluvio di una stretta valle, orientata in direzione nord-est sud-ovest; Ortali-Ruscello è invece situata su una pendice esposta a sud-ovest, fatto che determina maggiore aridità estiva.

Forestello (Comune di Cavriglia - RR)

Quest'area sperimentale è stata realizzata nel 1986

sulle discariche della miniera di lignite a cielo aperto della centrale ENEL di S. Barbara. Il substrato pedologico è costituito da materiali di risulta della miniera, impiegati per riempire i valloni laterali della valle principale dell'Arno. Si tratta di terreni vergini di profondità, con alta percentuale di argilla (tra 44 e 30%), scarsa porosità e permeabilità, con pH intorno a 5,6. Questi terreni sono molto poveri di azoto e fosforo. Per sopperire a tale scarsità le parcelle sono state realizzate in mescolanza ad ontano napoletano (*Alnus cordata* Lois.).

Il materiale vegetale

Esso è costituito dai primi cloni propagati *in vitro*, selezionati dal nostro Istituto e da due cloni dell'Istituto di Coltivazioni Arboree dell'Università di Bologna.

Nel 1995 si è proceduto al primo diradamento nella parcella di Ravenna dove, per il veloce accrescimento, le chiome erano ormai a stretto contatto. In questa occasione è stato eliminato, mediante un diradamento geometrico a quinconce, il 25% delle piante e da quel momento tutte le misurazioni successive sono state eseguite sul 50% di piante destinate a rimanere fino alla fine del turno. Il restante 25% verrà eliminato successivamente ed impiegato per tutte le prove e rilievi tecnologici necessari alla valutazione dei cloni.

Caratteri esaminati

Ai caratteri esaminati sono stati attribuiti punteggi secondo il metodo accennato nel cap. 2.3.1:

- *dirittezza del fusto* (punti: da 1 sinuoso a 7 dritto) (Figura 7c);
- *dominanza* (punti: da 1 a 9) (Figura 7a);
- *angolo dei rami* (punti: da 1 fastigiati a 7 orizzontali);
- *dimensione dei rami*, espressa dal rapporto tra diametro dei rami principali di uno pseudo-verticillo e quello del fusto all'altezza corrispondente (Figura 7b);

- *quantità totale di rami* all'età di 6 anni;
- *numero medio di rami* per pseudo-verticillo;
- *incremento medio* per altezza (H) e diametro (Dbh) dei due anni successivi alla piantagione (H92-93 e Dbh92-93), con lo scopo di valutare la ripresa di vigore dopo la piantagione;
- *incrementi medi* di H e Dbh tra il terzo e l'ultimo anno di osservazione (H94-2001 e Dbh94-2001);
- *colore del legno*, espresso con misure quantitative da parametri fisici misurati strumentalmente (cap. 6). Tutti sono importanti per la valutazione estetica del legno da destinare all'industria.

Risultati

Componenti % della varianza

Per quanto riguarda gli accrescimenti e le caratteristiche della ramificazione, la componente della variabilità osservata è imputabile ai cloni in misura oscillante dal 60 al 70%.

A titolo di esempio si riportano di seguito alcuni valori indicativi delle Componenti % della Varianza, stimate per alcuni dei principali caratteri relativamente all'effetto dei blocchi (variabilità all'interno del disegno sperimentale) e dei cloni nei due siti sperimentali di maggiore (Ravenna e Forestello) e minore (Ortali-Ruscello e Mangano) fertilità ambientale. Nelle prime parcelle speri-

mentali le caratteristiche del clone si estrinsecano al meglio e quindi l'ereditabilità è maggiore.

Effetto dei Blocchi (%)

- per H varia da 0,27 a 4,56;
- per Dbh varia da 1,14 a 2,33;
- per l'angolo dei rami varia da 0,00 a 2,30.

Effetto dei Cloni (%)

- per H varia da 70,00 a 72,20;
- per Dbh varia da 63,20 a 65,42;
- per l'angolo dei rami varia da 51,24 a 65,40.

Come si può comprendere dai dati le condizioni ambientali dei siti sono relativamente omogenee, l'effetto dei blocchi è sempre e comunque basso, mentre quello clonale ha valori mediamente elevati.

Ereditabilità clonale (H^2) dei principali caratteri

Quando si lavora con materiale clonale è dunque da aspettarsi che l'ereditabilità clonale⁽¹²⁾ (H^2) sia elevata. Questo si è verificato per quasi tutti i caratteri presi in esame. Essa è tanto maggiore quanto più alta è la fertilità agronomica del luogo e soprattutto l'omogeneità della superficie interessata. Un'ottima fertilità distribuita omogeneamente,

(12) L'ereditabilità stima quanta parte della variazione in una popolazione è attribuibile a differenze genetiche tra individui. Essa è espressa da un rapporto che indica il grado con cui i genitori trasmettono le loro caratteristiche alla discendenza. È quindi un parametro importante per la stima dei guadagni ottenibili attraverso programmi di selezione e miglioramento. Si hanno due tipi di ereditabilità individuale normalmente applicati nel settore forestale: quella cosiddetta *sensu lato* (H^2) e quella detta in senso stretto (h^2). La prima è quella che ci interessa nel caso della selezione clonale, essa è in definitiva il rapporto tra varianza genetica totale di una popolazione e varianza fenotipica:

$$H^2 = \sigma_G^2 / \sigma_F^2 = (\sigma_A^2 + \sigma_{NA}^2) / (\sigma_A^2 + \sigma_{NA}^2 + \sigma_E^2)$$

Dove σ_A^2 è la componente additiva della varianza, trasmessa alla discendenza, per quel dato carattere, da ciascun genitore come somma degli effetti;

- σ_{NA}^2 è la componente della varianza determinata dall'interazione tra alleli di quel dato carattere trasmessi dai genitori (quindi non c'è somma degli effetti ma, ad esempio dominanza completa o parziale o effetti epistatici) non può essere predetta o stimata prima che un incrocio si verifichi, come invece avviene per la varianza additiva;

- σ_E^2 rappresenta la componente della varianza indotta dall'ambiente.

Quando si usa la propagazione vegetativa (micropropagazione, talee, innesti ecc.) tutta la variazione, additiva e non additiva, viene trasferita dall'ortet alla discendenza clonale, non subendo questa interazioni o rimescolamenti che normalmente si verificano nella discendenza ottenuta per via generativa. In questo caso l'unico sistema per avvicinarsi al valore massimo di ereditabilità (1) consiste nell'effettuare una severa ed accurata selezione fenotipica sugli orteti e poi valorizzare i cloni in ambienti scelti appositamente e soprattutto omogenei quanto a condizioni ambientali, riducendo quindi il più possibile la componente ambientale della varianza. È quanto si verifica in pioppicoltura o nel nostro esempio (WRIGHT 1976; ZOBEL e TALEFFI 1984).



Foto 9a - Il test clonale di Ravenna (az. Marani), nel 1988, a tre anni dalla messa a dimora.



Foto 9b - Lo stesso test tredici anni più tardi.

tende infatti a ridurre la componente ambientale della varianza (σ_E^2) e permette di esaltare le caratteristiche dei cloni presi in esame, facendo avvicinare il valore di H^2 ad 1.

Ritornando all'esperimento, si può notare come effettivamente il valore di questo parametro tenda a ridursi quando le località mostrano minore omogeneità e fertilità.

Località con miglior fertilità ambientale (Ravenna e Forestello-Ualdarno)

- per H in generale: da 0,62 a 0,77
- per Dbh: da 0,63 a 0,64
- per l'angolo dei rami: da 0,51 a 0,67

Località con peggior fertilità ambientale (Ortali-Ruscello e Mangano)

- per H: varia da 0,42 a 0,44
- per Dbh: varia da 0,28 a 0,33
- per l'angolo dei rami: varia da 0,44 a 0,52.

Un'altra interessante informazione deriva dalle correlazioni tra i principali caratteri:

- H tot/Dimensione dei rami: - 0,21 n.s.⁽¹³⁾
- H tot/Dbh: 0,69**⁽¹⁴⁾
- Dimensione dei rami/Dbh: - 0,34**

(13) Non significativo.

(14) Significativo per $P \leq 0,01$.

- Dbh/Incr. medio di altezza: 0,53**

Questi dati mostrano, ad esempio, come la selezione fenotipica per la dimensione dei rami non sia influenzata dall'altezza della pianta.

Non è possibile trovare, al momento, un'abbondante letteratura sull'impiego di cloni di latifoglie a legname pregiato e soprattutto sul ciliegio. Sino ad ora solo DUCCI *et al.* (1990), MURANTY *et al.* (1998) hanno pubblicato risultati relativi a questo tipo di ricerche.

D'altra parte questa forma di coltivazione è già ampiamente in uso in Italia per la pioppicoltura ed in altri paesi europei anche per piante forestali, come l'abete rosso (KLEINSCHMIT 1983), *Pinus contorta*, *Pinus radiata*, gli eucalipti ed il ciliegio stesso (CORNU *et al.* 1981), spesso con risultati soddisfacenti.

L'arboricoltura clonale del ciliegio in particolare, ma anche di altre specie forestali, nel nostro Paese deve ancora essere assimilata nella cultura forestale e soprattutto deve essere compreso che va diffusa in aree ad elevata fertilità, dove l'ambiente può estrinsecare al meglio le caratteristiche dei cloni.

L'impiego dei cloni consente di utilizzare tutta la varianza genetica (non solo quella di natura additiva) e quindi di ottenere elevati guadagni genetici. H^2 è caratterizzata da valori che dimostrano che l'effetto clonale è più elevato in Marani e più basso per Mangano e Ortali-Ruscello, le due località meno fertili.

L'esperimento pilota qui descritto porta, in sintesi, alle seguenti conclusioni:

- esiste un notevole effetto clonale nel controllo di certi parametri dendrometrici, (altezza e diametro) e tecnologici (ramosità e soprattutto angolazione dei rami);
- l'interazione *genotipo x ambiente* è in genere bassa, soprattutto per i cloni che manifestano più elevati tassi incrementali;
- le correlazioni tra caratteri relativi alla forma del fusto, quelli che descrivono la ramificazione e quelli che riguardano la produzione in termini di biomassa legnosa (H e Dbh), non sono sempre ben marcate, a causa della variabilità individuale (quella dei *ramet*)⁽¹⁵⁾ determinata da variazioni della componente ambientale;
- l'ereditabilità in senso lato è elevata per molti caratteri che possono essere presi in considerazione nella selezione dei cloni;
- facendo riferimento all'area di Forestello, il testimone di semenzali dimostra, al momento, un'elevata eterogeneità oltre a minori accrescimenti iniziali;
- il sesto d'impianto adottato, nel caso di forti incrementi iniziali come per Marani, si è rivelato inadeguato, indicando per le attività successive la necessità di ricorrere ad una maggiore spaziatura, ad un sesto definitivo e ad una eventuale consociazione con specie accessorie (Foto 9a e 9b).

Visti i risultati ottenuti sembra dunque possibile proporre l'impiego del ciliegio selvatico per la produzione di legname pregiato con criteri di arboricoltura clonale.

L'uso dei cloni dovrà tuttavia essere limitato a superfici non troppo ampie e particolarmente idonee, in opportune mescolanze e solo impiegando cloni adatti per ciascun tipo di ambiente. La coltivazione su larga scala di cloni può presentare inconvenienti e rischi da valutare con attenzione,



Foto 10 - Il test clonale di Forestello (AR), nel 2003. E' evidente l'effetto della consociazione, in questo caso con *Alnus cordata*.

adottando gli accorgimenti necessari ad evitare problemi di ordine ecologico e fito-patologico e a garantire la sostenibilità della piantagione da legno.

Non dobbiamo dimenticare gli insuccessi verificatisi in pioppicoltura, quando è stato ristretto eccessivamente il numero dei cloni impiegati, o quando la selezione ha perseguito prioritariamente la produttività senza tener conto del miglioramento contro le avversità.

Considerazioni finali

L'impiego di cloni in località ottimali potrà dare risultati molto soddisfacenti grazie alle potenzialità della specie, ma il ricorso a materiale proveniente da arboreti da seme specializzati sarà sempre da preferire negli altri casi, perchè comunque sarà dotato di livelli di variabilità superiori.

Nelle zone di alta collina ed in montagna si può introdurre questa specie in coltura intensiva, ma solo in situazioni di buona fertilità, in genere limitate a superfici molto piccole; per il recupero di terreni degradati e particolarmente impoveriti sono da considerare più adatte le specie usate in passato per i rimboschimenti tradizionali.

L'arboricoltura, in quanto coltura specializzata

(15) Piante appartenenti allo stesso clone e caratterizzate tutte dallo stesso genotipo.

che richiede elevate quantità di energia e capitali, non può prescindere dall'impiego della specie in condizioni stazionali ottimali.

Le informazioni, che anche oggi giungono da piantagioni poste in ambienti poco idonei, indicano chiaramente quanto siano suscettibili ad attacchi di patogeni le piante che vivono in condizioni di stress. Quindi, quanto più ci si allontana dall'optimum ambientale, tanto più saranno elevati i costi di profilassi e cura.

Le prove di Marani (Foto 9a, b) e Forestello (Foto 10) rappresentano condizioni ottimali per la coltivazione intensiva del ciliegio selvatico, mentre le parcelle di Mangano ed Ortali-Ruscello sono al limite delle condizioni per un conveniente impiego della specie.

Sulla base di questi dati si può inoltre considerare che:

- per la produzione di legname, la selezione clonale può essere un importantissimo strumento nelle mani dell'arboricoltore;
- costui può scegliere tra cloni a bassa interazione con l'ambiente o, nel caso operi in condizioni particolari, può impiegare materiale "specializzato", ad elevata *interazione clone x ambiente*.

Un carattere di particolare interesse: il colore

E' evidente che, dopo aver assicurato alla filiera

vivaistica la disponibilità di cloni produttivi, di almeno discreta qualità morfologica e di buona capacità adattativa, si cerchi anche di selezionarli per caratteri che abbiano applicazione per l'industria ed il commercio.

Il colore è sicuramente uno di questi.

Esso è alla base della valutazione estetica del legno ed è fondamentale la qualificazione del legname destinato all'industria del mobile. Oggi è possibile procedere a valutazioni oggettive dei principali parametri cromo-metrici, ottenendo dati quantitativi misurati con metodi non distruttivi, su carotine estratte dal fusto di piante vive. Queste valutazioni vengono effettuate con appositi colorimetri, che sono in grado di misurare i parametri fisici delle componenti (ad esempio rosso, verde, giallo, blu ecc.) del colore stesso. Consentono anche di caratterizzare, ai fini della qualificazione estetica del legno, i cloni che hanno raggiunto dimensioni utili per effettuare valutazioni affidabili (per maggiori approfondimenti vedi Cap. 6). Tuttavia si può anticipare che le dimensioni e l'età delle prove comparative che abbiamo a disposizione consentono di fare valutazioni relativamente ai parametri genetici che lo caratterizzano.

Innanzitutto è bene chiarire che non esistono colorazioni migliori di altre, si può quindi selezionare e propagare materiale che presenti le caratteristiche più diverse e che incontri i gusti

	L*	a*	b*	White Index	C*	h
Duramen	17,0	18,2	11,4	18,8	10,9	30,8
Alburno	67,8	53,6	43,3	57,6	52,5	27,9
Alburno (errore)	4,6	4,2	3,3	3,8	3,8	2,9

Legenda: L* = luminanza; a* = asse verde/rosso; b* = asse blu/giallo; C* = croma/saturazione; h = angolo di tinta.

Tabella 11 - Componenti % della varianza stimate in Ravenna per i cloni e per i *ramet* entro i cloni, relativamente ai diversi parametri colorimetrici. Come si può osservare i valori più alti sono quelli relativi all'alburno. Per il duramen l'importanza del clone diminuisce, prendendo probabilmente il sopravvento l'accumulo di sostanze coloranti, indipendentemente dall'effetto genotipico (vedi Figura 20, Cap. 6).

	L*	Dunc	a*	Dunc	b*	Dunc	C*	Dunc	h	Dunc	Nome clone	Cod.
Duramen	68,30	bc	4,75	a	22,05	a	22,56	a	77,84	b	Puzzolo	7
	67,64	b	4,84	a	22,52	ab	23,04	ab	77,88	b	Alpe1	3
	69,88	c	4,86	ab	23,02	bc	23,53	bc	78,07	b	Alpe2	4
	65,76	a	5,09	ab	23,64	cd	24,19	cd	77,84	b	CB	6
	67,58	b	5,16	b	22,92	bc	23,50	bc	77,32	b	Chiesa	2
											Vecchia 85	
	68,78	bc	5,21	b	23,15	bcd	23,73	bc	77,34	b	Chiesa	1
											Vecchia 84	
	65,01	a	6,11	c	23,93	d	24,70	d	75,68	a	Villa Ghigi	5
	Alburno	72,10	ab	4,40	a	22,01	a	22,46	a	78,42	b	Puzzolo
73,56		b	4,54	ab	23,48	b	23,91	b	79,09	b	Chiesa	2
											Vecchia 85	
74,76		c	4,57	ab	23,66	b	24,11	b	79,11	b	Chiesa	1
											Vecchia 84	
73,63		bc	4,67	ab	23,33	b	23,80	b	78,72	b	CB	6
74,13		bc	4,81	ab	24,30	bc	24,78	bc	78,87	b	Alpe2	4
72,55		bc	4,99	b	24,14	bc	24,66	bc	78,36	b	Alpe1	3
70,62	a	5,56	c	25,08	c	25,70	c	77,57	a	Villa Ghigi	5	

Legenda: Dunc = Test di Duncan; C* = croma/saturazione; h = angolo di tinta.

Tabella 12 - Valori medi dei parametri colorimetrici dei cloni in prova all'Az. Marani. Confronti multipli con Duncan's Test. I valori con le stesse lettere non differiscono significativamente ($P \leq 0,01$).

di categorie differenti di consumatori. L'uso del clone ha il grande vantaggio di consentire omogeneità e ripetibilità delle caratteristiche anche per quanto riguarda il colore. Si potranno perciò selezionare cloni in base a quanto il mercato tende a richiedere per l'estetica, escludendo solo i cloni che presentano con frequenza il difetto della *vena verde*.

Dalle prime prove preliminari appare evidente che il colore del legno, determinato essenzialmente dalla composizione chimica degli estrattivi, ha strette relazioni con l'appartenenza al duramen o all'alburno (Foto 40, Cap. 6), con le caratteristiche chimiche del suolo ed anche con la velocità di accrescimento. A parità di condizioni ambientali, la variazione dipende unicamente dal genotipo e, nel nostro caso, dal clone. Quando si lavora in una singola località il colore è di notevole interesse per caratterizzare i cloni, ovviamente attendendo le giuste dimen-

sioni per valutarlo e soprattutto perché abbia inizio la duramificazione.

Relativamente ai risultati delle nostre esperienze, la componente clonale % della varianza è risultata minore nel duramen e più alta nell'alburno (Tabelle 11 e 12).

L'ereditabilità in senso lato per la maggior parte dei caratteri colorimetrici dell'alburno ugualmente è alta (mediamente maggiore di 0,70). A questo ha contribuito, senza dubbio, la buona omogeneità all'interno dei cloni, documentata da una bassa componente % (<4,7) della varianza imputabile ai ramet.

Lavorando quindi sulla ricerca di giusti siti, con materiali di base appropriati e con tecniche colturali adeguate, appare evidente che l'arboricoltura clonale può fornire lotti omogenei di legno di alta qualità da destinare all'industria dei trancianti.

2.5 La valutazione di cloni e provenienze

FULVIO DUCCI, ROBERTA PROIETTI,
ENRICO CALVO e FEDERICO CORREALE

Grazie alle indicazioni favorevoli della sperimentazione pilota (Cap. 2.4) (DUCCI *et al.* 1990), si è passati all'applicazione del metodo di valutazione su larga scala, realizzando prove comparative molto più ampie.

Una di queste, attualmente la più significativa per età, risalente ai primi anni del 1990, è stata realizzata in due località, prossime alla regione subalpina: Drugolo (BS), sulle colline moreniche a sud del Lago di Garda e Montecchio Precalcino (VI), ai piedi delle Prealpi Venete, su suoli alluvionali (Figura 8b, Cap. 2.4).

In questo esperimento, realizzato con metodologie comuni ai colleghi francesi (MURANTY *et al.* 1998), il disegno sperimentale è costituito da 7 blocchi per località. In ciascun blocco ognuno dei 54 cloni in prova è rappresentato da almeno 2 ramet. I cloni, micro-propagati, appartengono a 8 provenienze del Centro-Nord, della Toscana, del Trentino, del Piemonte e del Veneto.

Scopo dell'esperimento è selezionare cloni da impiegare negli ambienti della valle del Po ed approfondire le informazioni sulla variabilità fenotipica del ciliegio.

Selezione per caratteri quantitativi

I caratteri usati per valutare i materiali sono gli stessi già illustrati ed analizzati nel corso dei precedenti esperimenti pilota (Figura 7a, b, c, Cap. 2.3). Alla stessa maniera i dati sono stati analizzati secondo modalità illustrate nei precedenti capitoli, seguendo i metodi proposti da DUCCI *et al.* (1990), SANTI *et al.* (1998) e MURANTY *et al.* (1998). Si è ricorsi inizialmente all'analisi *intra-sito* per valutare eventuali interferenze determi-

nate da differenze microambientali nei singoli siti sperimentali. Inoltre sono state prese in esame le possibili correlazioni esistenti tra caratteri e parametri geografici di origine. Per ogni carattere si è stimata anche l'ereditabilità clonale (WRIGHT 1976; SANTI *et al.* 1998).

Naturalmente, anche in questo caso, soprattutto perché la prova può avere un immediato riscontro applicativo per la vivaistica e l'arboricoltura da legno, si è ricorsi all'impiego di un *Indice di Selezione* (SI) (Box 1). Sono stati selezionati solo i cloni che mediamente hanno mostrato una performance per SI superiore almeno del 10% alla media di ciascun sito.

Risultati della Prova

Variazione genetica tra i cloni in prova e le loro popolazioni di origine
Marcatori biochimici neutri (Allo-enzimi)

In confronto alle loro popolazioni di origine, il gruppo di cloni usati per realizzare le due prove comparative differisce molto poco per quanto riguarda le caratteristiche genetiche (DUCCI e PROIETTI 1997). Anche per le due piantagioni la componente della variazione totale imputabile ai singoli cloni è elevata (circa l'89% per $F_{is} = 0,108$); mentre F_{IT} (0,216) conferma alti livelli di omozigosi nelle popolazioni e F_{ST} (0,128) indica bassi livelli di differenziazione tra popolazioni.

Il dendrogramma UPGMA (Figura 4a, Cap. 2.1) mostra la posizione genetica della popolazione artificiale comparata alle popolazioni naturali. In ogni caso essa appare inclusa nel *cluster* delle popolazioni settentrionali.

Infine, l'analisi statistica delle Componenti Principali, ha indicato che le prime tre compo-

BOX 1 - IMPIEGO DI INDICI DI SELEZIONE MULTI-CARATTERE PER ESPERIMENTI MULTI-SITO (RIF. CAP. 2.4)

Poiché la valutazione dei materiali è praticamente impossibile esaminando ciascun tratto separatamente, è stato necessario sintetizzare l'informazione in un unico *Indice di Selezione*, calcolato inizialmente per ciascuna pianta. Come già accennato, la stima dei pesi economici dei singoli caratteri che entrano nella composizione dell'Indice non è facile, nessuno infatti si è mai occupato di questi aspetti. Ecco quindi che questa valutazione è stata effettuata stimando, da un lato il livello di ereditabilità clonale di ciascun carattere, dall'altro cercando di attribuire pesi ai diversi caratteri in base al loro impatto sul costo delle cure colturali e sul possibile valore finale del prodotto ottenibile (i tranciati).

L'*Indice di Selezione* adottato per il ciliegio, per quanto riguarda il nostro esperimento è il seguente:

$$SI = Htot + \text{Forma del fusto} * 1.30dom + [(\text{Angolo rami} + N. \text{ rami per verticillo} + H_{92-93})/3]$$

Dove:

- **Htot** esprime non solo la produzione ma anche la capacità di adattamento (peso 1);
- **Forma del fusto** esprime il grado di dirittura del

fusto, importantissima per ottenere un buon prodotto finale (peso 1);

- **dom** esprime la dominanza apicale. Non essendo un carattere eccezionale per la specie è stata usata come "bonus" per integrare il peso della dirittura del fusto (peso 0,30);

- caratteri inclusi nelle **parentesi quadre**: sono da considerare circa di pari peso e sono relativi alle caratteristiche dei rami. Possono avere un impatto sul costo delle potature e quindi anche sugli aspetti tecnologici del legno. Infine è stato considerato l'*incremento medio* (H_{92-93}) subito dopo la piantagione come indice di resistenza allo *stress* della messa a dimora (peso ciascuno 0,30 circa).

I cloni che, sulla base di questo *Indice di Selezione* (da considerare un carattere di sintesi stimato per ciascuna pianta), mediamente hanno mostrato un valore superiore del 10% rispetto alla media ottenuta nelle singole località, sono stati selezionati e ritenuti utilizzabili per ulteriori programmi di miglioramento o per l'immediata produzione di materiali di moltiplicazione.

nenti spiegano circa il 61% della varianza totale e le prime cinque riescono a coprire fino all'82% circa. Questa analisi ha permesso di individuare gli alleli enzimatici più determinanti nel discriminare (separare) le popolazioni in *cluster* diversi: 6Pgd1-b, Got3-b, Pgi2-a, Pgi2-b e Idh1-b.

Variabilità dei caratteri quantitativi

Questa sperimentazione ha permesso di verificare e confermare che:

- tra cloni la produttività può variare in maniera statisticamente significativa;
- tra gruppi di cloni appartenenti alla stessa provenienza geografica le differenze possono essere significative;
- le caratteristiche del fusto (soprattutto la dirittura) e dei rami (soprattutto l'angolo di inserzione) sono relativamente indipendenti dalle condizioni ambientali, ovvero i materiali in comparazione mostrano in generale scarsa interazione con l'am-

biente per questi caratteri;

- i cloni possono essere divisi, spesso indipendentemente dalle caratteristiche del luogo di origine, in gruppi che interagiscono con l'ambiente in cui vengono coltivati o che, invece, sono relativamente indifferenti e mostrano quindi bassa interazione genotipo x ambiente. Questo non significa che debbano essere sempre i migliori ma che, facendo graduatorie di merito (anche se nel complesso la specie non mostra accrescimenti o performance di valore), questi cloni si collocano nei ranghi quasi sempre con le stesse modalità.

Inoltre, relativamente all'ereditabilità clonale dei vari caratteri, sono state confermate le nostre osservazioni, eseguite nelle parcelle pilota di Ravenna e Forestello (Cap. 2.4). I dati hanno confermato anche quanto osservato da SANTI *et al.* (1998) per l'ereditabilità:

- bassa per gli incrementi di altezza iniziali a causa dello *stress* da piantagione;

- più alta per gli incrementi in altezza (0,45) e diametrici (0,48) nel periodo successivo;
- ridotta per il numero di rami (0,34);
- bassa per le dimensioni dei rami e la dirittura del fusto;
- molto alta per l'angolo dei rami (0,50) e per la fenologia fiorale (0,60).

Come immaginabile i valori di ereditabilità sono stati inferiori in Drugolo, dove le condizioni edafiche e la disponibilità idrica nel suolo sono meno omogenee.

Località: Drugolo (BS, a Sud del Lago di Garda) (Foto 11)

Le analisi statistiche hanno mostrato come tra provenienze (cloni riuniti per popolazioni di origine) ci siano differenze marcate, significative dal punto di vista statistico, ma senza interazione tra provenienze e blocchi del disegno sperimentale. L'incremento medio annuo di altezza è, a 11 anni dalla semina (esclusi i primi due anni dalla piantagione), variabile tra i 54 e i 67 cm per le provenienze. Gli incrementi minori sono stati osservati nei cloni delle provenienze dell'area occidentale del Garda, mentre le migliori sono risultate le provenienze toscane e quelle dell'Appennino settentrionale.

Nelle graduatorie costituite attraverso il test di Duncan per il confronto tra le medie ottenute dai cloni, il campo di variazione è ancora relativamente ristretto, con incrementi medi in altezza tra 42 e 75 cm.

Il fatto che qui parliamo di provenienze non deve tuttavia ingannare. Se infatti consideriamo l'insieme dei cloni, senza guardare ad un loro raggruppamento in provenienze, essi si collocano nelle graduatorie di performance senza una strutturazione geografica, o se questa c'è, è molto difficile da intravedere. Ad esempio, il gruppo dei migliori 10 cloni ad accrescimento più veloce, tra i quali l'analisi statistica non ha mostrato differenze significative, è eterogeneo. Questi provengono da più luoghi di origine: Prealpi Venete, Lombardia,



Foto 11 - Il test clonale di Drugolo (Bs).

Toscana e Piemonte. Gli incrementi longitudinali di questo gruppo variano tra 67 e 75 cm. Questa mescolanza deriva dalla forte *componente individuale* della varianza. In pratica l'effetto delle caratteristiche genetiche individuali, è più marcato di quello determinato dalla provenienza geografica o, meglio ancora, dall'appartenenza ad un gruppo ritenuto geneticamente omogeneo, come la popolazione da cui è stato raccolto il materiale di propagazione.

Un clone di origine pressoché locale, VF01 (Valsabbia - BS, ortet in Foto 1), è uno dei migliori assieme a PVN06 e AS06, rispettivamente dalle Prealpi Venete orientali ed occidentali.

I cloni peggiori in assoluto costituiscono a loro volta un gruppo misto, proveniente dalle Prealpi Venete e Lombarde. In questo caso non sono presenti cloni dell'Italia centrale e del Piemonte.

Nel caso degli incrementi diametrici sono state individuate differenze significative solamente quando sono state considerate le suddivisioni in provenienze, ma non tra cloni.

Località: Montecchio Precalcino (VI, base delle Prealpi Venete) (Foto 12)

Lo stesso comportamento è stato osservato in questa località. Differenze statisticamente apprezzabili sono state individuate tra i materiali in prova, ma nessuna importante interazione è stata rilevata con i blocchi del disegno sperimentale. Questo



Foto 12 - Il test clonale di Montecchio Precalcino (VI).

significa una relativa omogeneità dell'area usata per la prova.

L'incremento in altezza medio annuo (1994-2001) in questa area, è stato fino ad ora 61,8 cm, quindi molto simile a quello ottenuto a Drugolo (60 cm). Similmente, i ranghi del test di Duncan di confronto multiplo tra medie, non differiscono molto da quelli ottenuti per Drugolo. Solo alcuni cloni, di *performance* intermedia, si scambiano il posto ma non in maniera significativa nelle graduatorie.

Le provenienze collocate su posizioni estreme nei ranghi, hanno mostrato invece scarsa interazione con le due località di prova, qualificandosi nella stesse posizioni in graduatoria osservate a Drugolo. Infatti, le provenienze degli Appennini settentrionali, delle Prealpi Lombarde e delle valli ad Ovest del Lago di Garda, sono risultate rispettivamente le migliori e le peggiori anche a Montecchio Precalcino.

Si è poi notato che le differenze più evidenti e, quindi, più significative si sono verificate soprattutto quando sono stati presi in esame gli incrementi diametrici, per i quali si è evidenziata una maggiore strutturazione. L'incremento medio annuo per la località è stato fino ad ora di 11,1 mm e sempre con lo stesso comportamento delle provenienze estreme ed intermedie già descritto sopra. Rispetto ai ranghi ottenuti per l'altezza, ci sono

alcune diversità, che lasciano intendere una discreta variabilità per la forma del fusto, ovvero il rapporto ipsodiametrico H/Dbh.

Le provenienze con migliore *performance* media di incremento diametrico sono per ora quelle degli Appennini settentrionali, assieme a quelle della Toscana e di Bosco Fontana, con variazione media tra 14,3 e 12,3 mm/anno. Le provenienze peggiori, Prealpi Lombarde e quelle delle aree ad Ovest del lago di Garda, hanno mostrato incrementi intorno a 9,8 mm.

Anche in questo caso, la variazione tra cloni nei ranghi, realizzati con il test di Duncan, è stata clonale, vale a dire pressoché continua. Gli incrementi annui in H sono variati tra 73 e 47 cm circa, mentre quelli diametrici sono variati tra 14,5 e 7,5 mm in media.

Il migliore per quanto riguarda la velocità di crescita è stato il clone ML06, originario del Veneto occidentale (Prealpi Venete occidentali, quota 600 m), seguito dal clone piemontese TC01 (altitudine 310 m). Entrambi sono caratterizzati da fenologia fiorale molto tardiva. Altri cloni di ottimo comportamento (ML11, AS03, AS10, AS08), provengono sempre dalla stessa area geografica delle Prealpi Venete occidentali, in particolare Veneto Est ed Asiago, dalle Prealpi Venete orientali (PVN05, AP05), dalla Toscana (ACW01, VM01) e dalla Valtellina (VLN09).

I cloni più lenti nella crescita sono invece quelli delle Prealpi Lombarde, vicino al Lago di Garda, ovvero della Valvestino (VV02, VV04, VV06, VV01, VV05) e dell'area del Pasubio (PVS03, PVS05). Analogamente a Drugolo, non sono state osservate per gli incrementi diametrici relazioni strette con quelli longitudinali. Quindi, la disposizione nei ranghi è variata per questo carattere, confermando i risultati che lasciano pensare a differenze tra cloni nella forma del fusto (rapporto ipsodiametrico).

Qualche interessante osservazione si può trarre da caratteri che noi abbiamo considerato buoni indi-

catori della capacità di ripresa successiva alla messa dimora: gli incrementi di H e Dbh mediati sui due anni iniziali. Le differenze osservabili tra i cloni micro-propagati sono molto marcate e possono essere in parte imputabili a cause difficilmente quantificabili.

E' da considerare:

- l'effetto delle dimensioni iniziali dei ramet, quelle raggiunte all'uscita dal laboratorio di micro-propagazione e dalle serre di ambientamento;
- l'effetto relativo alla posizione delle gemme iniziali nella chioma dell'ortet. Alcuni ritengono che il vigore iniziale sia influenzato anche dallo stadio fisiologico (senescenza) della pianta madre stessa.

L'incremento medio di H alla ripresa è variato tra 51,5 e 148 cm rispetto alla media generale di 105,5 cm circa e tra 10 e 18 mm circa per l'incremento diametrico. Anche in questo caso le variazioni nei

ranghi del test di Duncan tra gruppi omogenei si sono rivelate clinali.

Relazioni tra caratteri (Tabelle 13 e 14)

I risultati dell'analisi delle correlazioni hanno mostrato che i tratti indicatori del vigore, come incrementi in H e Dbh, sono fortemente correlati. E' stato interessante notare inoltre la bassa correlazione tra incrementi subito dopo la piantagione e quelli successivi.

La *forma del fusto* è relativamente indipendente dagli altri caratteri ad esclusione della *dominanza apicale*, della *dimensione dei rami* e dell'*incremento medio annuo* in H. La *dimensione dei rami* tende ad essere correlata positivamente con la *dominanza apicale* e negativamente con gli *incrementi diametrici*. Questo tuttavia non significa che essa diminuisce con l'aumentare dei diametri, ma semplicemente che il sistema di valutazione dà il

	Incr. H 92-94	Incr. H 94-01	Incr. Dbase 92-94	Incr. Dbase 94-98	Incr. Diam 98-01	N. Rami/ vertic.	Rami tot. a 6 anni	Forma fusto	Angolo dei rami
Incr. H 92-94	1	.192(**)	.705(**)	.493(**)	.131(**)	.186(**)	.370(**)	.147(**)	.151(**)
Incr. H 94-01		1	.316(**)	.654(**)	.699(**)	.015 (ns)	.285(**)	.204(**)	.010 (ns)
Incr. H 94-01			1	.583(**)	.213(**)	.190(**)	.443(**)	.090(*)	.131(**)
Incr. Dbase 98-94				1	.598(**)	.200(**)	.564(**)	.156(**)	.104(*)
Incr. Diam 98-01					1	.096(*)	.342(**)	.080 (ns)	.034 (ns)
N. Rami/vertic.						1	.323(**)	-.063 (ns)	.310(**)
Rami tot. a 6 anni							1	.061 (ns)	.300(**)
Forma fusto								1	-.016 (ns)
Angolo dei rami									1

Tabella 13 - Correlazioni tra i principali caratteri fenotipici rilevati in Drugolo (BS).

	Incr. H 94-01	Incr. H 92-94	Angolo dei rami	Incr. Diam. 94-01	Incr. Diam 92-94	Dimens. rami	Dominanza apicale	Forma del fusto
Incr. H 94-01	1	-.231(**)	.071 (ns)	.495(**)	-.211(**)	.020 (ns)	.191(**)	.122(**)
Incr. H 92-94		1	.209(**)	.209(**)	.736(**)	-.097(*)	.060 (ns)	.055 (ns)
Angolo dei rami			1	.129(**)	.138(**)	.046 (ns)	.089(*)	-.065 (ns)
Incr. Diam 94-01				1	.202(**)	-.173(**)	.002 (ns)	-.011 (ns)
Incr. Diam 92-94					1	-.170(**)	.010 (ns)	-.006 (ns)
Dim. rami						1	.307(**)	.301(**)
Dominanza apicale							1	.395(**)
Forma del fusto								1

Tabella 14 - Correlazioni tra i principali caratteri fenotipici rilevati in Montecchio Precalcino (VI).



Foto 13 - Angolazioni e dimensioni dei rami rispetto al fusto caratteristici di alcuni cloni di ciliegio: **a)** rami angolati e di grosse dimensioni, verticillati; **b)** rami sottili, mediamente angolati e alterni; **c)** rami sottili, orizzontali ed alterni; **d)** rami di dimensioni medie e orizzontali.

miglior punteggio a rami che, in proporzione al tronco in cui sono inseriti, sono tendenzialmente fini.

L'angolo dei rami è un carattere in genere autonomo dagli altri e, quindi, poco correlato ad essi. Ha un debolissimo legame con gli incrementi diametrici, ma di difficile interpretazione.

Comportamento dei cloni per i diversi caratteri

Angolo dei rami (Foto 13)

Questo carattere ha dimostrato indipendenza dagli effetti ambientali. In generale, i cloni hanno mostrato infatti, bassa o assente interazione con le località sperimentali, è quindi un carattere per il quale si può ipotizzare dipendenza stretta dall'effetto clonale a conferma dei risultati ottenuti nei test preliminari (cap. 2.4). Come potevamo attenderci, infatti, non sono state messe in evidenza relazioni con i parametri geografici di origine per questo carattere. Non ci sono quindi provenienze con rami orizzontali o fastigiati. La valutazione dei cloni in esame per quanto riguarda l'angolo dei rami può variare in media tra 1,9 (quelli più fastigiati) e 3,8 (quelli con rami più orizzontali). I cloni appartenenti a quest'ultima categoria, con ramificazione marcatamente orizzontale, sono: VV04, ML11, PVN06, AP08.

Dimensioni dei rami

Riguardo alle dimensioni relative dei rami (Figura 7b) rispetto all'altezza di inserimento nel fusto è stata individuata, come accennato, una correlazione negativa che indica una tendenza nei cloni selezionati ad avere rami proporzionalmente ridotti. Anche questo carattere ha variazione individuale, senza mostrare strutturazione in relazione all'origine geografica. Inoltre non sembrano esserci apparenti legami tra parametri auxometrici e minore o maggiore dimensione dei rami. Quindi non sempre il miglior materiale per crescita lo è anche per la dimensione dei rami. Solo il clone ML11 ha queste caratteristiche veramente ben definite.

Numero medio di rami per verticillo

Questo è un carattere di un certo interesse, soprattutto se messo in relazione alle tecniche di potatura ed alla qualità meccanica del legname; la lavorabilità del legno, come anche la sua attitudine ad essere trasformato in trance, è legata alla presenza di nodi e al diverso orientamento della fibra in corrispondenza dei rami. Nel nostro esperimento questo carattere ha dimostrato di essere indipendente da interazione clone x località. Mediamente il numero di rami primari per verticillo varia da 2,0 a 4,5 con una correlazione positi-

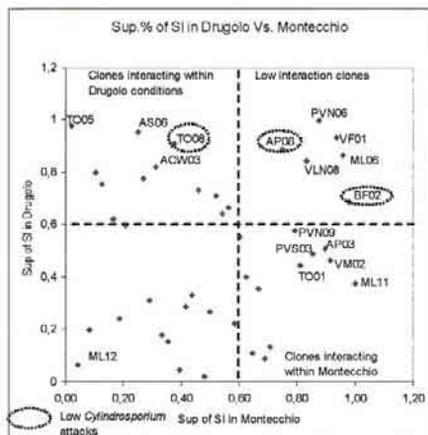


Figura 9 - I cloni sono stati valutati con un Indice di Selezione multi-carattere (SI) rispetto alla media delle località. Quelli con SI superiore alla media almeno del 10% sono stati ritenuti superiori.

va e significativa con l'angolo, ovvero ad un maggior numero di rami corrisponde in genere un'angolazione più orizzontale. Anche questo carattere è indipendente dall'origine o da altri caratteri ed è legato essenzialmente al genotipo. Nell'esperimento i cloni più ramosi sono: ML11, VV04, VC04; mentre quelli con minore ramosità sono: AS03, AS07, TO01, VLS02, TO05 e PVN06.

Forma del fusto

Considerando l'architettura del fusto, è di immediata evidenza che nel ciliegio la dominanza apicale sia un carattere relativamente meno importante della dirittura. Quest'ultima è correlata negativamente, in vari cloni, all'accrescimento: i cloni caratterizzati da crescita più lenta hanno in genere una migliore forma del fusto. Questa osservazione trova conferma quando si prendono in esame cloni che hanno mostrato, negli esperimenti, una marcata interazione con l'ambiente per l'accrescimento. Essi possono cambiare il loro comportamento anche per la forma del fusto, mostrando maggiore dirittura in ambienti in cui

hanno avuto minore accrescimento.

Altri cloni invece mostrano buone caratteristiche di accrescimento e di forma del fusto ovunque, come ML11 e VFO1.

Indice di selezione multi-carattere

(Box 1, Figura 9)

Per questo parametro un gruppo di 6 cloni di varie provenienze alpine ha mostrato bassa *interazione genotipo x ambiente*, con superiorità variabile tra il 20 ed il 38% rispetto alle medie generali ottenute nei singoli siti sperimentali. Altri cloni hanno mostrato invece maggior interazione adattandosi meglio all'uno o all'altro dei due luoghi. In Drugolo, in condizioni di clima molto temperato e suolo molto asciutto per la forte petrosità, hanno avuto migliori risultati i cloni del Piemonte, quelli Appenninici e di Asiago. In Montecchio, con condizioni climatiche più fredde, maggiore piovosità e suoli più pesanti, i cloni di provenienze limitrofe hanno fornito migliori *performance*, assieme ad alcuni delle aree più fredde degli Appennini e del Piemonte.

Considerazioni conclusive

Il ciliegio selvatico può adattarsi ad un'ampia gamma di condizioni ambientali, ma diventa realmente interessante per la produzione di legname solamente in situazioni di elevata fertilità agronomica per la specie, dove riesce ad estrinsecare le sue migliori caratteristiche. Tutti gli studi condotti hanno confermato questo aspetto (DUCCI *et al.* 1990; SANTI *et al.* 1998).

Questi sono i primi studi ad essere condotti in Italia su un numero così ampio di cloni di varie provenienze. I risultati ottenuti confermano, inoltre, quelli avuti in Francia con metodologie simili (MURANTY 1993; MURANTY *et al.* 1998) e, soprattutto, che è possibile ottenere buoni livelli di ereditabilità in senso ampio, con l'impiego di cloni. Molti caratteri, come l'angolo dei rami, il loro numero per verticillo, la forma del fusto sono relativamente indipendenti dall'effetto ambientale. Ciò consente di avviare programmi di selezione

fenotipica utilizzando la variabilità individuale presente nelle popolazioni.

I risultati delle diverse sperimentazioni indicano che la variabilità per parametri di crescita e la fenologia fiorale (Cap. 2.1, Figura 3) sono strutturati in parte anche secondo la provenienza. Altri caratteri, come forma del fusto e quelli relativi alla ramificazione, possono essere, invece, controllati in buona parte dal genotipo.

Per quanto riguarda la fenologia fiorale, l'interpretazione dei dati può risultare difficoltosa a causa di vari fattori, come l'origine geografica ed il genotipo, che influenzano il fabbisogno di *chilling*. L'adattamento alla latitudine, all'altitudine e all'esposizione possono aver, infatti, determinato fabbisogni simili e possono essersi bilanciati reciprocamente, dando origine a comportamenti analoghi in materiali diversi per provenienza. Tuttavia, se si leggono i risultati per grande regione geografica, si può vedere che esiste una certa componente legata all'altitudine di origine.

Valutare i cloni per ciascun carattere preso singolarmente si è rivelata un'impresa impossibile. È stato più conveniente, dunque, combinare tutta l'informazione utile in un unico *Indice di Selezione*. Questo carattere di sintesi va ancora raffinato e perfezionato, migliorandolo con una più approfondita analisi dei pesi da attribuire ad ogni singolo componente.

Per ora abbiamo agito attribuendo una valutazione basata sulla ipotetica importanza di ciascun carattere, ai fini della coltivazione e del valore del legno. Ad esempio, a più rami corrisponde un maggior impegno di tempo lavorativo e un maggior numero di ferite da potatura; un loro angolo orizzontale rispetto al fusto riduce la superficie delle ferite da potatura e fornisce anche una migliore qualità tecnologica per l'orientamento delle fibre; un fusto dritto evita i problemi dovuti alla presenza di legno di reazione e consente una migliore lavorabilità per la tranciatura, ecc..

In generale, si può affermare che alcuni cloni possono interagire con le diverse condizioni ambientali ed altri invece sono caratterizzati da bassa interazione. Questo consente di sviluppare due diverse strategie di utilizzo dei materiali: da un lato si può prevedere materiale clonale "ubiquitario" (quello a bassa interazione), mentre dall'altro gruppo, a interazione maggiore, si può trarre materiale "specializzato" per particolari situazioni ambientali. Nell'uno e nell'altro caso i cloni possono essere impiegati anche per realizzare *arboreti da seme* (cap. 2.6). Ricorrendo a simulazioni con marcatori genetici, integrati con i dati delle prove sperimentali, si è potuto osservare che la variabilità genetica riproducibile in questi arboreti è simile e, talvolta, più elevata rispetto a quella riscontrata in popolazioni naturali campionate nel nostro Paese.

Nella realizzazione di una piantagione è necessario usare miscugli di cloni a bassa interazione, ma prudenzialmente sarebbe bene usarne anche una certa percentuale di quelli "specializzati", ad elevata interazione, ben adattati a condizioni ambientali simili a quelle della località in cui si intende effettuare la piantagione.

All'interno dell'esperimento "Drugolo-Mon-techio" sono sotto osservazione anche altri caratteri, che stanno rivelandosi di grande importanza per la sopravvivenza delle piantagioni nel lungo periodo e che saranno utili nella scelta delle piante genitrici (parentali), da usare per i futuri programmi di impollinazione controllata tra i migliori cloni individuati. Ad esempio uno di questi caratteri è la resistenza a *Cylindrosporium padi* (cap. 5), il fungo responsabile della defogliazione estiva del ciliegio, endemico in Val Padana e nella regione prealpina, dove l'umidità relativa atmosferica è in genere molto elevata in estate. Tre dei cloni migliori nell'esperimento sono stati individuati come possibili resistenti a questa grave malattia.

2.6 Metodi di realizzazione di arboreti da seme di ciliegio

FRÉDÉRIQUE SANTI e JEAN DUFOUR

I semi ed i semenzali destinati alla filiera vivaistica possono essere ottenuti in due modi:

- 1) grazie alla raccolta diretta in popolazioni o aree di raccolta di una certa estensione;
- 2) grazie alla piantagione di arboreti da seme.

I popolamenti naturali o spontanei, ovvero quelli non originati da piantagione, sono molto frequentemente dei "mosaici" clonali (DUCCI e SANTI 1997), dove il numero di alberi non corrisponde a quello dei genotipi presenti. Di più, gli individui originari dei gruppi clonali possono essere imparentati. La diversità ottenibile dagli incroci spontanei in un popolamento naturale non è dunque molto elevata. Inoltre la fruttificazione è frequentemente molto aleatoria e facilmente "saccheggjata" dagli uccelli non appena le ciliegie giungono a maturazione. La raccolta in popolazioni naturali, se realizzata con le appropriate metodologie di campionamento e tenendo conto di un numero di alberi sufficientemente ampio, non è dunque molto facile, soprattutto se si considera l'ambiente montano italiano caratterizzato, tra l'altro, da discrete pendenze che ostacolano gli spostamenti da una pianta all'altra (NdR).

Per migliorare questa situazione, i servizi di ricerca forestale hanno avviato nella maggior parte dei paesi europei, ricerche e sperimentazioni per creare arboreti da seme.

Come si procede

Selezione di cloni

Il ciliegio è una specie che si moltiplica facilmente per via vegetativa, ma per la quale è difficile ottenere discendenze per via materna. I

migliori individui selezionati in foresta vengono dunque moltiplicati per via agamica e usati per realizzare prove clonali comparative multisito. Dopo un certo numero di anni, si procede come nelle prove descritte nei capitoli precedenti, alla valutazione dei requisiti minimi da osservare sul materiale in prova: i principali parametri dendrometrici, la forma del fusto, l'architettura dei rami e la maggiore o minore sensibilità a malattie.

Evidentemente la scelta deve vertere su quei cloni in cui un carattere primario sia il rapido accrescimento, per consentire di ridurre al massimo i turni colturali, sia assicurata una buona rotondità e dirittura del fusto, la dimensione dei rami relativa al tronco sia ridotta, la dominanza apicale e l'angolo di inserzione dei rami assicurino buona qualità delle piante.

Ovviamente tutte queste qualità non sono quasi mai concentrate contemporaneamente nello stesso clone o su un numero sufficientemente ampio di questi. La selezione multicarattere sovente usata si basa su dei compromessi delle scelte da fare. Per certi cloni si possono tollerare minori accrescimenti se la qualità della ramificazione è eccellente, come anche si possono selezionare cloni con caratteristiche medie della forma e dei rami, purché la velocità di accrescimento sia elevata.

(16) Si fa riferimento all'ereditabilità in senso stretto (h^2) di caratteri trasmessi alla progenie dalla generazione parentale attraverso l'incrocio e non per via agamica (per la quale abbiamo già considerato l'ereditabilità in senso lato). h^2 è il rapporto tra varianza genetica additiva e varianza totale. In questo caso esiste l'interazione derivante dal rimescolamento del materiale genetico.



Foto 14 - Test clonale che verrà trasformato in arboreto da seme.

Verifica di relazioni tra valore clonale e valore d'incrocio

Il valore clonale giudicato a partire dai risultati di piantagioni comparative di cloni non è quello che si trasmette alle discendenze ottenute per via generativa; solo una parte di questo valore, che non implica interazioni tra geni, viene trasmesso alla progenie⁽¹⁶⁾. Quando si selezionano individui per il loro valore clonale, è necessario prima verificare che la correlazione tra valore clonale e valore d'incrocio sia elevata. Per questo è importante usare un programma o piano di incrocio di tipo fattoriale, in cui n madri vengono incrociate con x padri. Si può usare in alternativa un piano d'incrocio cosiddetto *diallele* per il quale x individui selezionati vengono incrociati tra loro sistematicamente. In Francia, un piano di *incrocio diallele* con 14 piante parentali (genitori) è già stato realizzato. I risultati sono stati soddisfacenti perché hanno evidenziato che il valore clonale può essere un ottimo predittore del valore in incrocio: in tre località, la correlazione tra

valore clonale e valore d'incrocio è stato rispettivamente di 0,81, 0,76 e 0,91 per la crescita in altezza e di 0,94, 0,93 e 0,95 per la crescita in circonferenza (MURANTY *et al.* 1998).

Realizzazione pratica di un arboreto da seme

Il numero di cloni da inserire in un arboreto da seme è un compromesso che dipende dall'uso futuro dei prodotti e dal guadagno genetico che si desidererebbe ottenere. La raccolta di seme in arboreto è molto più facile e meno costosa che in foresta ed il prodotto può essere venduto a prezzo maggiore trattandosi, in base alla Direttiva europea 1999/105/CE ed al D.lgs. 386/03, di materiali di moltiplicazione delle categorie commerciali *qualificati* o *controllati*. Questi prodotti per la loro qualità dovrebbero dominare il mercato vivaistico.

E' importante che il numero di cloni da usare non sia troppo esiguo per non ridurre eccessivamente la variabilità contenuta nella base genetica usata. Inoltre, il numero tende a compensare anche il fatto che non sempre le date di fioritura sono coincidenti. Questo aspetto contribuisce a ridurre la variabilità prodotta con i semi assieme ad una buona componente di incompatibilità all'interno della specie, per la quale certi incroci sono impossibili a verificarsi.

Per disporre di una sufficiente diversità genetica, è consigliabile non scendere nella composizione di un arboreto sotto i 20 genotipi.

30-40 cloni potrebbero essere un compromesso accettabile per arrivare ad ottenere un certo guadagno genetico, partendo da una base iniziale di almeno 200-300 cloni messi in comparazione.

La localizzazione di un arboreto da seme (Foto 14) deve essere scelta in maniera da evitare o ridurre al minimo le possibilità di incroci indesiderati con ciliegi da frutto o con altri ciliegi

Perciò, pur oscillando tra 0 (assenza di varianza additiva) ed 1 (assenza di varianza non additiva e di quella ambientale), il valore di h^2 non sarà mai superiore ai valori di H^2 per lo stesso carattere, la stessa specie e lo stesso luogo.

selvatici non selezionati. La zona, inoltre, non deve essere sottoposta a gelate tardive primaverili. In molti paesi nordici spesso si ricorre alla coltivazione in serra. Una soluzione simile è stata provata in Francia con ciliegi coltivati in vaso ed innestati su portainnesti nanizzanti. La cura di un tale tipo di arboreti è tuttavia costosa e troppo impegnativa rispetto ad un normale arboreto, la cui gestione deve essere il più possibile razionale e semplificata.

In un arboreto da seme ciascun clone è rappresentato da più copie, la cui ripartizione non deve essere fatta in maniera casuale, ma deve essere organizzata in modo da garantire la maggior possibilità di incrocio di ciascun clone con tutti gli altri, secondo il principio dell'equilibrio panmittico.

Una buona impollinazione e adeguate cure colturali assicurano il successo della produzione ed anche un buon rimescolamento tra i componenti. Per accentuare questo risultato si può

ricorrere all'uso di arnie all'interno dell'arboreto e di reti che, delimitandone il perimetro, aiutino le api a rimanere dentro la superficie della piantagione. Una *copertura di rete* può aiutare, tra l'altro, a proteggere le ciliegie dagli uccelli.

Una *buona fertilizzazione*, assieme ad *irrigazione* e *trattamenti antiparassitari*, come a qualsiasi frutteto, sono sempre necessari per assicurare buona qualità del seme e soprattutto delle riserve in esso contenute. I trattamenti contro l'antonomo (*Anthonomus pomorum* L.), che parassitizza i semi di ciliegio, è relativamente facile in arboreto e consente di evitare la perdita di consistenti percentuali di seme vitale, come invece si verifica in certe annate, quando si opera la raccolta in foresta.

In via generale *P. avium*, come tutte le altre specie forestali, richiede negli arboreti da seme tutte le cure normalmente date per la produzione di frutti, solo che in questo caso il prodotto finale è rappresentato dai semi.

Raccolta, conservazione dei materiali di propagazione e vivaistica del ciliegio selvatico

3.1 Il seme del ciliegio

ELISABETTA FALLERI, FABIO GORIAN, LORENZO GUI e BETI PIOTTO

3.1.1 Caratteristiche anatomiche e fisiologiche

Il frutto del ciliegio è una drupa costituita da un esocarpo rosso a maturità (polpa) e da un endocarpo legnoso (nocciolo) all'interno del quale si trova il seme vero e proprio. Il seme, leggermente oblungo, è circondato da un tegumento sottile che aderisce, nel frutto maturo, ad uno strato unicellulare di endosperma ispessito intorno alla radichetta e lungo le due facce esterne dei cotiledoni. L'embrione, di colore bianco, è composto da un piccolo asse embrionale e da due grandi cotiledoni. Nella pratica vivaistica, indipendentemente dalla corretta definizione botanica, i noccioli vengono chiamati "semi" in quanto rappresentano il materiale impiegato per la semina.

I semi di ciliegio presentano una dormienza profonda il cui grado varia con la provenienza, le modalità di raccolta e conservazione e perfino tra seme e seme all'interno dello stesso lotto. Quando l'embrione viene esciso dal seme dormiente e posto su carta da filtro umida a 20°C alla luce, la radichetta inizia ad allungarsi, seguita dall'ipocotile e dall'epicotile che emette le prime foglie verdi. Tuttavia, quando la plantula viene trapiantata nella sabbia, in presenza di sostanze nutritive adeguate e di una buona illuminazione, l'allungamento del getto si blocca e si forma una rosetta di foglie sempre più serrate (nanismo fisiologico). Se la plantula viene posta al buio e al freddo (3°C) per

otto settimane e poi viene trasferita a 20°C con illuminazione adeguata, la crescita ricomincia. Come per molte altre specie della famiglia delle *Rosaceae*, il getto primario perde, in mancanza di freddo, la capacità di allungamento, il che è sintomo di dormienza fisiologica profonda. E' pertanto chiaro che soltanto i semi la cui dormienza è stata rimossa completamente possono dare origine a semenzali normali a temperature elevate (intorno a 20°C) ed in presenza di luce.

Tutte le principali caratteristiche del seme di ciliegio, quali dimensioni, peso e facoltà germinativa, possono assumere valori anche molto differenti; questo fenomeno, dipende dal fatto che esiste una grande variabilità genetica sia tra popolazioni diverse ma anche tra individui della stessa popolazione e tra semi della stessa pianta (MULLER 1992). Le principali caratteristiche del seme sono: le dimensioni (la lunghezza dell'asse maggiore dell'endocarpo misura mediamente 8 mm); il peso di mille semi (dai 140 ai 250 gr); la purezza (solitamente è molto elevata 95-99%, ma è sempre funzione dei processi lavorativi); la facoltà germinativa (può variare da 20 a 80% in funzione sia della variabilità genetica e soprattutto dei trattamenti a cui è sottoposto il seme) (PIOTTO 1992).

3.1.2 La raccolta

La Provenienza del seme

Per specie sporadiche come il ciliegio selvatico non è sempre facile individuare con sicurezza una

zona omogenea di raccolta e spesso ci si trova in presenza di popolazioni rarefatte e molto estese in termini di superficie. In attesa di procedere all'identificazione ufficiale di *aree di raccolta* per la specie si consiglia di effettuare le raccolte nelle aree elencate nel capitolo 1 (Tabella 2, Figura 2). La certificazione, sempre obbligatoria, può comunque essere effettuata secondo il Dlgs 386/03 o, se già esistenti, secondo le modalità stabilite da ciascuna Regione o Provincia Autonoma, indicando che trattasi di materiali *identificati alla fonte*. Entro qualche anno, sarà comunque possibile iscrivere alcune di queste popolazioni alla categoria *materiali selezionati*, o in alcuni casi, *qualificati* o *controllati*, se verranno raccolti da arboreti da seme.

Operazioni di raccolta

Una volta individuata la popolazione di base, per conservarne al meglio la biodiversità, è necessario raccogliere frutti da almeno 20-30 piante, distribuite regolarmente (distanti tra loro non meno di 50 m) all'interno della popolazione di base, in considerazione del fatto che questa specie si propaga facilmente tramite polloni radicali anche a considerevoli distanze. Ciò ha lo scopo di aumentare o mantenere elevata la diversità da immettere nelle filiera vivaistica.

Alcune prove sperimentali, condotte presso il Centro Nazionale per lo Studio e la Conservazione della Biodiversità Forestale (CNBF) di Peri (VR), in collaborazione con il Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali dell'Università degli Studi di Padova, hanno dimostrato come il periodo della raccolta e la tempività della lavorazione dei frutti siano fattori determinanti nei confronti della vitalità del seme. Queste prove hanno inoltre dimostrato che, presupposto fondamentale per ottenere seme con buona vitalità (superiore al 70%), è raccogliere i frutti a maturità completata, subito prima della cascola naturale (periodo che coincide con i mesi

di giugno e luglio a seconda della distribuzione geografica della popolazione d'origine). La raccolta viene effettuata dalle piante manualmente. I frutti da raccogliere per ogni pianta sono in funzione della quantità totale di seme che si vuole ottenere da una determinata *area di raccolta*. Ipotizzando una resa di circa 10-12 kg di seme per ogni 100 kg di frutti (a volte la resa può essere superiore, fino al 15%), si può determinare la quantità di frutti da raccogliere per ogni singola pianta. Ad esempio, se il fabbisogno è di 100 kg di sementi, si dovranno raccogliere 1.000 kg di frutti (resa del 10%); dividendo i 1.000 kg per il numero di piante da cui raccogliere, si ottiene l'esatto quantitativo di frutti da raccogliere per ogni pianta. Se ad esempio le piante interessate sono 40 si divide 1.000 per 40, ovvero si devono raccogliere 25 kg di frutti da ogni pianta. Con questo sistema di raccolta si ottengono, oltre che dei vantaggi notevoli per quanto riguarda la salvaguardia della biodiversità, anche vantaggi pratici. In primo luogo, distribuendo su più individui l'onere della fornitura di seme, le singole piante sono meno danneggiate; in secondo luogo è molto probabile che quantitativi così ridotti (rispetto ai sistemi più tradizionali di raccolta, che a volte traggono solo da 3-4 piante il fabbisogno necessario), siano disponibili anche nelle parti basse della chioma e quindi non si è più costretti a salire sulle piante, con notevole dispendio di tempo e rischi elevati per l'operatore. Con questa pratica, inoltre, viene garantita la disseminazione naturale della specie, poiché vengono coinvolte tutte le piante di una determinata area ma per quantitativi unitari ridotti di seme raccolto.

Una volta conclusa la raccolta, i frutti devono essere inviati alla spolpatura nel più breve tempo possibile. Nel caso non fosse attuabile, devono essere conservati, se disponibile, in una cella frigorifera, altrimenti in un ambiente comunque fresco. Deve anche essere evitata in questo

periodo la disidratazione dei frutti, pena la difficoltà successiva nella spolpatura.

La lavorazione dei frutti

I frutti devono essere separati dalla parte carnosa (epicarpo) tramite la spolpatura al più presto e comunque non oltre una settimana dalla raccolta. I frutti, infatti, anche se conservati a basse temperature (3-5°C) possono perdere, oltre questo limite, una consistente parte della loro vitalità a causa di intensi processi di fermentazione che possono surriscaldare i semi.

Il processo di spolpatura è in genere effettuato con una macchina che, macerando e compiendo contemporaneamente un'azione meccanica di spremitura, consente la separazione della polpa dall'endocarpo. Per una pulizia completa dei noccioli, è spesso necessario ripetere più volte il trattamento; ogni passaggio inevitabilmente comporta una perdita di seme, poiché gli endocarpi meno resistenti e progressivamente indeboliti vengono in parte frantumati. Questa quota di seme distrutto è in genere proporzionale al numero di cicli del trattamento effettuati. La buona riuscita del trattamento è correlata essenzialmente al grado di maturazione dei frutti. Con drupe mature, è necessario eseguire una sola volta il trattamento, contrariamente a quanto può avvenire con frutti più immaturi.

E' buona norma che i noccioli, al termine della spolpatura, vengano stesi su dei setacci ad asciugare al sole per alcune ore. Solo dopo questa prima e sommaria disidratazione è possibile procedere con la selezione, prima meccanica e poi manuale, del seme. La selezione meccanica del seme avviene prima tramite una macchina (Petkus) che, con un sistema combinato di vagli e flussi d'aria registrabili, separa la maggior parte delle impurità (rametti, foglie, sassi, semi estranei, noccioli rotti e terra) dal seme compiendo una sommaria selezione degli stessi, eliminando quelli più piccoli e di minor peso specifico.

Una più severa ed accurata selezione qualitativa del seme avviene poi manualmente, eliminando le

impurità eventualmente ancora presenti, i noccioli che presentano evidenti erosioni sull'endocarpo, per lo più provocate dagli adulti di coleotteri della famiglia dei Curculionidi al momento dell'ovideposizione, assieme a quelli che hanno una parte della polpa ancora aderente.

Subito dopo la spolpatura, in aggiunta a quanto descritto, è impiegabile un separatore liquido il cui funzionamento è sommariamente descritto di seguito. I noccioli vengono bagnati accuratamente tramite un vortice d'acqua per vincere la tensione superficiale del liquido. Quindi il seme si fa confluire in una cisterna, entro cui avviene la separazione dei semi che galleggiano da quelli che scendono sul fondo. In questo modo si ottiene l'eliminazione della maggior parte della quota vana e guasta della partita di seme.

Da alcune prove compiute su diversi lotti di seme si evince che la selezione meccanica elimina circa il 3-4% del peso complessivo dei noccioli spolpati ed asciugati. Questa frazione risulta composta per il 47% d'impurità e per il 53% di seme. Dalla prova al taglio del seme scartato emerge che, mediamente, il 65% risulta guasto, il 9% vano ed il 27% in buone condizioni.

Nella selezione compiuta manualmente viene rimosso circa il 7-8% del peso, costituito per il 99% di seme e per la rimanente parte da impurità. Dalla prova al taglio del seme, così scartato, si evince che per il 36% è seme guasto, per il 6% vano, mentre il restante 58% è in buone condizioni.

Al termine di tutte le lavorazioni i noccioli devono essere disposti su dei teli di cotone in ambienti coperti e con un buon ricambio d'aria sino al momento in cui raggiungono un'umidità prossima al 10%, il tenore ideale per la conservazione del seme.

Alcune ricerche condotte presso il CNBF di Peri (VR) hanno evidenziato una stretta relazione tra tempo impiegato nel raggiungimento del tenore d'umidità ideale per la conservazione e il grado di maturazione al momento della raccolta dei frutti.

BOX 2 - LA DORMIENZA

La dormienza (vedi anche Cap. 3.2) è quel meccanismo biologico di difesa per cui un seme vitale e maturo, anche se messo nelle condizioni ambientali più opportune per la germinazione, rimane quiescente. Questo fenomeno è di fondamentale importanza in natura, in quanto consente ai semi di molte specie forestali, soprattutto dei climi temperati (BELLARI *et al.* 1993), di superare la stagione invernale avversa allo stato quiescente e di germinare nella primavera successiva. La dormienza, inoltre, induce il seme a germinare in modo scalare; ogni seme, infatti, indipendentemente dalla specie, dalla provenienza, o dalla pianta madre, è caratterizzato da uno stato dormiente più o meno profondo (BRYANT 1990). La scalarità della germinazione, per quanto utile alla sopravvivenza della specie, è assolutamente indesiderata dai vivaisti, in quanto non consente loro di ottenere piantine di conformazione uniforme, di buona qualità, in quantità elevate e nel modo più rapido possibile (MULLER 1992).

Il seme di ciliegio è caratterizzato da una profonda dormienza endogena di tipo fisiologico, associata anche ad una, meno significativa, dormienza esogena di tipo meccanico. Mentre quest'ultima, è indotta dall'endocarpo lignificato che agisce come ostacolo alla crescita dell'embrione, la prima, è legata ad una ridotta attività embrionale causata anche dal limitato scambio gassoso imposto dal tegumento (BELLARI *et al.* 1993; MULLER 1992). L'esistenza di questa dormienza embrionale è dimostrata dal fatto che anche rimuovendo l'endocarpo, il seme, posto in condizioni ambientali favorevoli, non germina (BRYANT 1990). I pretrattamenti sono pratiche utilizzate per la rottura della dormienza del seme. Vengono applicati dopo la conservazione e prima della semina (MULLER 1992).

I fattori che controllano la dormienza sono numerosi e non ancora tutti ben noti, tantomeno i complessi meccanismi con cui questi agiscono sul seme (BRYANT 1990).

Il contenuto di umidità del seme è sicuramente uno dei fattori più importanti. Il seme, che è stato in precedenza fortemente disidratato (8-9%) per poter essere conservato efficacemente, deve innanzitutto assumere acqua. Sono i colloidi plasmatici, in primo luogo proteine ma anche amido e cellulosa, che consentono una graduale idratazione per imbibizione. Questo processo per il ciliegio si arresta quando il seme ha raggiunto un tenore di umidità superiore al 30-35% (PIOTTO 1992). Con l'imbibizio-

ne vengono riattivati gli enzimi attraverso i quali l'embrione può mobilitare le riserve: proteasi, lipasi, amilasi e fitasi che, scindendo nei loro prodotti d'idrolisi rispettivamente proteine, lipidi, amido e fitina, possono consentire l'utilizzazione (ARRIGNONI 1994).

Altro fattore determinante nella rottura della dormienza del seme di ciliegio, è sicuramente la temperatura. Temperature di 3-4°C, protratte per 5-6 mesi, consentono al seme dormiente di germinare lentamente (MULLER 1992). Questo fenomeno è stato interpretato prendendo in considerazione le concentrazioni di due fondamentali ormoni vegetali, l'acido abscissico (ABA) e l'acido gibberellico (GA), contenuti entrambi all'interno del seme. Alcune esperienze, condotte sul seme di piante forestali e non, hanno dimostrato che applicazioni di GA possono stimolare la rottura della dormienza, viceversa, l'ABA è comunemente considerato un induttore di dormienza (BRYANT 1990). Applicazioni contemporanee di acido gibberellico e di acido abscissico si sono dimostrate pressoché ininfluenti nella rottura della dormienza dei semi presi in esame. Da queste esperienze si è potuto dedurre che per la rottura della dormienza è determinante il valore del rapporto dei due ormoni vegetali considerati. Quando il rapporto GA/ABA volge a favore del primo, si verifica la rottura della dormienza, negli altri casi il seme rimane allo stato dormiente. Le basse temperature (3-4°C) hanno la capacità di ridurre la concentrazione di ABA all'interno del seme, attraverso meccanismi non ancora ben conosciuti, lasciando invariata quella del GA. In questo modo il rapporto GA/ABA aumenta e di conseguenza il seme esce dallo stato dormiente. Le basse temperature inducono nell'embrione un aumento della concentrazione di acido ribonucleico (RNA) e, in particolare, RNA ribosomale. Non si conoscono ancora gli effetti di questo accumulo nei confronti della rottura della dormienza (BRYANT 1990).

Nella pratica comune per il superamento della dormienza esistono diversi metodi di pretrattamento del seme di ciliegio, ma la maggior parte di essi può essere ricondotta essenzialmente alle tipologie seguenti:

- 1) stratificazione a temperatura ambiente (stratificazione classica);
- 2) stratificazione condotta in ambiente termo-regolato;
- 3) pretrattamento senza substrato in ambiente termo-igro-regolato.

Lotti di seme estratti da drupe raccolte a completa maturazione hanno raggiunto il 10% d'umidità da un minimo di 1 giorno ad un massimo di 11, tempi quindi sensibilmente inferiori se confrontati con lotti raccolti a non completa maturazione (max 18, min 8 gg.) e a frutti immaturi (max 32, min 21 gg.).

3.1.3 La conservazione

Il seme di ciliegio appartiene alla categoria dei semi ortodossi e questo rende possibile essiccarlo anche a

tassi d'umidità molto bassi (attorno al 9-10%) e conservarlo anche per periodi di 3-4 anni, mantenendone quasi inalterata la vitalità. La conservazione avviene in celle frigorifere a temperature comprese tra -5°C e -1°C, in contenitori ermetici che garantiscono il mantenimento del tenore d'umidità raggiunto dal seme (PIOTTO 1992; SUSZKA e MULLER 1994). Il seme di ciliegio si trova normalmente in uno stato quiescente che gli impedisce di germinare (Box 2). Viene infatti comunemente definito dormiente e i meccanismi che regolano questo stato non sono ancora del tutto noti (PIOTTO 1992).

3.2 Raccolta e conservazione di materiale per macro-propagazione

ANDREA TANI, BARBARA MARIOTTI e ALBERTO MALTONI

Per *macro-propagazione* si intendono quelle tecniche di propagazione vegetativa note come *innesto* e *taleggio*. Per entrambe è necessario disporre di buon materiale, generalmente raccolto da piante madri o *ortet*, selezionate per caratteristiche superiori di accrescimento e portamento.

Raccolta dei materiali

Caratteristiche delle piante madri

Soprattutto nel caso di propagazione per talea, è noto che la capacità rizogena del materiale di propagazione è inversamente correlata all'età della pianta: talee prelevate da piante giovani radicano più facilmente rispetto a talee prelevate da piante adulte. Le caratteristiche di superiorità di un individuo rispetto agli altri, soprattutto per quanto concerne l'accrescimento, possono però essere osservate solo su piante di notevoli dimensioni e, quindi, già in fase adulta. In tal caso le maggiori difficoltà di radicazione potrebbero essere superate con interventi di potatura di ringiovanimento. Pertanto, qualora le attività di propagazione siano

programmate con sufficiente anticipo, è buona norma preparare le piante madri con una potatura energica che permetterà di ottenere numerosi getti (cioè abbondante materiale per la propagazione), ben conformati (particolarmente importante nel caso dell'innesto) e con caratteristiche più tipiche della fase giovanile (fra le quali una maggiore capacità rizogena).

In alcuni casi il materiale di propagazione viene prelevato da piante appositamente allevate in vivaio, potate annualmente in modo da ottenere ogni anno vigorosi getti. Le piante così trattate formano siepi o cespugli di bassa taglia che rendono molto agevole la raccolta.

Prelievo del materiale di propagazione in riposo vegetativo

Questo tipo di materiale viene raccolto nel periodo invernale (gennaio-febbraio) quando le gemme sono ancora chiuse. Ritardare la raccolta fino al mese di marzo può essere assai pericoloso a causa della maggiore probabilità di trovare gemme

già in attività. Il materiale prelevato deve essere costituito da getti di 1 anno (bacchette), meglio se ottenute da piante preparate come descritto al punto precedente. E' buona norma, se possibile, non depezzare (se troppo lunghe possono essere tagliate a metà) le bacchette raccolte e provvedere immediatamente affinché queste non si disidratino e surriscaldino. A tal fine devono essere confezionate avvolgendole in fogli di carta inumidita o collocate immediatamente in sacchi di polietilene, evitando l'esposizione al sole. Di estrema importanza è anche ridurre al minimo il tempo che intercorre tra il prelievo e la collocazione di queste in conservazione. Le bacchette raccolte potranno essere utilizzate per ottenere materiale per innesti (a marza legnosa o a gemma) e talee.

Raccolta di materiale per talee radicali e di germoglio

Le talee radicali si ottengono da porzioni di radice prelevate alla fine dell'inverno o all'inizio della primavera, poco prima della ripresa vegetativa. E' questo il momento in cui i tessuti sono più ricchi di sostanze di riserva.

L'approvvigionamento di questo tipo di materiale risulta assai laborioso, a meno che non si ricorra al prelievo di radici da giovani piante di vivaio.

Il materiale per talee di germoglio viene reperito asportando i giovani getti 1 mese circa dopo la ripresa vegetativa. Come nel caso del materiale prelevato in riposo vegetativo, anche per questi tipi di materiale è bene adottare tutti quegli accorgimenti utili ad evitare l'alterazione dei tessuti (confezionamenti volti a limitare la disidratazione, evitare l'esposizione al calore e, soprattutto, celerità nel collocare il materiale nel luogo di radicazione).

Conservazione

Di norma si ricorre alla conservazione solo per materiale raccolto in riposo vegetativo.

Per mantenere vitale il materiale di propagazione è necessario evitare che si verifichino perdite di umi-

dità e, allo stesso tempo, non si determinino condizioni di luce e temperatura favorevoli all'entrata in vegetazione. Anche un eccessivo tenore di umidità e l'assenza di scambi gassosi sono dannosi, in quanto favoriscono lo sviluppo di muffe e funghi.

Un sistema che consente una buona conservazione consiste nel riporre e chiudere le bacchette in sacchetti di polietilene; questo tipo di materiale, infatti, ostacola la perdita di vapore acqueo consentendo comunque il passaggio dei gas per la respirazione. L'imballo va poi riposto in ambiente refrigerato (frigorifero o cella frigorifera, se possibile con controllo dell'umidità) ad una temperatura di circa 3-4 °C; temperature leggermente superiori possono essere tollerate se il tempo di conservazione è limitato (2-3 settimane) o per particolari materiali, quali talee radicate, per le quali sono indicate temperature fino a 4,5 °C. Qualora il periodo di conservazione si prolunghi, è consigliabile mantenere una temperatura più prossima a 0 °C (0,5-2 °C). E' assolutamente da evitare la conservazione delle marze in congelatori; temperature inferiori a 0 °C provocano danni irreversibili ai tessuti. Il materiale, inoltre, deve essere tenuto al riparo da fonti luminose.

Nei rari casi in cui non sia possibile ricorere al freddo artificiale, per mancanza di strumentazione o per la rigorosa osservanza delle tecniche agronomiche biodinamiche, è possibile rifarsi al più antico metodo di conservazione che consiste nel riporre il materiale, meglio se correttamente imballato, in fosse scavate appositamente nel terreno e ricoperte con la terra di scavo; questa possibilità è convenientemente attuabile solo dove il regime termico lo consente. Si tratta infatti di un sistema empirico che può presentare alcuni inconvenienti dovuti al non efficiente controllo dei fattori della conservazione: sbalzi termici, ristagni idrici nonché danni da parassiti vari.

La propagazione vegetativa: innesti e talee Tecniche di innesto e allevamento delle piante

L'innesto è una pratica che, nel caso del ciliegio,

trova largo impiego soprattutto in frutticoltura e nella produzione di piante ornamentali. Non mancano comunque esempi di impianti realizzati con piante innestate, utilizzando marze raccolte da individui di particolare pregio. Queste possono assicurare una produzione di elevata qualità; è tuttavia una tecnica che richiede manodopera specializzata, cure colturali aggiuntive e maggiori oneri economici. Inoltre il successo dell'intervento può essere compromesso da fenomeni di incompatibilità ritardata (che si possono verificare anche dopo molti anni dall'innesto) da parte di taluni cloni. Infatti, nonostante la buona attitudine all'innesto, che in linea generale caratterizza la specie, si osserva una notevole variabilità sia tra i cloni che tra i portainnesti. L'impiego dell'innesto risulta particolarmente utile nel caso di impianti destinati a collezionare materiale clonale e per avviare prove di miglioramento (SINISCALCO 1997). La tecnica dell'innesto potrebbe essere convenientemente utilizzata anche per la realizzazione di arboreti da seme. Le piante innestate, infatti, tendono a presentare una più precoce produzione di seme rispetto a quelle propagate per via gamica, soprattutto nel caso in cui si sia fatto ricorso a marze fiorifere o comunque marze prelevate dalla porzione più perife-

rica della chioma di piante adulte.

Le tecniche di innesto più diffusamente impiegate sono l'innesto a T, l'innesto alla maiorchina e l'innesto a spacco pieno; le prime due sono tecniche di innesto a gemma, mentre lo spacco pieno è un innesto

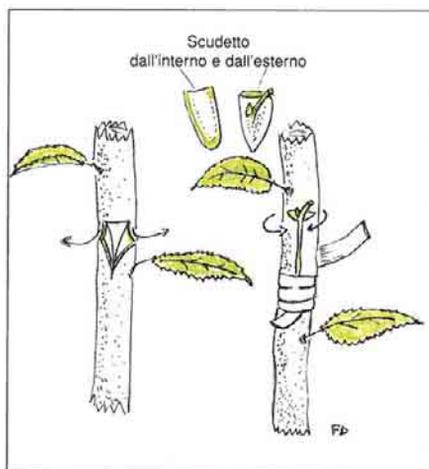


Figura 10 - Innesto a gemma (estivo). Defogliare il ramo e prelevare gli scudetti recanti gemme all'ascella del picciolo. Il fusto superiore si toglie solo una volta che la gemma ha attecchito.

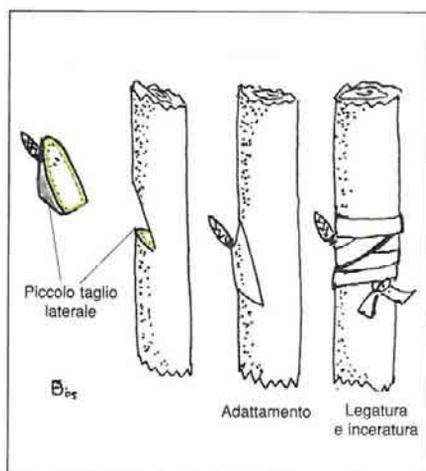


Figura 11a - Innesto alla maiorchina.

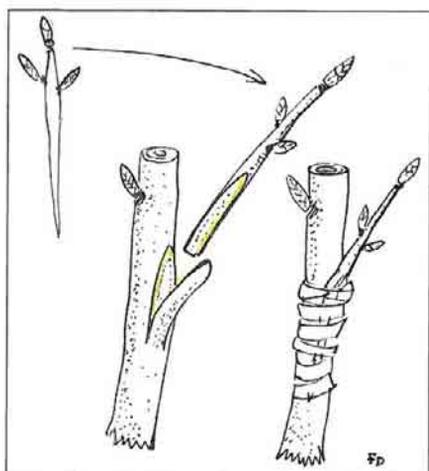


Figura 11b - Innesto laterale.

a marza legnosa.

Nell'*innesto a T*, detto anche *a gemma* (Figura 10), la marza è costituita da una gemma prelevata assieme ad una piccola porzione di corteccia a forma di scudo. La gemma deve essere in riposo vegetativo, pertanto il materiale può essere prelevato da bacchette appositamente conservate, o da getti in attività che presentino gemme dormienti. Il nome di questa tecnica è dovuto all'incisione fatta sul soggetto, in cui si eseguono due tagli perpendicolari tra loro: uno ortogonale rispetto alla direzione dell'asse vegetativo (di lunghezza pari alla larghezza dello scudo, circa 2,5 cm) e l'altro, effettuato a partire dal primo, in posizione centrale verso la base del getto (lungo poco più dello scudo). La gemma viene inserita a partire dall'incisione orizzontale, spingendo verso il basso fino a coprire completamente la corteccia della marza con quella del soggetto (porta innesto), lasciando in vista solo la gemma. La marza può essere inserita conservando la porzione di legno posta dietro la gemma oppure eliminandola. L'innesto viene successivamente legato e protetto con cera. Questo tipo di innesto deve essere eseguito in primavera, quando la pianta riprende l'attività vegetativa e la corteccia del soggetto si distacca con più facilità.

Si ricorre all'innesto alla *maiorchina* (conosciuto anche con il nome di *innesto a scaglia*, Figura 11a) quando risulta più difficile distaccare la corteccia del soggetto, quindi in periodi di riposo vegetativo, invernale o estivo. Esso può essere considerato una variante dell'*innesto laterale* (Figura 11b). La marza è costituita da una gemma con una porzione di corteccia (linguetta o scaglia) che va a sostituire una linguetta, della stessa forma e dimensione, prelevata dal soggetto. Se i tagli sono stati eseguiti correttamente si può ottenere una perfetta coincidenza degli strati cambiali; è comunque necessario procedere con la legatura per favorire l'adesione della marza al soggetto e con l'inceratura per sigillare bene i bordi. Sia nell'*innesto a T* che in quello alla *maiorchina* il soggetto sopra il punto di innesto non

viene tagliato fino a quando non è avvenuta la saldatura. Ciò accadrà circa 10 giorni dopo l'innesto se viene eseguito durante il periodo di attività vegetativa. Se si innesta di autunno il soggetto verrà tagliato poco dopo la ripresa vegetativa nella primavera successiva.

Lo *spacco pieno* è una tecnica di innesto a spacco in cui il diametro della marza e quello del soggetto (nel punto di innesto) devono pressoché coincidere. Si tratta di una tecnica facilmente eseguibile, con la quale solitamente si registrano alte percentuali di attecchimento. Il periodo ottimale per la realizzazione è rappresentato dal momento in cui il soggetto riprende l'attività vegetativa ed è quindi in grado di avviare prontamente i processi di cicatrizzazione delle ferite e di saldatura fra i due bionti. La preparazione della marza avviene sezionando da una bacchetta di un anno (preventivamente raccolta e conservata) una porzione del getto che contenga 2 gemme ed eseguendo su di essa due tagli nella parte basale in modo da formare un cuneo piuttosto affusolato (Foto 15). Per l'esecuzione dell'innesto si taglia il soggetto nel punto prestabilito (da valutarsi in base al diametro della marza) effettuando un'incisione diametrale di profondità circa pari (mai inferiore) a quella del cuneo. Successivamente si inserisce il cuneo nel taglio in modo che le zone del cambio (della marza e del soggetto) siano il più possibile a contatto e si procede con legatura ed inceratura. Dopo circa un mese dall'innesto è necessario rimuovere la legatura.

La pratica più comunemente applicata in vivaio è quella dell'innesto a spacco pieno. Questo viene eseguito di norma su semenzali di 1 anno allevati in contenitori piuttosto capienti (2,5 litri). È indispensabile che i semenzali abbiano dimensioni sufficienti per effettuare l'innesto. Per tale motivo in alcuni casi può essere opportuno ricorrere a semenzali di 2 anni. I soggetti devono essere innestati in primavera (aprile) quando sono già in attività vegetativa utilizzando marze con gemme chiuse previamente raccolte e conservate. Le piante innestate

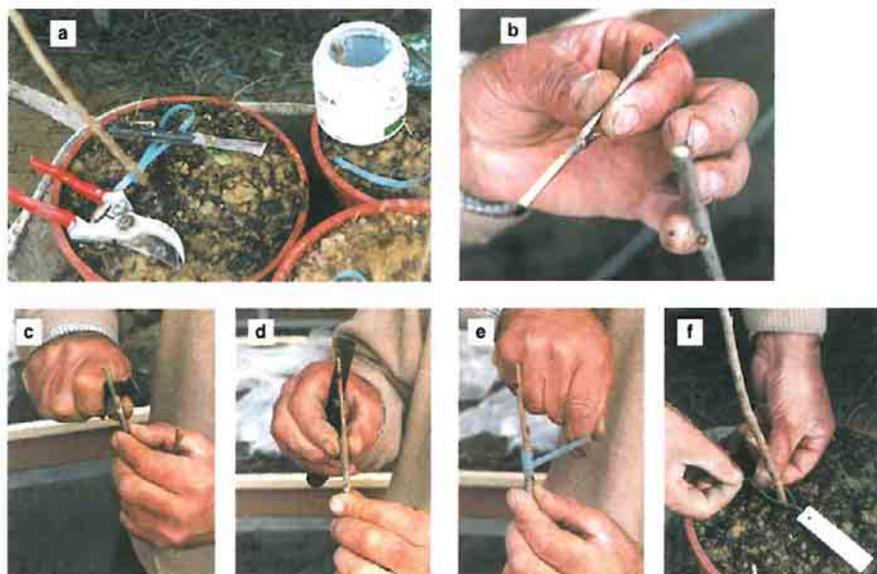


Foto 15 - Sequenza dell'innesto a spacco pieno: **a** - attrezzature; **b** - preparazione della marza; **c** - preparazione del soggetto; **d** - inserimento della marza nello spacco; **e** - legatura e applicazioni del mastice; **f** - etichettatura (Foto Ducci).

vengono mantenute per tutta la stagione vegetativa seguente in vivaio e sottoposte alle normali cure colturali (concimazioni, annaffiature, eliminazione di eventuali ricacci del selvatico ecc.).

Una variante a questo tipo di allevamento prevede il ricorso a serre. I semenzali in contenitore vengono collocati, a fine inverno, in serre riscaldate (almeno 20 °C) al fine di rendere più rapida e più uniforme la ripresa dell'attività vegetativa delle piante. Gli innesti vengono effettuati in serra non appena le piante riprendono l'attività vegetativa. Le piante innestate rimangono per circa 1 mese in serra prima di essere trasferite all'aperto. Per favorire l'acclimatazione è buona norma proteggere gli innesti con reti ombreggianti per circa 1 mese.

HARTMAN e KESTER (1990) consigliano di innestare le varietà pregiate su portainnesti costituiti da trapianti di 2 anni. Dopo l'innesto le piante rimangono in vivaio per un'altra stagione vegetativa. Le distanze proposte per il piantanoia sono pari a 10 cm

sulle file mentre quelle tra le file variano in funzione delle macchine impiegate.

Il taleggio

Il ciliegio è una specie caratterizzata da una buona attitudine alla propagazione per talea, a cui di norma si ricorre per la produzione di varietà da frutto.

Il taleggio può essere effettuato facendo ricorso a talee radicali e talee di germoglio.

Il ciliegio si presta ad essere propagato piuttosto facilmente per talea radicale.

Sperimentazioni in questo senso, condotte su talee prelevate da materiale allevato in vivaio di 2 e 3 anni (1+1, 1+2), hanno dato ottimi risultati in termini di radicazione e sopravvivenza degli individui (GHANI e CAHALAN 1991). La capacità di dare luogo ad individui caratterizzati da un maggiore sviluppo, in termini di numero e lunghezza dei getti, è stata osservata in talee di dimensioni pari a 10-15

cm di lunghezza e 0,7-1,2 cm di diametro, poste nel terreno con la porzione apicale affiorante 2-3 cm sopra la superficie del substrato (GHANI e CALAHAN 1991). E' possibile impiegare con successo anche materiale di dimensioni leggermente maggiori (CHAIX 1982).

Nel caso delle talee di germoglio, si impiegano talee verdi o semilegnose provenienti da piante giovani o ringiovanite tramite ripetute potature o ceduzioni. HARTMAN e KESTER (1990) riferiscono, per molte varietà di ciliegio, buoni risultati per quanto riguarda la radicazione a partire da talee erbacee primaverili. In Francia (CHAIX 1982) è stata messa a punto una metodologia che prevede il prelievo di materia-

le di un anno, da cui si ottengono talee di piccole dimensioni (circa 10 cm), in cui deve essere necessariamente presente una foglia e una sola gemma. Le talee vengono poste su un substrato costituito da perlite e terra, in ambiente ad umidità e temperatura controllate. Con l'impiego di trattamenti auxinici (Acido Indol-Butirrico - IBA, al 5%) si possono ottenere buoni risultati in termini di percentuale di talee radicate e di vigoria di radicazione, in 4 settimane. E' stato osservato che in talee prelevate da piante madri con gemme già in fase di apertura la capacità di emettere radici è notevole anche senza il trattamento auxinico.

3.3 Le colture *in vitro*

ANNA DE ROGATIS e ROBERTA PROIETTI

Le colture *in vitro* sono tecniche di propagazione che consentono di ottenere in condizioni di sterilità, nuovi individui a partire da tessuti diversi della pianta madre (foglie, gemme, polline, porzioni di radici, cotiledoni, meristemi, callo ecc.). Il loro uso permette di liberarsi in parte dai vincoli stagionali, di produrre in tempi brevi un grande numero di piante, di superare i problemi connessi alla dormienza, di risanare materiale vegetale colpito da patogeni di varia origine e di conservare il germoplasma in spazi ristretti e per periodi lunghi.

Il ciliegio selvatico è una delle specie che meglio si adatta a questo tipo di coltura. Gli studi sulle colture *in vitro*, in particolare sulla micropropagazione, sono iniziati in Francia negli anni ottanta. Sono poi proseguiti in altri paesi d'Europa per l'interesse che questa specie riveste per i rimboschimenti e soprattutto per l'Arboricoltura da Legno.

Lo sviluppo delle tecniche di coltivazione *in vitro* è stato favorito dalla necessità di approfondire gli studi sulla fisiologia, sui processi metabolici, ormo-

nali e nutrizionali, di questa come di altre specie. Le colture *in vitro* hanno permesso di lavorare in ambiente controllato per valutare la resistenza a stress biotici e abiotici, consentendo di studiare gli effetti di singoli fattori di stress (umidità, temperatura, luce ecc.). Hanno consentito di moltiplicare un numero elevato di cloni, spesso molto diversi tra loro per caratteristiche fisiologiche e morfologiche, permettendo di superare i problemi legati alle tecniche di moltiplicazione tradizionali, quali l'innesto, la talea, la propagazione per seme.

I fattori che favoriscono la rigenerazione sono: le condizioni micro-ambientali, le combinazioni di macro, micro-elementi e ormoni. Sono invece fattori limitanti, in particolare di specie forestali: la presenza di fenoli, il tempo necessario alla rigenerazione cellulare, la scarsa adattabilità della specie o del singolo genotipo alla crescita *in vitro* ecc.. Tuttavia, i vantaggi che si possono ottenere sono numerosi: l'aumento dell'intensità di selezione, poiché può essere attuata direttamente a livello cel-

lulare; possono essere inoltre eliminate le barriere di ibridazione, altrimenti insormontabili per il miglioramento genetico, la creazione di nuove varietà, infine, piante madri o cloni senescenti possono essere ringiovaniti. Tutti questi vantaggi hanno spinto la ricerca di nuovi metodi per superare i fattori limitanti sopra descritti.

Le tecniche di propagazione *in vitro* più interessanti per il ciliegio sono:

- la *micro-propagazione*;
- l'*embriogenesi somatica*;
- l'*organogenesi* di germogli avventizi da tessuto somatico.

Di ognuna di queste tecniche saranno descritte le metodiche ed i protocolli più interessanti, che costituiscono per la specie *P. avium* i punti di riferimento nella letteratura attuale.

Va inoltre sottolineato che la capacità di adattamento alla coltura *in vitro* è molto condizionata dal genotipo. E' necessario, perciò, adattare la tecnica ai singoli genotipi che devono essere propagati.

Questo ha contribuito a far proliferare il numero di protocolli di micro-propagazione e di rigenerazione oggi riscontrabili in letteratura.

La micro-propagazione

La tecnica più semplice e più facilmente utilizzabile nel settore vivaistico-commerciale, è la *micro-propagazione*. In letteratura sono numerosi i protocolli riferibili a materiale con caratteristiche giovanili (RIFFAUD 1980, CORNU e CHAIX 1981, CORNU *et al.* 1981, CHAIX 1982, DRUART *et al.* 1981, GRANT e HAMMATT 1999) o a piante adulte (FEUCHT e DAUSEND 1976, RIFFAUD e CORNU 1981, SNIR 1982, RANJIT *et al.* 1988, BIONDI *et al.* 1990, HAMMATT e



Foto 16 - Pianta micropropagata pronta per l'ambientamento in serra.

GRANT 1993, HARRINGTON *et al.* 1994, HAMMATT 1994a, b, HAMMATT e GRANT 1997, BARZANTI *et al.* 2004).

Materiale vegetale

Per la micro-propagazione si utilizzano generalmente meristemi estratti da gemme ascellari dormienti, prelevate da rami di un anno⁽¹⁷⁾, apici vegetativi già sviluppati (HAMMATT e GRANT 1993), o gemme di polloni radicali di piante adulte (HARRINGTON *et al.* 1994). Queste ultime presentano, infatti, caratteristiche di adattamento *in vitro* paragonabili a piante giovani.

Sterilizzazione

Per ottenere colture sterili, prive di agenti patogeni (virus, batteri o funghi che ne comprometterebbero lo sviluppo e la moltiplicazione *in vitro*) il materiale di partenza va accuratamente sterilizzato. I prodotti più comunemente utilizzati sono: etanolo al 96%, cloruro di mercurio (5g/l), nitrato di argento al 10%, oppure, nel caso di piante adulte più difficili da sterilizzare, una soluzione di 8-HQS (8-Idrossi-Quinolin-Solfato) allo 0,1%, mantenendo alla luce il materiale con un fotoperiodo di 16 h (LAIMER DA CAMARA MACHADO *et al.* 1991). I tempi di sterilizzazione sono determinati dal prodotto utilizzato, dalla sua concentrazione e dalle condizioni del tessuto trattato. Variano da alcuni secondi ad alcuni minuti. Per eliminare ogni residuo del prodotto utilizzato, le gemme devono essere infine risciacquate accuratamente con acqua distillata sterile.

Tecnica

La micro-propagazione passa attraverso varie fasi:

- *fase di induzione e moltiplicazione*: consente di portare l'espianto all'adattamento alle condizioni di

(17) In genere si preferisce usare gemme in riposo vegetativo prelevate a fine inverno che, avendo già subito un periodo naturale di *chilling*, sono più reattive ed hanno carica microbica ridotta.

crescita *in vitro*. Il germoglio cresce e si moltiplica sviluppando molti assi vegetativi che vengono separati e trapiantati nuovamente. I germogli così predisposti passano alla fase successiva;

- *fase di allungamento*: i germogli vengono passati in questa fase per arrivare ad una lunghezza di 2-3 cm;
- *fase di radicazione*: i germogli allungati sono indotti a radicare.

Le piantine, una volta radicate e sviluppate a sufficienza, saranno avviate alla fase successiva;

- *fase di ambientamento*: si svolge in serra per abituare gradualmente le piantine all'ambiente esterno e soprattutto alla minore umidità relativa (Foto 16).

In ogni fase viene utilizzato un substrato di coltura adatto.

La buona riuscita dei differenti passaggi della *micro-propagazione* si può ottenere attraverso un giusto equilibrio tra differenti fattori: *substrato o mezzo di coltura*, tipo di *ormoni*, loro concentrazione e proporzione, risorse di *carbonio*, uso di particolari reagenti, numero di *sub-colture* (ripetizione di una fase), intervallo di sub-coltura, *condizioni ambientali* in coltura (temperatura, fotoperiodo, intensità luminosa ecc.) (Box 3).

La propagazione a partire da piante adulte è molto più difficoltosa, soprattutto per la fase di radicazione, a causa della senescenza dei tessuti. Secondo HAMMATT *et al.* (1998) ripetute sub-colture di 28 giorni, condotte per un periodo di almeno 588 giorni, possono aiutare a "ringiovanire" i tessuti di piante adulte. Gli stessi Autori hanno infatti osservato che la BA (Benzil-Amino-Purina) sembra predisporre il germoglio alla radicazione in mezzi di coltura con PG (Floroglucino). Questo fenomeno sembra connesso al "ringiovanimento" fisiologico, determinato dalle sub-colture ripetute frequentemente. Studi condotti su marcatori molecolari e proteici dello stato giovanile (polipeptide J1), hanno confermato che, con sub-colture ripetute in un intervallo compreso tra 182 e 588 giorni, in germogli di pianta mature il livello di ABA decresce, mentre aumenta il rapporto tra IAA/ABA (Acido-Indol-Acetico/Acido Abscissico) e ABA. A questo sono correlati un aumento dell'abi-

lità a radicare e una riduzione della produzione di germogli. Tuttavia per il ciliegio selvatico non sempre è possibile definire una correlazione tra abilità di radicazione e livelli di ABA. Esistono probabilmente equilibri più complessi: OLIVEIRA e BROWNING (1993) hanno trovato che anche le gibberelline (GA) possono interferire con il ringiovanimento dei germogli, soprattutto la GA87 e la GA32, poiché hanno elevate quantità di gruppi idrossilici, correlati positivamente con il ringiovanimento e la crescita dei germogli.

La rigenerazione da tessuto somatico

Altre tecniche di rigenerazione *in vitro*, quali l'*embriogenesi somatica* e l'*organogenesi*, sono interessanti soprattutto dal punto di vista scientifico. Danno infatti la possibilità di approfondire gli studi sulla fisiologia, sul metabolismo e possono essere impiegati per le trasformazioni genetiche. Sono tuttavia tecniche un po' troppo complesse perché possano essere impiegate per la produzione commerciale di materiali di propagazione.

Si basano su principi analoghi alla *micro-propagazione*, ma gli espianti utilizzati sono costituiti da differenti tipi di tessuto somatico (embrione, cotiledone, foglia, radice ecc.), sui quali è indotta la formazione di *embrioni somatici*, di *germogli avventizi* o di *protoplasti*, attraverso gli equilibri di diversi fattori: substrato di coltura, ormoni a varie concentrazioni e in determinati rapporti tra loro, assenza di ormoni, presenza di particolari reagenti, risorse di carbonio, intervalli di sub-coltura, condizioni ambientali (luce e buio, fotoperiodo, temperatura, stato fisiologico particolare dell'espianto da usare ecc.).

L'*embriogenesi somatica* si avvia con una fase di induzione per ottenere un iniziale abbozzo embrionale, che sarà poi fatto sviluppare e crescere fino alla formazione della plantula. Con l'*organogenesi* viene indotta la formazione di germogli avventizi. Questi verranno fatti sviluppare, moltiplicare ed infine radicare attraverso una normale tecnica di *micro-propagazione*.

BOX 3 - I PROTOCOLLI PRINCIPALI

La composizione del substrato di base (macro-elementi, micro-elementi e vitamine) che ha dato i migliori risultati sul ciliegio è quella del terreno base MS, proposto da MURASHIGE e SKOOG (1962), con l'aggiunta di agar (6-7 gr), saccarosio (20-30 gr) e pH intorno 5,5 aggiustato prima dell'autoclavaggio.

HAMMATT e GRANT (1993) hanno osservato che il pH influisce sulla cultura dei germogli perché condiziona direttamente la fisiologia della pianta. Inoltre HAMMATT *et al.* (1998) consigliano modifiche di MS, come la sostituzione di $\text{Na}_2\text{-EDTA}$, $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e $\text{ZnSO}_4\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ con $\text{ZnSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e FeNa-EDTA , l'eliminazione dell'edamina, la riduzione dell'agar a 5,5 g/l e del pH a 5,0. Da FRANCK *et al.* (2001) è stato osservato che come agente gelficante per la micropropagazione del ciliegio selvatico, è migliore l'agar rispetto alla gelrite. Questa, infatti, causa la "vitrificazione" dei germogli (che diventano iper-idrici), anche se conservano uno stato più giovanile, per riduzione del metabolismo. La temperatura di $24,6\pm 1^\circ\text{C}$ è risultata in genere la migliore, se associata ad un fotoperiodo di 16 h ed un'intensità di $90\text{-}100\ \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, ottenuta da tubi fluorescenti bianchi (Osram 125 W), posti a circa 24 cm dalle colture (HAMMATT e GRANT 1993).

Come già accennato, deve essere inoltre raggiunto un appropriato rapporto citochinine/auxine. CORNU *et al.* (1981) suggeriscono, per la fase di induzione delle gemme, 1 mg/l di BA (Benzil-Adenina) e 0,1 mg/l di IBA (Acido Indol-Butirico), eventualmente con 0,1 mg/l di GA3 (Acido Gibberellico) (RIFALID e CORNU 1981, GRANT e HAMMATT 1999). Per la moltiplicazione e l'allungamento viene consigliata una concentrazione 0,5 mg/l BA, 0,1 mg/l IBA, eventualmente con 10 mg/l GA3 (RIFALID e CORNU 1981, CORNU *et al.* 1981, GRANT e HAMMATT 1999). Per la fase di radicazione secondo HAMMATT la migliore concentrazione di IBA è di 3 mg/l, con un terreno base MS a concentrazione completa. Gli altri Autori utilizzano invece 1/5 MS con 1 mg/l di

NAA (Acido Naftalen-Acetico) o IBA.

DRUART *et al.* (1981) utilizzano invece, nella fase di induzione, 1/2 MS con vitamine Jacquot (GAUTHERET), a cui sono aggiunti 2,4-D (0,001 mg/l), BA (1mg/l), GA3 (0,1 mg/l), 20 gr/l di saccarosio, 7 gr/l di agar a pH 5,8. Nella fase di moltiplicazione gli stessi Autori suggeriscono il terreno di base QL (QUOIRIN e LEPOVRE 1977), con vitamine WALKER (1972) e con 1 mg/l di BA e 0,1 mg/l di GA3, a pH 5,5. Essi sostituiscono nella fase di allungamento le vitamine con quelle di JACQUOT e gli ormoni con 1 mg/l di GA3. Nella fase di radicazione usano 2 mg/l di 2,4-D e vitamine WALKER. Prima della fase di radicazione consigliano un periodo di oscurità di 8-10 giorni.

Secondo HAMMATT (1993) la risorsa di carbonio che normalmente si utilizza nella micropropagazione è il saccarosio, che porta però ad una radicazione difficoltosa.

HAMMATT e GRANT (1993) hanno osservato che PG (Floroglucolino) incrementa la proliferazione e la capacità di radicazione dei germogli in alcuni cloni. Probabilmente PG interagisce con il metabolismo delle auxine, fungendo da antiossidante nei tessuti (HAMMATT 1994a). L'effetto del PG è evidente soprattutto nelle prime fasi di vita delle linee colturali, ma con il susseguirsi di sub-colture esso diviene sempre meno evidente, perché i germogli ringiovaniscono ed aumentano la capacità di produrre radici. Inoltre il PG non influisce sul metabolismo delle auxine esogene, cioè quelle introdotte nel mezzo di coltura.

Per i cloni italiani, il protocollo che ha dato migliori risultati per un elevato numero di genotipi (20), prevede l'estrazione delle gemme ad aprile ed il trapianto in un substrato di coltura MS con 6 gr/l di agar, 30 gr/l di saccarosio a pH 5,6, a cui sono stati aggiunti per l'induzione 1,5 mg/l di BA, 0,01 mg/l di NAA; per la moltiplicazione 0,7 mg/l di BA e 0,01 mg/l di NAA e per la radicazione 3 mg/l di IBA (BARZANI *et al.* 2004).

Molti sono i protocolli che possono essere reperibili in letteratura per le rispettive metodiche. Occorre ricordare tuttavia che, sia per l'*embriogenesi* che per l'*organogenesi*, i protocolli non sono generalizzabili per tutti i cloni e soprattutto si possono verificare *variazioni somaclonali* (alterazioni accidentali a carico del genoma di cellule dei tessuti trattati).

Embriogenesi somatica

Si distinguono due strade diverse per ottenerla:

- *embriogenesi somatica diretta*, quando gli embrioni

sono formati direttamente dal tessuto utilizzato come espianto;

- *embriogenesi indiretta*, quando si passa da una fase di formazione di callo, dal quale poi si svilupperanno gli embrioni.

Si parla inoltre di *embriogenesi primaria* nell'induzione dei primi embrioni. Si parla invece di *embriogenesi secondaria* quando gli embrioni sono ottenuti da embrioni primari, e di *embriogenesi ripetitiva* quando si ha una produzione continua di embrioni secondari (Foto 17).



Foto 17 - Abbozzi di embrioni somatici su cotiledone immaturo.

Nel ciliegio è stata ottenuta embriogenesi somatica usando substrato di coltura liquido 1/2 MS I, con 1 mg/l di NAA (Acido-Naftalen-Acetico) e BA (DURZAN *et al.* 1990), a partire da callo coltivato in sospensione, ottenuto da piccioli fogliari di piantine micro-propagate. Per ottenere questo è stata usata la frazione di cellule con diametro di 60-120 μ , tenute al buio e a $22 \pm 1^\circ\text{C}$. Gli embrioni si sono sviluppati dopo aver rimosso gli ormoni in 3-4 settimane.

PEDROTTI *et al.* (1992) hanno ottenuto strutture simili ad abbozzi embrionali da callo ottenuto da embrione zigotico immaturo. Per questo è stato usato un terreno MS con 4 mg/l di NAA, 1 mg/l di BA e 1 mg/l di Kin (chinetina). Per 10 giorni gli espianti sono stati mantenuti al buio e sottoposti successivamente ad un fotoperiodo di 16 h, con lunghezza d'onda pari a $75 \mu\text{E m}^2$ e temperatura di $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

DE MARCH *et al.* (1993) hanno ottenuto embriogenesi somatica diretta da cotiledone immaturo. Questo è stato coltivato per 10 giorni in un mezzo MS, con vitamine MOREL e WETMORE (1951), con l'aggiunta di 20 g/l di saccarosio, 7 g/l di agar, 500 mg/l di caseina idrolisata, 250 mg/l di glutamina, 2 mg/l di glicina, ad un pH aggiustato a 5,8 prima dell'autoclavaggio (115°C per 20 min.), gli ormoni, 2,4-D (4 mg/l) e Kin (2 mg/l) per soli 10

giorni. Gli embrioni immaturi sono stati mantenuti al buio, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Gli espianti sono stati trasferiti poi in substrato fresco senza ormoni. La conversione degli embrioni indotti in piantine è stata ottenuta esponendoli alla luce ($45 \text{ mmol } \mu\text{s}^{-1}$), con fotoperiodo di 18 h e termoperiodo di $25/19^\circ\text{C}$. Le risposte sono state influenzate molto dal genotipo della pianta madre.

GARIN *et al.* (1997) hanno ottenuto embriogenesi secondaria da callo prodotto da embrioni somatici primari, ottenuti attraverso il protocollo di DE MARCH *et al.* (1993) sopra descritto. Gli embrioni primari isolati sono stati coltivati in terreno con 0,1 mg/l di BA, 0,1 mg/l di Kin e 0,5 mg/l di IBA. Dopo 9 settimane gli embrioni sono stati tagliati longitudinalmente e trapiantati su terreno con 0,07 mg/l di NAA e 0,1 mg/l di BA, ottenendo così callo che produce embriogenesi secondaria. Gli embrioni si formano dopo 12 settimane. Il callo rimane embriogenico per 18 mesi, ma già dopo un anno diviene iper-idrico. Le linee in questo caso sono state mantenute per 3 anni e da esse sono state ottenute 6 generazioni di colture embriogeniche. L'embriogenesi è passata inizialmente da una fase di callo alla prima generazione, ma nelle successive fasi, è stata ottenuta sia indiretta che secondaria diretta.

Nel primo caso, con l'embriogenesi somatica indiretta, il callo friabile è stato indotto a partire da embrioni zigotici, usando un substrato MS con vitamine MOREL e WETMORE. Sono stati aggiunti 30 g/l di saccarosio, 500 mg/l di caseina idrolisata, 250 ng/l di glutamina, 2 mg/l di glicina, 2 g/l di gelrite e con 0,2 mg/l di BA, 0,2 mg/l di Kin e 0,1 mg/l di NAA, a pH 5,7, aggiustato prima dell'autoclavaggio. Le colture sono state incubate al buio a $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Dagli Autori è stata confermata interazione tra pianta madre e concentrazione ormonale utilizzata.

Un basso rapporto auxine/citochinine sembra mantenere il callo friabile. Sembra tuttavia necessario l'uso di due auxine per indurre nel callo la capacità embriogenica.

Organogenesi di germogli avventizi

In *P. avium* germogli rigenerati da cotiledone immaturo sono stati ottenuti da PEDROTTI *et al.* (1992) dopo aver asportato l'asse embrionale. In questo caso gli espianti sono stati inoculati a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, al buio per 10 giorni, su terreno MS con 5 mg/l di 2,4-D, 1 mg/l di BA e 1 mg/l di Kin o con 5 mg/l di BA. Sono stati trasferiti poi alla luce ($75 \mu\text{E } \mu^{-2}\text{s}^{-1}$), con fotoperiodo di 16 h, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

YANG e SCHMIDT (1992) hanno ottenuto rigenerazione di germogli avventizi su differenti idiotipi di *P. avium*. I fattori da loro studiati sono stati: presenza/assenza di luce (1.200 Lux), tipi di contenitore, substrati di coltura di base, tipo di citochinine. Secondo il genotipo sono stati ottenuti germogli con mezzi di coltura LP e MS, contenenti TDZ (Tidiazuron) o BA. L'esposizione alla luce è risultata migliore del buio.

HAMMATT (1994b) ha ottenuto germogli direttamente da foglia. I rigenerati sono stati poi trasferiti in un terreno normalmente utilizzato in micropropagazione. I germogli prodotti sul terreno di base MS, comparati con quelli ottenuti su DKW, sono più clorotici, più piccoli e difficili da far sviluppare sul substrato di micropropagazione. L'aggiunta di PG riduce sensibilmente la percentuale di rigenerazione degli espianti (foglie). Le concentrazioni ormonali migliori in questo esperimento sono risultate quelle con 0,1 mg/l di NAA e 5 mg/l di BA. La migliore risorsa di carboidrati per la rigenerazione da foglia è il saccarosio, che ha indotto maggiore frequenza di rigenerazione e germogli non iper-idrici. Tuttavia il fruttosio ha consentito una radicazione migliore. Nella rigenerazione da foglia di *P. padus* saccarosio e sorbitolo sono risultati migliori di glucosio e fruttosio (GRANT *et al.* 1998). Questo induce a pensare che anche per *P. avium* sia necessario approfondire lo studio sulle fonti di carbonio. Organogenesi da foglia in *P. avium* (cvs. F12/1, CHARGER 1908) è stata ottenuta usando il substrato di coltura WPM (LLOYD e MC COWN 1981), con 1 mg/l di TDZ (HAMMATT e GRANT (1998).



Foto 18 - Organogenesi di germogli avventizi da tessuto fogliare.

Fattori determinanti per la rigenerazione da foglia sono considerati il genotipo, il tipo di espianto, la dimensione dell'espianto, il mezzo di base ed il tipo di ormone utilizzato. Ad esempio la TDZ stimola migliori risposte della BA.

DE ROGATIS e FABRI (1997) hanno ottenuto organogenesi di *germogli avventizi* da cotiledoni immaturi, su terreno DCR, con 5 mg/l di BA e 1 mg/l di IAA. I germogli rigenerati sono stati moltiplicati e portati alla radicazione su terreni normalmente utilizzati in micropropagazione. È stata evidenziata una elevata significatività dell'effetto del genotipo, una elevata interazione tra genotipo e substrato di coltura ed un'elevata influenza delle concentrazioni ormonali sul numero di germogli prodotto (Foto 18).

Rigenerazione da protoplasti

OCHATT (1991) ha messo a punto una strategia per ottenere rigenerazione di piante di ciliegio selvatico e dolce da *protoplasti* di mesofillo fogliare. Attraverso il susseguirsi di numerosi passaggi, dal mesofillo sono stati ottenuti *protoplasti* che, fatti proliferare, hanno sviluppato callo. Su questo è stata indotta rigenerazione di germogli, messi poi a radicare. Si tratta di una tecnica veramente molto lunga e complessa, poco utile da un punto di vista pratico-applicativo ma con un importante significato scientifico. Apre infatti la possibilità di arrivare alla fusione di *protoplasti* e all'*ibridazione somatica*. Anche in questo caso l'abilità alla rigenerazione è strettamente dipendente dal genotipo.

ENRICO BURESTI LATTES e PAOLO MORI

Il ciliegio è stato una delle specie maggiormente impiegate in Arboricoltura da Legno a partire dalla seconda metà degli anni Ottanta con i programmi di *set-aside* e successivamente con l'applicazione del Reg. CEE 2080/92. Tuttavia a questa grande diffusione non ha sempre corrisposto un'accurata progettazione, né cure colturali adeguate. Ciò ha reso difficile qualsiasi previsione sul futuro produttivo di molti impianti. Le cause delle ridotte potenzialità di molte piantagioni, soprattutto in termini di pregio dei fusti presenti, sono numerose e complesse. Tra queste ha svolto un ruolo di rilievo la carenza di informazioni per tecnici ed arboricoltori, sia per quanto riguarda la progettazione che la conduzione. Tuttavia, le esperienze maturate durante il periodo

di applicazione del suddetto regolamento comunitario e le prime considerazioni che è stato possibile trarre dagli impianti realizzati dall'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura (ISS) di Arezzo a partire dai primi anni ottanta, hanno consentito di colmare molte delle lacune manifestatesi in questi ultimi lustri.

Di seguito si illustreranno:

- i concetti fondamentali e le principali definizioni a cui far riferimento per la progettazione e la conduzione di piantagioni da legno;
- alcuni esempi di piantagioni, tra i tanti che è possibile realizzare con il ciliegio;
- i principali accorgimenti da tenere presenti durante la fase di realizzazione dell'impianto.

4.1 Cos'è l'Arboricoltura da Legno

L'Arboricoltura da Legno (AdL) è oggi intesa come coltivazione temporanea di alberi finalizzata ad ottenere esclusivamente prodotti legnosi con caratteristiche predefinite.

Caratteristiche tipiche dell'AdL sono:

- *Temporaneità e reversibilità della coltivazione.* Ciò significa che la coltivazione di specie da legno è assimilabile ad una qualsiasi coltivazione agraria. Essa non vincola l'uso del suolo se non per il periodo del ciclo colturale. Così anche per l'AdL, dopo aver tagliato le piante, il proprietario potrà decidere, senza vincolo alcuno, come impiegare il terreno negli anni successivi.
- *Durata del ciclo produttivo.* Questa non può essere determinata a priori. Nel caso di impianti realizzati con finanziamento pubblico può essere definito un periodo minimo di permanenza degli alberi sull'appezzamento di terreno. Scaduto tale periodo, l'imprenditore sarà libero di decidere il momento migliore per immettere sul mercato i

prodotti legnosi della piantagione.

Se invece l'impianto viene realizzato senza alcun finanziamento pubblico, l'imprenditore sarà sempre libero di perseguire l'obiettivo produttivo (individuato assieme al tecnico in fase di progettazione), di approfittare di congiunture di mercato favorevoli anticipando la conclusione del ciclo o, se del caso, di posticiparla in caso di condizioni di mercato sfavorevoli.

- *Fattori da valutare.* Caratteristiche ambientali, scelta della o delle specie, *qualità vivaistica* delle piantine, variabilità delle caratteristiche dell'appezzamento e delle condizioni microclimatiche, entità e tempestività degli *input* esterni, volubilità del mercato, particolarità del contesto socio-economico, competenza nella conduzione degli impianti da legno e organizzazione aziendale sono i principali fattori che possono determinare l'insuccesso o favorire il successo di una piantagione da legno. Ciò rende evidente che non può esiste-

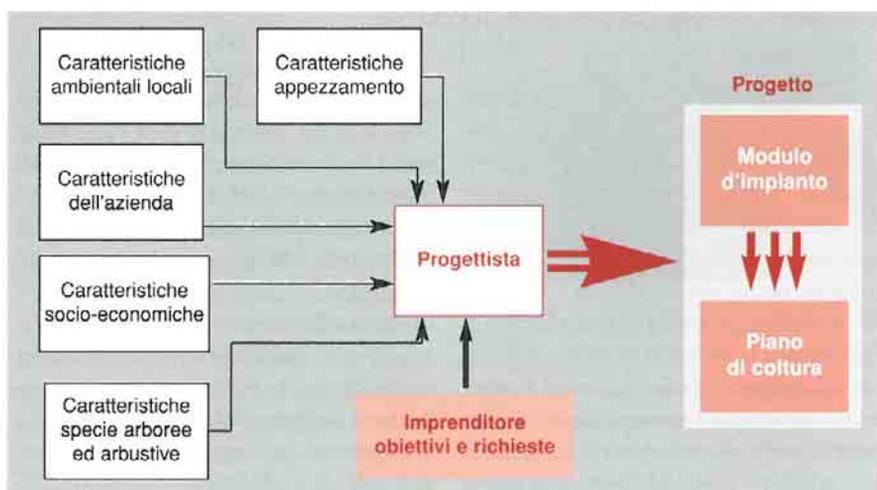


Figura 12 - Ruolo del progettista.

re un unico modello progettuale e colturale da adottare, ma teoricamente tanti quante le possibili combinazioni tra i fattori sopra elencati. Le informazioni reperibili ed i dati rilevabili devono essere sempre filtrati dalla professionalità del tecnico che nel progetto, definendo modulo d'impianto e piano di coltura, armonizza le conoscenze in suo possesso al fine di raggiungere l'obiettivo produttivo definito concordemente con l'imprenditore (Figura 12).

L'AdL, per le caratteristiche che ha, rappresenta l'anello di congiunzione tra agricoltura e selvicoltura. Si può, infatti, trovare un *continuum* di casi intermedi distribuiti tra due estremi rappresentati da *impianti puri*, a ciclo relativamente breve e ad alto *input* energetico (es. pioppicoltura monoclonale) ed *impianti misti con accessorie*, a ciclo produttivo medio-lungo, a basso *input* energetico, assimilabili alla selvicoltura.

Gli obiettivi

In AdL l'obiettivo prioritario è la produzione di materiale legnoso con ben precise caratteristiche. Tutte le scelte tecniche e le azioni miranti ad otte-

nere benefici o produzioni diverse rispetto all'obiettivo prioritario, devono essere organizzate e condotte senza ostacolare minimamente la quantità o le caratteristiche della produzione legnosa delle piante principali.

Gli obiettivi produttivi in AdL possono essere suddivisi in tre tipologie:

1. *tondo per trancitura o per sfogliatura* (materiale di pregio);
2. *tondo da sega* (materiale di pregio);
3. *biomassa legnosa*.

Benché si punti ad ottenere prioritariamente un determinato assortimento di legname, questo generalmente non sarà l'unico che verrà prodotto. Frequentemente la non omogeneità micro-ambientale delle piantagioni, la diversità individuale e possibili eventi dannosi.

Concorrono infatti a determinare un frazionamento della produzione in materiali di maggiore o minor pregio. In molti casi, collateralmente all'obiettivo produttivo, si otterranno quindi anche materiali diversi da quelli desiderati. Tali materiali vengono definiti *prodotti aggiuntivi*.

Infatti, nel caso si desiderasse produrre legname da

trancia, si otterranno, o per effetto scia, o per problemi durante il ciclo produttivo, anche assortimenti delle altre due categorie sottostanti (2 e 3) oltretutto, probabilmente, segati per imballaggi e/o falegnameria andante. Questi non sono quasi mai oggetto di obiettivo produttivo, ma si ottengono come sottoprodotto quando si punta ad assortimenti di maggior pregio. Nel caso l'obiettivo sia la produzione di segati, si otterranno prodotti di pregio variabile e, sempre per gli stessi motivi, anche assortimenti della categoria sottostante (3) ma non di quella superiore (1). Soltanto nel caso in cui l'obiettivo prioritario fosse la produzione di biomassa legnosa, saremo sicuri di produrre soltanto materiale appartenente a quest'ultima categoria.

Pur perseguendo esclusivamente il medesimo obiettivo prioritario ed avendo come riferimento il ciliegio da legno, le tipologie d'impianto, i sestri e le distanze adottabili sono numerose.

A titolo d'esempio, oltre al ciliegio:

- se l'imprenditore, pur non volendo rinunciare a massimizzare la produzione legnosa, fosse interessato all'apicoltura si potranno inserire, con ruolo di principale o accessoria, anche piante di specie mellifere;
- se l'interesse dell'imprenditore fosse invece rivolto

al paesaggio percepito dai frequentatori di un agriturismo, si potrà optare per impianti misti e adottare, con ruolo di principale o di accessoria, oltre al ciliegio altre specie caratterizzate da belle fioriture e/o colorazioni particolari del fogliame.

Gli esempi di variante possono essere numerosi ma, a parte una diversa impostazione del progetto (cioè del modulo d'impianto e del piano di coltura della piantagione), non si dovranno prevedere scelte che possano ostacolare la massimizzazione della produzione di legno della/e pianta/e principale/i.

In caso contrario non si potrà più parlare di AdL, ma di *Arboricoltura Multifunzionale*, cioè di una coltivazione di alberi progettata e condotta non solo per la produzione di legno, ma anche per ottenere benefici di altro genere. In questo caso quindi si passa da uno o più obiettivi di un solo genere (AdL poli-obiettivo) a due o più obiettivi di genere diverso (es. legno e frutti; legno e protezione dal vento; legno e fitodepurazione, legno e immagazzinamento di CO₂ ecc.). Dovendo perseguire due o più obiettivi contemporaneamente non si potrà ottenere il massimo possibile per ciascuno di essi, ma si dovrà stabilire, di concerto con l'imprenditore, un compromesso tra il legname e gli altri prodotti prioritari.

4.2 Arboricoltura con ciliegio selvatico

In questa pubblicazione si parlerà soltanto di impianti da legno che comprendono il ciliegio tra le specie adottate. Il ciliegio potrà avere ruolo di principale, di accessoria paracadute o di accessoria. Il ciliegio, per le caratteristiche del suo legno, viene impiegato quasi esclusivamente per produrre legname di pregio. Per ridurre al minimo la percentuale di ciliegio da destinare ad impieghi diversi da quello di pregio, è necessario che il tecnico segua regolarmente l'applicazione del piano di coltura, ma che sia pronto ad apportare le

modifiche necessarie nel caso si dovessero verificare imprevisti.

Nelle piantagioni per la *produzione di legname di pregio*, poiché il reddito è legato alle caratteristiche di ogni tronco, le singole piante divengono l'elemento su cui concentrarsi. Gli impianti devono essere realizzati e condotti in modo da permettere il controllo della crescita e dell'evoluzione nella direzione richiesta di ogni singolo individuo con ruolo di principale. Perché il suo legname risulti idoneo ed apprezzato dagli acquirenti e perché l'in-

vestimento possa dirsi riuscito, non basta aver prodotto un tronco qualsiasi: questo deve possedere caratteristiche ottimali per l'obiettivo produttivo a cui si punta.

Nel caso in cui il ciliegio sia introdotto in piantagioni in cui si intende *produrre sia legname di pregio che biomassa legnosa*, non sarà possibile massimizzare contemporaneamente entrambi gli obiettivi. Per questo il progettista, su richiesta dell'imprenditore, dovrà predisporre un modulo che favorisca uno dei due indirizzi produttivi, pur garantendo l'ottenimento di entrambi gli assortimenti legnosi.

4.2.1 Tipologie d'impianto

La scelta del tipo d'impianto non può essere fatta in maniera estemporanea dal progettista. Progettare e realizzare una piantagione pura, pura con accessorie, mista o mista con accessorie, anche se in certi casi può portare a produzioni simili, comporta sicuramente piani di coltura, difficoltà nella conduzione dell'impianto ed alternative colturali assai diverse. Per questo è necessario che il progettista informi l'imprenditore sui ruoli delle piante delle specie che potrebbero essere impiegate e sui principali vantaggi e svantaggi di ogni scelta, in relazione ai fattori che possono condizionare il successo della piantagione stessa. Solo dopo tale fase e con il cosciente coinvolgimento dell'imprenditore, sarà possibile definire il tipo d'impianto.

Di seguito sono sinteticamente forniti gli elementi utili al progettista per comunicare all'imprenditore le informazioni essenziali e per coinvolgerlo nella realizzazione e conduzione della piantagione. Ci limitiamo a trattare in questo volume le tipologie che anni di esperienza ci consentono di consigliare per il ciliegio selvatico, rimandando alla bibliografia per gli approfondimenti. Prima di esaminare l'argomento fissiamo tuttavia alcune caratteristiche di base sui ruoli attribuibili nelle piantagioni alle piante delle diverse specie (Box 4). La Tabella 15 mostra invece i principali vantaggi e svantaggi

di ogni tipologia d'impianto.

Impianti "puri"

Un impianto è considerato puro quando è composto da piante principali di una sola specie.

In ogni caso è importante usare la massima cautela nel progettare e condurre impianti puri di specie, come il ciliegio, che in natura si trovano allo stato sporadico.

Impianti "puri con accessorie"

Un impianto è considerato puro con accessorie quando è composto da piante principali di una sola specie e da piante accessorie di una o più specie, arboree o arbustive, inserite con lo scopo di favorire e condizionare positivamente lo sviluppo della principale.

Impianti "misti"

Un impianto è considerato misto quando è composto da piante principali di due o più specie.

Impianti "misti con accessorie"

Un impianto è considerato misto con accessorie quando è composto da piante principali di due o più specie e da piante accessorie di una o più specie, arboree o arbustive, inserite con lo scopo di favorire e condizionare positivamente lo sviluppo delle principali.

4.2.2 Modulo d'impianto e Piano di coltura: elementi base della progettazione

Il modulo d'impianto è uno degli elementi fondamentali del progetto di una piantagione da legno. Esso può essere definito (BURESTI e MORI 2003a) come lo schema in cui è rappresentata l'unità minima di superficie, che:

- comprende tutte le specie scelte;
- ha rappresentato almeno una volta per intero (cioè con piante intere) il sesto e la/e distanza/e

TABELLA 15 - TIPOLOGIA DI PIANTAGIONE (Sintesi da BURESTI e MORI, 2003a)

	Plantazione pura	Plantazione pura con accessorie	Plantazione mista	Plantazione mista con accessorie
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> - Progetto e realizzazione del modulo relativamente facile - Definizione e realizz. del piano di coltura relativamente facile - Competenze professionali limitate ad una sola specie (es. <i>pioppo</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ridotte lavorazioni del terreno - Facilitazione nelle potature - Migliore struttura architettonica nelle piante principali - Arricchimento del terreno - Possibilità di prodotti aggiuntivi - Maggiore diversità 	<ul style="list-style-type: none"> - Riduzione dei rischi ecologici ed economici rispetto ai puri (due o più prodotti anziché uno solo) - Maggiori possibilità di scelta durante il ciclo produttivo rispetto agli impianti puri - Migliore utilizzazione degli spazi aerei e del terreno - Maggiore diversità 	<ul style="list-style-type: none"> - Diversificazione dei rischi ecologici ed economici - Lavorazioni del terreno ridotte - Migliore struttura architettonica per le piante principali - Prodotti aggiuntivi - Micro-ambiente favorevole alle piante principali - Minore stress da isolamento sulle principali in caso di utilizzazioni difformi o diradamenti
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none"> - Rischi derivanti da mono-cultura (es. scelta di <i>materiale idoneo, patogeni, eventi climatici</i>) - Minore sostenibilità ecologica - Rischio economico insito nel "monoprodotto" 	<ul style="list-style-type: none"> - Scelta delle specie più complessa - Maggiore complessità del modulo rispetto agli impianti puri - Rischio di compromettere tutta la produzione per danni biotici o abiotici sulle principali - Rischio economico insito nel "monoprodotto" 	<ul style="list-style-type: none"> - Complessità del modulo d'imp. - Difficoltà di scelta di piante di specie pregiate che possano integrarsi al meglio - Maggiori competenze per definire e condurre il piano di coltura 	<ul style="list-style-type: none"> - Complessità del modulo d'impianto - Difficoltà di scelta delle piante principali ed accessorie - Maggiori competenze per realizzare e condurre l'impianto - Maggiori difficoltà nella definizione del piano di coltura. - Ridotta intensità di coltivazione
Quando e dove conviene	<ul style="list-style-type: none"> - Ottima conoscenza della stazione - Specie in condizioni ottimali - La specie ha consolidata tradizione di coltivazione - Cicli produttivi brevi - Imprenditore tecnicamente competente - Il piano di coltura fa parte della pianificazione aziendale (aziende medio-grandi) - Adl. intensiva e/o proprietario disposto ad effettuare uno o più diradamenti sulla principale 	<ul style="list-style-type: none"> - Se si desidera condizionare la struttura architettonica della principale, riducendo l'intensità di coltivazione (rispetto al puro) - Potatori non particolarmente esperti - Dopo i primi anni, si desidera ridurre le lavorazioni del terreno - L'imprenditore non può seguire direttamente la piantagione o non può inserirla con pari priorità nella programmazione aziendale (aziende medio-grandi) - Stazione e appezzamento ottimi o buoni per la principale adottata, ma si vogliono creare migliori condizioni di crescita 	<ul style="list-style-type: none"> - Per ridurre i rischi economici - Se si dispone di manodopera che conosce le specie impiegate - In stazioni buone e almeno per una specie ottime - L'imprenditore può condurre direttamente l'impianto o può inserire il piano di coltura tra le azioni prioritarie della programmi. aziendale (aziende medio-grandi) 	<ul style="list-style-type: none"> - Per ridurre i rischi economici almeno una specie principale - L'imprenditore non può seguire direttamente la piantagione o non può inserirla con pari priorità nella programmazione aziendale (aziende medio-grandi) - Per condizionare la struttura architettonica della principale/ - Potatori non particolarmente esperti
Idoneità per il ciliegio selvatico	*	**	***	***

BOX 4 - RUOLI CHE POSSONO ESSERE ATTRIBUITI AD UNA PIANTA IN ARBORICOLTURA DA LEGNO

Principale

Una pianta assume il ruolo di principale quando, attraverso essa, si punta ad ottenere i prodotti attesi dall'imprenditore come obiettivo produttivo. Nel caso dell'AdL si tratta di prodotti legnosi.

Accessoria

Una pianta assume il ruolo di accessoria quando viene inserita nella piantagione con lo scopo di facilitare la conduzione dell'impianto.

Accessoria paracadute

Si tratta di una pianta che svolge un ruolo da accessoria, ma che appartiene ad una specie potenzialmente in grado di produrre legname di pregio. Viene inserita nell'impianto con lo scopo di sostituire le principali nel caso queste non si rivelassero adatte a produrre i risultati attesi.

Per questo, nonostante il ruolo di accessoria, la "pianta paracadute", viene sottoposta alle cure colturali di una principale fino al momento in cui si

rende necessario il primo diradamento. Se tutto procede come previsto questa viene eliminata, altrimenti le viene attribuito definitivamente il ruolo di principale e, in sua vece, si eliminano le principali che non sono in grado di produrre i risultati attesi (BURESTI e DE MEIO 1998).

Due ruoli per la stessa specie

Alla stessa specie può essere attribuito sia il ruolo di principale che il ruolo di accessoria a seconda delle finalità e delle esigenze del progetto.

Si può arrivare al caso limite in cui in uno stesso impianto alcuni alberi sono principali ed altri della stessa specie sono accessori (Figura 13).

Quando, a seguito di errori progettuali, di gestione dell'impianto e di avversità, alcune o tutte le piante principali non sono più in grado di raggiungere l'obiettivo prefissato, talvolta si può attribuire alle accessorie il ruolo di principali con lo scopo di raggiungere comunque un nuovo obiettivo produttivo anche se più modesto.

BOX 5 - DOPPIA PIANTA: UN'ASSICURAZIONE SUL FUTURO

In un impianto si adotta la "doppia pianta" quando si prevede di collocare due piantine della stessa specie, a distanza di circa 50 cm l'una dall'altra, anziché una (Figura 14).

Adottare la doppia pianta serve ad accrescere la probabilità di ottenere piantagioni più omogenee e dotate di piante mediamente più vigorose e meglio conformate rispetto agli impianti realizzati con una sola pianta per punto (BURESTI *et al.* 2001, 2002, 2003). Questo sistema rappresenta un'assicurazione nei confronti di eventi accidentali che si dovessero verificare nei primi anni dell'impianto. Consente inoltre un diradamento precoce (3-5 anni di età) su soggetti di piccole dimensioni e permette di effettuare l'intervento a costi relativamente bassi, poiché:

- individuare nella coppia la pianta meglio conformata e/o più vigorosa richiede una competenza professionale minima;
- abbattere la pianta "scartata" è facile e, generalmente, l'intervento può essere effettuato, in occasione della potatura, anche con un troncaremi o un seghetto.

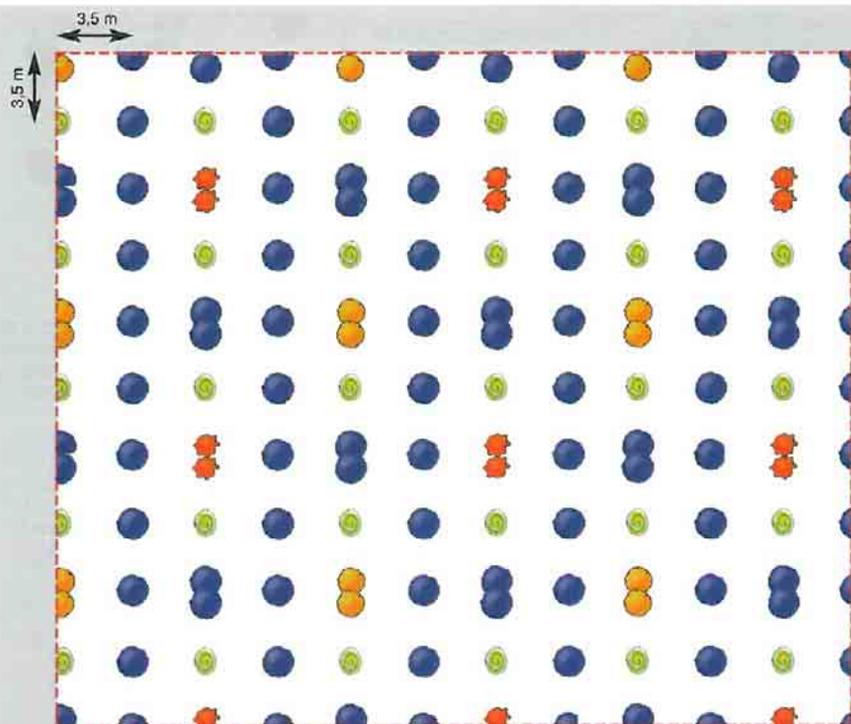
La doppia pianta può essere adottata tutte le volte che:

- non si dispone di materiale vivaistico selezionato

per la zona e/o il tipo di appezzamento in cui si andrà a piantare;

- le piante con ruolo di principale appartengono a specie che presentano un'elevata variabilità nella struttura architettonica (BURESTI *et al.* 2002, 2003) e/o nella capacità di adattamento a condizioni pedoclimatiche variabili;
- le indicazioni raccolte sulle caratteristiche climatiche della zona e quelle pedo-climatiche dell'appezzamento suggeriscono condizioni buone, ma non ottimali, per le piante principali della specie che si intende adottare;
- l'imprenditore non è disposto ad effettuare diradamenti su piante potenzialmente principali per arrivare a distanza definitiva, partendo da impianti densi.

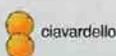
La doppia pianta può essere adottata per una o per tutte le piante principali che entrano a far parte di un progetto di AdL. Tuttavia è importante tenere presente che una scelta del genere, se da una parte accresce la probabilità di ottenere materiale di maggior pregio e/o in maggiori quantità, dall'altra determina un aumento dei costi di realizzazione.

**Legenda Principali**

rovere



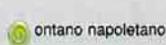
ciliegio



ciavardello

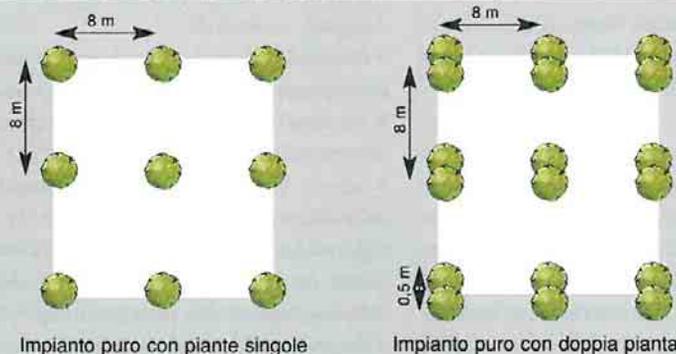
Accessorie

rovere



ontano napoletano

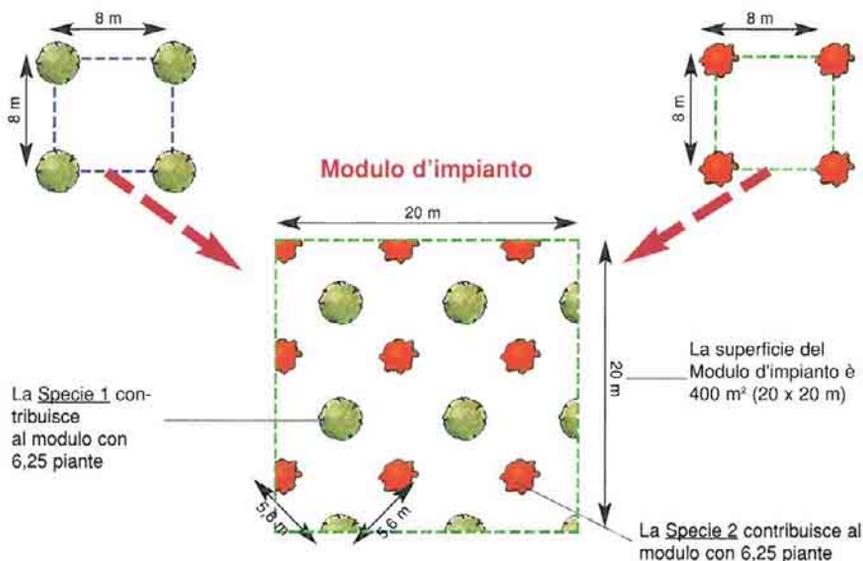
Figura 13 - In questo modulo d'impianto sono previste tre specie alle cui piante è attribuito il ruolo di principale (rovere, ciliegio e ciavardello) e due (piantate singolarmente) alle cui piante è attribuito il ruolo di accessoria (rovere e ontano napoletano). Quindi alcune piante di rovere assumeranno il ruolo di principale, mentre altre, pur appartenendo alla stessa specie, quello di accessoria.



Impianto puro con piante singole

Impianto puro con doppia pianta

Figura 14 - Esempio di due impianti puri con piante collocate a dimora singolarmente oppure a coppie.



Calcolo del numero di piantine necessario per 3 ha
 Se si ipotizza di realizzare una piantagione su un appezzamento di 3 ha con questo modulo d'impianto è necessario impiegare:
 Specie 1 => $(30.000 : 400) \times 6,25 = 468,7$ (469) piantine
 Specie 2 => $(30.000 : 400) \times 6,25 = 468,7$ (469) piantine

Figura 15 - Trovato il modulo d'impianto, è possibile calcolare il numero di piantine necessarie, ricostruire l'intera piantagione, ribaltandolo ripetutamente di 180° sui lati e valutare le possibili varianti al piano di coltura in funzione delle dinamiche evolutive.

d'impianto relativa/e alle piante principali e alle eventuali accessorie di ogni specie presente nell'impianto;

- consente di riprodurre l'intera piantagione ruotandolo ripetutamente di 180° su ogni lato o, in casi complessi, traslandolo ripetutamente (Figura 15).

Il modulo d'impianto è la sintesi, da parte del progettista, di tutte le informazioni raccolte sui fattori che possono influire sul successo della piantagione. Nel definirlo, infatti, il tecnico deve tenere conto delle caratteristiche ambientali locali, di quelle dell'appezzamento in cui verrà realizzata la piantagione, delle effettive potenzialità dell'azienda, del-

l'imprenditore, del personale a sua disposizione e del contesto socio-economico in cui la nuova coltura dovrà inserirsi. Riportare su carta il modulo d'impianto consente di:

- farsi un'idea chiara della distribuzione di tutte le piante principali e accessorie delle specie prescelte;
- calcolare con esattezza il numero di piantine necessarie (BURESTI e MORI 2003a);
- stimare la dinamica evolutiva dell'impianto tenendo conto di eventuali diradamenti;
- individuare le possibili alternative per il piano di coltura in funzione delle dinamiche evolutive delle singole specie della piantagione (Figura 16);
- comunicare all'imprenditore la strategia produt-

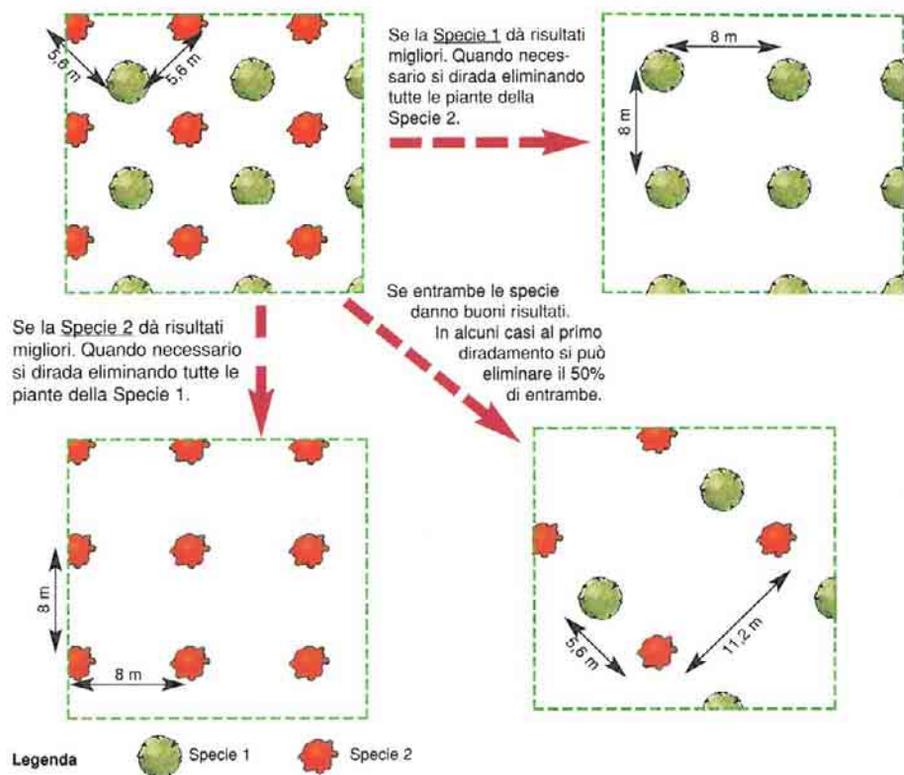


Figura 16 - Il modulo d'impianto consente di visualizzare e, se necessario, spiegare all'imprenditore, le possibili varianti al piano di coltura, in funzione delle dinamiche evolutive della piantagione.

tiva attraverso schemi successivi che, partendo dal modulo d'impianto iniziale arrivino alla situazione prevista (specie, sestì e distanze) a fine ciclo produttivo.

Se per esempio si volesse calcolare il numero di piantine necessarie ad una piantagione di 3 ettari, da realizzare seguendo il modulo d'impianto di Figura 15, si dovrebbe procedere, per ciascuna specie, come segue:

- calcolare la superficie esatta del modulo d'impianto il cui margine passa dal centro del fusto delle piante di confine (per questo sono spesso rappresentate solo parzialmente nelle figure che seguono);
- conteggiare il numero di piantine presenti della

specie presa in considerazione (piante intere o frazioni di pianta) che si trovano all'interno dei margini del modulo d'impianto;

c) dividere la superficie dell'appezzamento per la superficie del modulo d'impianto e moltiplicare il numero trovato per quello delle piante presenti all'interno del modulo stesso.

Attraverso il *piano di coltura* il progettista fornisce all'arboricoltore indicazioni su come realizzare l'impianto e condurlo durante tutto il ciclo produttivo (BURESTI e MORI 2003c; BURESTI LATTES e MORI 2004a). Il piano di coltura, a seguito di uno sviluppo indesiderato delle piante principali o del verificarsi di eventi impreve-

dibili o imprevisti, può essere modificato per adattarlo alle nuove condizioni.

Fasi della progettazione

Per poter realizzare un buon progetto di AdL è necessario:

- conoscere le norme e i regolamenti che disciplinano la materia;
- acquisire le conoscenze sui fattori che possono condizionare il successo della piantagione;
- concordare con l'imprenditore l'obiettivo produttivo più adatto alla situazione, scegliere specie e tipo d'impianto;
- definire il modulo d'impianto ed il piano di coltura;

- descrivere in modo chiaro il progetto all'imprenditore.

4.2.3 Possibili moduli d'impianto con il ciliegio

A causa delle caratteristiche ecologiche del ciliegio, si ritiene rischioso realizzare piantagioni pure. È quindi preferibile progettare impianti misti o misti con *accessorie*. Gli esempi riportati nei Box 6, 7 e 8 non vanno interpretati come modelli da seguire pedissequamente, ma solo come casi presentati per comprendere la logica di progettazione usata.

BOX 6 - IMPIANTO MISTO

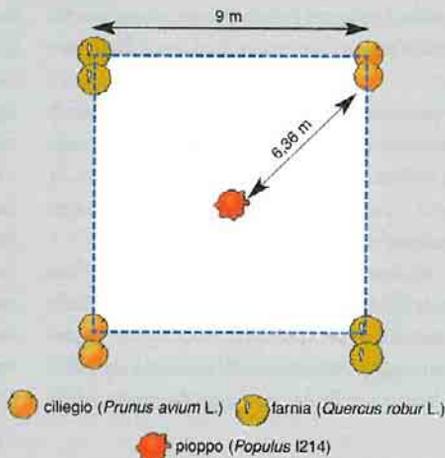
Fattori condizionanti individuati

Caratteristiche stazionali: clima locale fresco; temperature minime medie del mese più freddo comprese tra 0 e 4,5 °C; temperatura media annua 11,6 °C; piovosità media annua 860 mm; piovosità estiva media 166 mm.
Caratteristiche dell'appezzamento: reazione del terreno neutro-sub-acida; terreno limoso-sabbioso, quota 380 m s.l.m.; gelate tardive rare; geomorfologia di vallecola laterale; profondità del terreno oltre 300 cm; profondità falda freatica 150-200 cm; specie indicatrici: *Quercus robur*; *Quercus petraea*, *Carpinus betulus*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Prunus avium*, *Acer campestre*, *Salix alba*, *Populus tremula*, *Ulmus minor*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare*, *Primula vulgaris*, *Melica uniflora*, assenza di significativi danni da fauna fitofaga; nessuna patologia evidente sulle specie arboree ed arbustive presenti; ventosità non eccessiva soprattutto in estate; nessuna esposizione (area pianeggiante).
Caratteristiche aziendali: manodopera disponibile a seconda delle necessità; presenza di attrezzature sia per la preparazione del terreno che per le cure culturali; buona preparazione del personale per la realizzazione dell'impianto, e per le cure culturali; il piano di coltura verrà inserito nella normale programmazione aziendale.
Caratteristiche del contesto socio economico: possibilità di ottenere finanziamenti per la realizzazione della piantagione, per la conduzione per i primi 5 anni e il mancato reddito; è possibile avere assistenza tecnica qualificata; entrambe le specie arboree impiegate sono commercializzabili sia in ambito locale (2 acquirenti) che al di fuori di esso.

di lunghezza e 30 - 40 cm di diametro mediano). I fusti dovranno avere caratteristiche che li rendano adatti a produrre piallacci (tranciati), sfogliati o segati per falegnameria. Non c'è interesse per la produzione di biomassa legnosa da utilizzare a fini energetici o per le trasformazioni industriali.

Richieste specifiche dell'imprenditore

L'imprenditore è un coltivatore diretto in prossimità della pensione con una buona esperienza anche nella coltivazione di piante da legno che desidera produrre legname di pregio nel breve periodo (per se stesso) e nel medio-lungo periodo per i propri figli.



Obiettivo concordato con l'imprenditore

Produzione di legname di pregio (tronchi di 2,5-4,5 m

BOX 7 - IMPIANTO MISTO CON ACCESSORIE

Fattori condizionanti individuati

Caratteristiche stazionali: clima locale fresco; temperature minime medie del mese più freddo comprese tra 0 e 4,5 °C; temperatura media annua 11,6 °C; piovosità media annua 860 mm; piovosità estiva media 166 mm.

Caratteristiche dell'appezzamento: reazione del terreno neutro-sub-acida; terreno limoso-sabbioso; quota 380 m s.l.m.; gelate tardive rare; geomorfologia di vallecola laterale; profondità del terreno oltre 300 cm; profondità falda freatica 150-200 cm; specie indicatrici *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Carpinus betulus*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Prunus avium*, *Acer campestre*, *Salix alba*, *Populus tremula*, *Ulmus minor*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare*, *Primula vulgaris*, *Melica uniflora*; assenza di significativi danni da fauna fitofaga; nessuna patologia evidente sulle specie arboree ed arbustive presenti; ventosità non eccessiva soprattutto in estate; nessuna esposizione (area pianeggiante). **Caratteristiche aziendali:** manodopera disponibile a seconda delle necessità; presenza di attrezzature sia per la preparazione del terreno che per le cure colturali; buona preparazione del personale per la rea-

lizzazione dell'impianto, e per le cure colturali; il piano di coltura verrà inserito nella normale programmazione aziendale per i prossimi 10 anni.

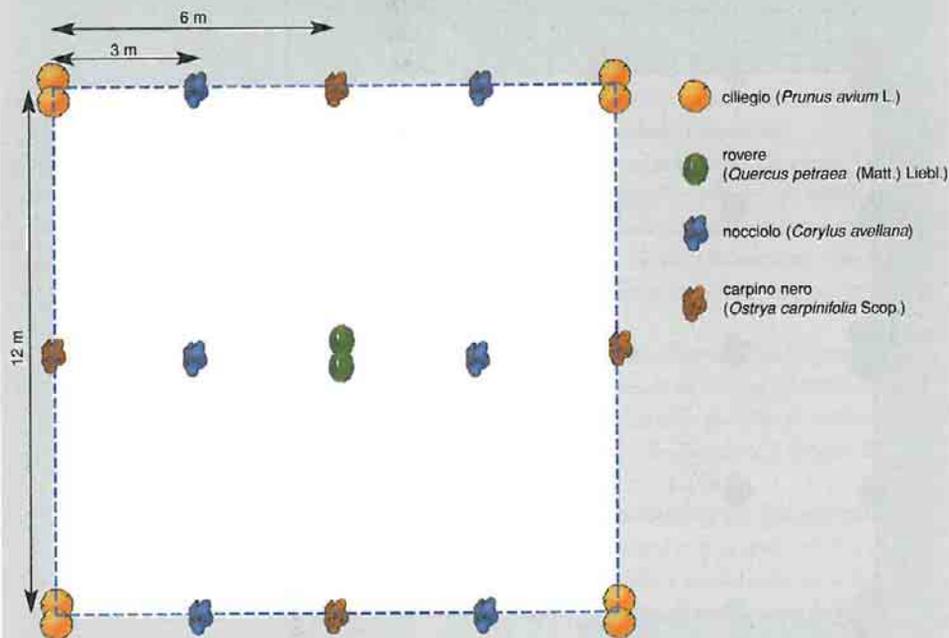
Caratteristiche del contesto socio economico: possibilità di ottenere finanziamenti per la realizzazione della piantagione, per la conduzione per i primi 5 anni e il mancato reddito; è possibile avere assistenza tecnica qualificata; sia la principale che l'accessoria paracadute sono commercializzabili sia in ambito locale (2 acquirenti) che al di fuori di esso.

Obiettivo concordato con l'imprenditore

Produzione di legname di pregio (tronchi di 2,5-4,5 m di lunghezza e 30 - 40 cm di diametro mediano). I fusti dovranno avere caratteristiche che li rendano adatti a produrre piallacci (tranciati), sfogliati o segati per falegnameria. C'è interesse per la produzione di biomassa legnosa da utilizzare a fini energetici, ma non deve entrare a far parte degli obiettivi produttivi.

Richieste specifiche dell'imprenditore

Nessuna



BOX 8 - IMPIANTO MISTO CON ACCESSORIA PARACADUTE

Fattori condizionanti individuali

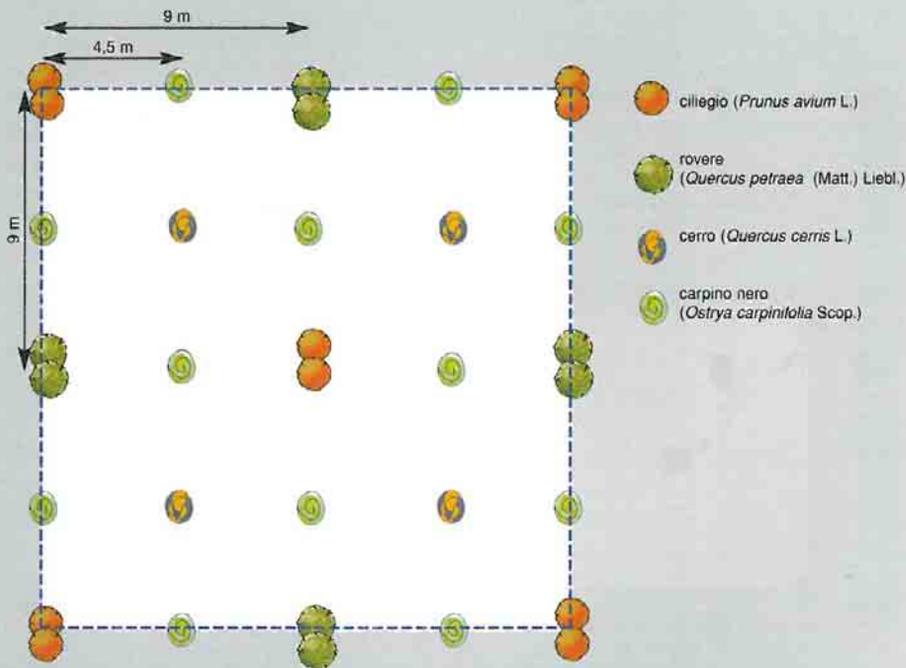
Caratteristiche stazionali: clima locale variabile tra il fresco e l'asciutto; temperature minime medie del mese più freddo comprese tra 2 e 7,2 °C; temperatura media annua 13,2 °C; piovosità media annua 710 mm; piovosità estiva media 128 mm. Caratteristiche dell'appezzamento: reazione del terreno neutro-sub-acida; terreno limoso-sabbioso; quota 380 m s.l.m.; gelate tardive rare; geomorfologia di vallecola laterale; profondità del terreno oltre 140 cm; profondità falda freatica 120-130 cm; specie indicatrici *Quercus cerris*, *Quercus pubescens*, *Carpinus betulus*, *Fraxinus ornus*, *Prunus avium*, *Acer campestre*, *Acer opalus*, *malus sylvestris*, *Tilia cordata*, *Cornus mas*, *Crataegus monogyna*, *Corylus avellana*, *Juniperus communis*, *Cornus sanguinea*, *Fragaria vesca*, *Primula vulgaris*, *Melica uniflora*, assenza di significativi danni da fauna fitofaga; nessuna patologia evidente sulle specie arboree ed arbustive presenti; ventosità non eccessiva soprattutto in estate; nessuna esposizione (area pianeggiante). Caratteristiche aziendali: manodopera disponibile a seconda delle necessità; presenza di

attrezzature sia per la preparazione del terreno che per le cure colturali; buona preparazione del personale per la realizzazione dell'impianto, e per le cure colturali; il piano di coltura verrà inserito nella normale programmazione aziendale. Caratteristiche del contesto socio economico: possibilità di ottenere finanziamenti per la realizzazione della piantagione, e per la conduzione; è possibile avere assistenza tecnica qualificata; sia le principali che l'accessoria paracadute sono commercializzabili sia in ambito locale (3 acquirenti) che al di fuori di esso.

Obiettivo concordato con l'imprenditore

Produzione di legname di pregio (tronchi di 2,5-4,5 m di lunghezza e 30 - 40 cm di diametro mediano). I fusti dovranno avere caratteristiche che li rendano adatti a produrre piallacci (tranciati), sfogliati o segati per falegnameria. C'è interesse per la produzione di biomassa legnosa da utilizzare a fini energetici, ma non deve entrare a far parte degli obiettivi produttivi.

Richieste specifiche dell'imprenditore Nessuna



4.3 Realizzazione di una piantagione

Dopo aver definito il modulo d'impianto e il piano di coltura, si può cominciare ad organizzare le attività necessarie per la realizzazione della piantagione. Queste si articolano in una serie di azioni. Alcune, di seguito evidenziate in corsivo, sono indispensabili in qualsiasi impianto, altre possono essere previste solo per certi progetti, oppure possono essere effettuate se l'intervallo di tempo tra conclusione del progetto e periodo di realizzazione è lungo. In ordine temporale le azioni da compiere per realizzare una piantagione da legno sono le seguenti:

1. *Ordinare le piantine* (o i semi), se possibile con un anno di anticipo. Tale anticipo consentirà al vivaista di reperire le piantine delle specie e delle provenienze desiderate.

2. *Effettuare la lavorazione profonda del terreno*. In questo caso le principali tecniche sono la rippatura, che può arrivare mediamente a profondità comprese tra 50 e 150 cm di profondità, e l'aratura profonda (compresa tra 65 e 180 cm di profondità), che viene realizzata con aratri da scasso trainati da trattori a cingoli molto pesanti (ROTI e SULLI 2003a). La lavorazione profonda del terreno consente di ottenere principalmente tre risultati:

- rompere la suola di lavorazione delle colture agrarie e favorire l'esplorazione del terreno da parte degli apparati radicali;
- aumentare gli scambi gassosi ed idrici che influenzano la fertilità del terreno;
- migliorare la regimazione idraulica superficiale e profonda.

3. Realizzare la sistemazione idraulica sotterranea (se necessaria) con l'inserimento di sistemi drenanti in grado di evitare ristagni d'acqua.

4. Effettuare la concimazione di fondo (se necessaria). A questo proposito è bene tenere conto del fatto che oggi, ad eccezione che per i pioppi, non ci sono studi ed esperienze consolidate sul reale fabbisogno di elementi chimico-nutritivi per le specie

comunemente impiegate in Arboricoltura da Legno (ROTI e SULLI 2003b). In ogni caso può essere utile sapere che:

- il fosforo e il potassio sono elementi poco mobili. Pertanto, se si decidesse di arricchire il terreno con questi elementi, sarebbe bene farlo immediatamente prima dell'aratura profonda, in modo da distribuirli su gran parte del profilo esplorato dalle radici.
- l'azoto, al contrario, è un elemento molto mobile per cui, nel caso di una concimazione di fondo, si dovrebbero impiegare concimi a lenta cessione o a cessione controllata.

5. *Eseguire le lavorazioni secondarie e di affinamento del terreno*. Queste agiscono sui primi 20-30 cm di suolo e sono principalmente finalizzate a:

- preparare lo strato di terreno per lo sviluppo dell'apparato radicale delle piantine durante le prime stagioni vegetative. In particolare, la riduzione degli aggregati di terreno, favorisce un maggior contatto tra suolo e radici;
- eliminare le infestanti che si fossero eventualmente insediate nell'intervallo di tempo tra lavorazioni profonde e lavorazioni secondarie.

6. *Realizzare la sistemazione idraulica del terreno*. Tale operazione, soprattutto in collina o in terreni in pendenza, è necessaria per evitare l'erosione superficiale del terreno. Si tratta di effettuare le stesse sistemazioni che generalmente necessitano per le colture agrarie.

7. *Effettuare lo squadro del terreno*. Quest'operazione consente di individuare sul terreno i punti in cui saranno messe a dimora le piantine, in modo da garantire il rispetto delle distanze ed il corretto allineamento (ROTI e SULLI 2003c).

8. Predisporre la pacciamatura con film plastico (se prevista). Il film plastico pacciamante consente un miglior controllo delle infestanti nelle immediate vicinanze delle piantine. Permette anche di mantenere per un tempo più lungo umidità e struttura del

suolo (MEZZALIRA 1995). Il film plastico può essere installato subito dopo le lavorazioni di affinamento. Particolare attenzione va posta in presenza di terreni argillosi. In tal caso, la posa in opera del film plastico va realizzata prima della stagione autunnale e, comunque, prima che il terreno abbia assorbito acqua ed abbia raggiunto un'adesività tale da rendere impossibile la messa in opera del materiale paciamante (ROTTI e SULLI 2003d).

9. *Controllare la qualità delle piantine ed acquistarle.* La specie, la provenienza geografica e la qualità vivaistica delle piantine hanno una grande influenza sul successo dell'impianto. Per questo, prima di definire l'acquisto, è necessario controllare con attenzione che tutto corrisponda a quanto richiesto e che il materiale fornito sia adeguato (CASINI e DE MEO 2003).

10. *Trasportare le piantine.* Il trasporto deve avvenire non prima di 15 giorni dalla messa a dimora. Deve essere effettuato salvaguardando le piantine dal vento e dalle basse temperature. Per questo è consigliato utilizzare autocarri chiusi (o telonati). Le piantine a radice nuda è bene che abbiano l'apparato radicale chiuso in sacchi o avvolto in teli di plastica (ROTTI e SULLI 2003e).

11. *Sistemazione del postume fino alla messa a dimora.*

A questo fine deve essere individuata un'area in prossimità dell'appezzamento che sia ombreggiata e di facile accesso. Per le piantine a radice nuda deve esserci la possibilità di realizzare una tagliola in cui depositarle, in posizione verticale o leggermente inclinata, e coprirle di terra o di sabbia fino al colletto.

12. *Provvedere alla messa a dimora delle piantine.* L'operazione principale è preparare buche adeguate ed interrare correttamente gli apparati radicali. Tuttavia, nel caso di impianti puri con accessorie, misti o misti con accessorie, è molto importante che coloro che piantano abbiano ben chiaro in mente il modulo d'impianto e che dispongano le piantine secondo i sestri e le distanze stabilite in fase progettuale.

13. *Sistemare le protezioni individuali.* Nel caso sia necessario proteggere le piantine e non siano presenti recinzioni in grado di tenere lontana la fauna fitofaga, è indispensabile installare protezioni individuali (tubi o *shelter*) sulle piantine che hanno il ruolo di principale o di accessoria paracadute. Tale operazione deve essere effettuata subito dopo la messa a dimora e comunque prima che avvenga la ripresa vegetativa.

4.4 Cure colturali per il ciliegio

Le cure colturali per il ciliegio, come per tutte le altre specie arboree impiegate in arboricoltura, si possono suddividere in tre grandi categorie:

- lavorazioni del terreno;
- potature;
- diradamenti.

Lavorazioni del terreno

La finalità delle lavorazioni del terreno *post* impianto è quella di eliminare le erbe infestanti e di interrompere la risalita capillare dell'acqua presente nel suolo durante i periodi secchi. Il numero

delle lavorazioni annuali del terreno varia da zona a zona in funzione del vigore della vegetazione infestante. È comunque indispensabile effettuare con tempestività fino a che le piante non abbiano superato la fase di attecchimento. Se l'impianto è stato realizzato con il contributo pubblico, le lavorazioni del terreno dovranno essere effettuate per il periodo stabilito dal regolamento emanato dall'Ente territoriale competente.

Negli impianti che possono soffrire di periodi siccitosi prolungati è bene continuare ad effettuare almeno una o due lavorazioni all'anno, in modo



Le forbici da potare (cesoie) consentono di tagliare rami fino ad un massimo di 25-30 mm di \varnothing e fino a circa 50-60 cm di altezza superiore a quella del potatore.

Il troncarami, grazie ai lunghi manici e a sistemi di leve più o meno complesse, consente di tagliare rami con \varnothing di 45-50 mm fino a 60-80 cm di altezza superiore a quella del potatore.

Lo svettatoio consente di tagliare rami di 40-50 mm di \varnothing fino a 5 m di altezza senza l'ausilio di scale.

Ciò facilita gli spostamenti da una pianta all'altra, riduce il rischio di incidenti e accelera i tempi di esecuzione della potatura.

Foto 19

Il seghetto con denti a scalpello non ha limitazioni di \varnothing dei rami da tagliare ma, come le forbici da potare, non consentono di intervenire ad altezze superiori ai 50-60 cm rispetto a quella del potatore.

da mantenere una riserva idrica favorevole ed impedire la competizione delle infestanti.

Non ci sono accorgimenti particolari per il ciliegio se non il fatto che *urti meccanici alla base del tronco possono determinare ferite che compromettono il valore del legname*. Tali ferite talvolta non risultano immediatamente evidenti poiché la lacerazione può verificarsi anche al di sotto della corteccia del ciliegio e possono manifestarsi anche a distanza di anni. Per questo è particolarmente importante impiegare personale esperto ed informato sulle conseguenze di errori di manovra sul pregio del legname. Negli impianti in cui è presente il ciliegio le lavorazioni secondarie del terreno non devono essere troppo profonde poiché potrebbero danneggiare l'apparato radicale che è superficiale.

Potature

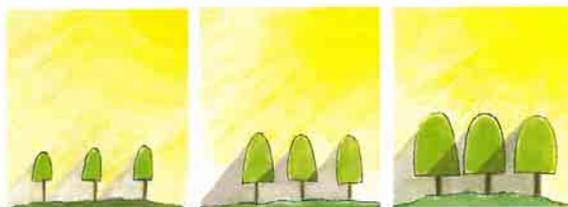
Gli strumenti

Ogni strumento di potatura consente di effettuare un buon intervento cesorio in particolari condizioni di lavoro. Per questo non è possibile indicare strumenti che siano in grado di lavorare al meglio in ogni situazione. Quelli che generalmente ven-

gono adoperati per la potatura del ciliegio (Foto 19) sono:

- *forbici da potare* (o cesoie), vengono impiegate per tagliare rami fino ad un diametro massimo di 25-30 mm, situati ad altezze comprese tra la base del fusto e 40-50 cm al di sopra della testa del potatore;
- *troncarami*, sono meno maneggevoli, ma consentono di tagliare rami di diametro maggiore rispetto alle cesoie (fino a 45-50 mm) e fino a 60-80 cm al di sopra della testa del potatore senza bisogno di impiegare scale;
- *seggetti con denti a scalpello*, non hanno limitazioni per quanto riguarda il diametro dei rami da tagliare. Il loro impiego è generalmente limitato ai rami situati tra la base del tronco e i 40-50 cm al di sopra della testa del potatore con un diametro che supera i 50 mm. Permettono di effettuare un taglio più corretto, ma il loro impiego richiede più tempo rispetto a tutti gli altri strumenti di potatura qui descritti;
- *svettatoi*, consentono di tagliare rami fino a 40-50 cm di diametro situati tra i 2 e i 5 m di altezza senza l'ausilio di scale. Ciò facilita gli spostamenti

Figura 17 - Il progressivo ombreggiamento reciproco della chioma, riduce la quantità di luce che raggiunge le foglie e provoca la riduzione dell'incremento diametrico.



da una pianta all'altra, riduce il rischio di incidenti ed accelera i tempi di esecuzione della potatura.

La tecnica

Sul ciliegio si possono effettuare sia potature di formazione con approccio a posteriori che a priori (BURESTI LATTES e MORI 2004a).

La potatura di formazione con approccio a posteriori consiste nell'eliminazione, quando la pianta non è in vegetazione, di rami di uno o più anni che possono creare bruschi restringimenti nel fusto ("colli di bottiglia"), acquisire dominanza rispetto all'apice o superare i 3 cm di diametro. In questo caso la sramatura consiste nell'eliminazione dei rami prima che il fusto in cui essi sono inseriti superi i 6-8 cm di diametro.

La potatura di formazione con approccio a priori, si effettua con la pianta in vegetazione (maggio-luglio). Consiste nell'eliminazione o nella spuntatura dei rami (BURESTI LATTES e MORI 2004a) che potrebbero provocare la formazione di un "collo di bottiglia". Questi generalmente sono i primi due o tre rami posti immediatamente sotto il punto d'inserzione della cacciata apicale. Gli altri rami che fanno parte dello pseudoverticillo devono essere lasciati crescere per poi essere successivamente eliminati quando avranno due anni (maggio-luglio). Tale intervento consente alla pianta di avere una maggior superficie fotosintetizzante per due anni. Successivamente la potatura dello pseudoverticillo provoca nel fusto sottostante l'emissione di numerosi piccoli rami che, a loro volta, verranno eliminati all'età di due anni (giugno-luglio).

Diradamenti

Il monitoraggio dell'impianto

Nelle piantagioni da legno le piante con ruolo di principale e, se presenti, quelle con ruolo di accessoria, possono essere collocate a distanze variabili a seconda della strategia produttiva individuata dal progettista. La combinazione di specie differenti e la distanza tra piante della stessa specie e di specie diverse può influenzare sia il ritmo di accrescimento in altezza che quello in diametro (CUTINI *et al.* 1995). Inoltre, a parità di specie (es. ciliegio) e tenendo conto della variabilità genetica, il ritmo di accrescimento può essere condizionato dalle caratteristiche pedologiche e microclimatiche dell'appezzamento, così come dall'assiduità delle operazioni colturali.

A titolo indicativo, se si desidera produrre tronchi di 30 cm di diametro mediano, e con anelli di accrescimento di ampiezza costante, si può affermare, che con distanze d'impianto inferiori ai 6 m, sarà sicuramente necessario effettuare almeno un diradamento prima della fine del ciclo produttivo. Con distanze comprese tra i 6 e i 9 m c'è una buona probabilità che sia necessario effettuare un diradamento, mentre con distanze uguali o superiori ai 9 m è possibile che si riesca ad arrivare a fine ciclo produttivo senza dover effettuare diradamenti. Se l'obiettivo produttivo passa dai 30 ai 40 cm di diametro mediano e rimane la necessità di produrre accrescimenti regolari, la probabilità di dover effettuare diradamenti anche con distanze superiori ai 9 m aumenta.

Ognuno degli aspetti sopra considerati, anche

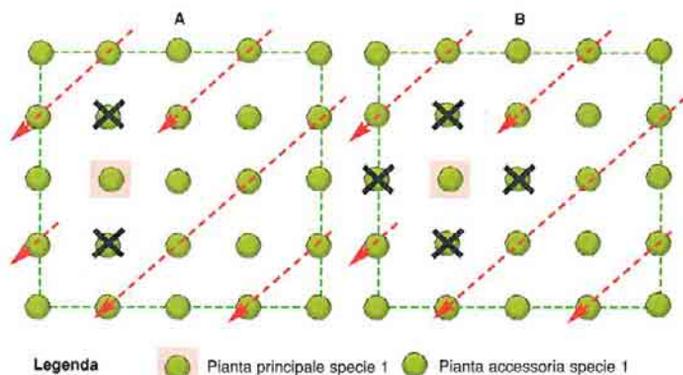


Figura 18 - Diradamento geometrico a salti. Quando nella fila da eliminare si trova una pianta con buone caratteristiche, viene lasciata (saltata) e sono tagliate due delle piante più vicine (A). Se le piante che circondano l'individuo saltato sono vigorose, è necessario eliminare le 4 piante che circondano la principale (B).

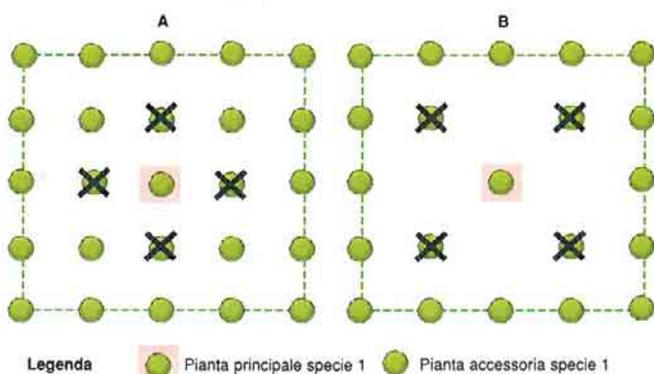


Figura 19 - Diradamento selettivo-geometrico. Nel primo intervento si eliminano le 4 piante più vicine alla principale (A). In quelli successivi si continuano ad eliminare le piante limitrofe per aumentare progressivamente lo spazio a disposizione della principale (B).

preso da solo, renderebbe assai complesso definire a priori l'anno esatto in cui sarà necessario effettuare un diradamento. Se si considera che spesso il loro effetto si combina sinergicamente (in senso positivo o negativo), per sapere quando è necessario effettuare un diradamento non resta che affidarsi al regolare controllo (monitoraggio) delle reali condizioni di sviluppo delle piante. Le piante che devono essere controllate sono quelle con ruolo di principale o di accessoria paracadute.

Il monitoraggio deve avere cadenza annuale o almeno biennale e deve essere effettuato preferibilmente al termine della stagione vegetativa (ottobre-novembre), in modo da disporre del tempo necessario per organizzare le eventuali operazioni di diradamento.

Il monitoraggio consiste in:

- osservazioni dirette sui rapporti tra le chiome delle piante.* Si deve considerare che, al contrario di quanto avviene in bosco, in una piantagione da legno le piante con ruolo di principale o di accessoria paracadute devono avere la chioma illuminata da luce diretta. Più le chiome si ombreggiano a vicenda nelle varie ore della giornata e minore sarà la quantità di energia solare a disposizione di ogni singola pianta (Figura 17);
- misurazione del diametro* (o della circonferenza) *a 130 cm da terra.* Sarà sufficiente misurare 30-50 piante principali (o accessorie paracadute) per ogni specie impiegata ogni 3 ettari d'impianto o frazione (es. per 2 ettari si misurano 30-50 piante per specie con ruolo di principale o accessoria

paracadute; per 3,5 ettari si misurano 60-100 piante per specie con ruolo di principale). E' importante misurare tutti gli anni gli stessi alberi, alla stessa altezza e nello stesso periodo, in modo da avere dati confrontabili. Per la misurazione devono essere scelte aree rappresentative delle condizioni medie dell'impianto (BURESTI LATTES e MORI 2004a).

Quando è necessario diradare

La competizione tra gli alberi di una piantagione da legno (della stessa specie o di specie diverse) si manifesta influenzando sia gli accrescimenti in altezza che la struttura architettonica (DUCCI *et al.* 1988a; CUTINI *et al.* 1995). Tale reciproca influenza è spesso positiva per l'arboricoltore (competizione positiva) ed è apprezzata e ricercata predisponendo appositi moduli d'impianto. Tuttavia può arrivare un momento, durante il ciclo produttivo, in cui tale competizione cambia segno e viene considerata negativa (competizione negativa); infatti, pur continuando ad influenzare gli accrescimenti longitudinali e l'architettura, provoca una drastica riduzione degli accrescimenti diametrici (DE MEO *et al.* 1999). Tale drastica riduzione, soprattutto se si protrae per più anni, non è desiderata in arboricoltura da legno poiché riduce il valore dei futuri tronchi e ritarda la conclusione del ciclo produttivo. Il momento giusto per effettuare il diradamento è la stagione vegetativa precedente a quella in cui si potrebbe manifestare la competizione negativa attraverso la produzione di un anello di accrescimento nettamente più piccolo (e non giustificato dal verificarsi di eventi negativi eccezionali).

Individuare tale momento non è facile, poiché la variabilità delle situazioni è tale da non consentire una risposta certa. Nonostante ci siano studi in corso per il momento si può soltanto affermare che è bene intervenire almeno uno o due anni prima che le chiome delle piante si

tocchino.

Tuttavia per certe specie, ed il ciliegio è una di queste, la competizione radicale si manifesta prima rispetto a quella tra apparati aerei. In questo caso si rivela particolarmente utile il confronto tra accrescimenti diametrici rilevati negli anni precedenti e quello degli ultimi due o tre anni. Se, in assenza di eventi negativi eccezionali per la piantagione (es. gelate, inondazioni, siccità...), si rileva un progressivo calo nell'accrescimento diametrico, è evidente che ci si trova in una situazione di competizione negativa. Pertanto è necessario intervenire prima che abbia inizio la successiva stagione vegetativa. Così facendo si interviene in ritardo, ma si limitano i danni ad uno o due anelli di accrescimento di dimensioni irregolari e, molto probabilmente, si evita il deprezzamento della produzione.

In definitiva, misurare e confrontare tutti gli anni i dati diametrici, tenendo conto delle condizioni di sviluppo degli alberi, permette di stabilire con buona approssimazione quando la competizione negativa ha preso il sopravvento ed è urgente un diradamento per riportare le piante verso una competizione positiva.

Tecniche di diradamento

Come evidenziato in precedenza il momento in cui diradare può variare grandemente in funzione di numerosi fattori condizionanti. Anche le tecniche di diradamento possono subire variazioni a seconda che il diradamento avvenga:

- *all'interno di una coppia* (nel caso sia stata adottata la doppia pianta). In questi casi il diradamento è sempre selettivo e precoce rispetto alle altre tipologie individuate di seguito (BURESTI *et al.* 2001). L'intervento è di basso costo e può essere effettuato anche durante la fase di potatura, utilizzando strumenti semplici come il troncaremi o il seghetto. Il diradamen-

to all'interno della coppia può essere realizzato in maniera graduale su tutto l'impianto, man mano che in ogni coppia si differenzia una pianta che, per vigore e portamento, dà maggiori garanzie di successo. Generalmente, quando si adotta la doppia pianta, le distanze tra le piante principali sono tali da non richiedere ulteriori diradamenti prima del raggiungimento dell'obiettivo produttivo minimo (tronchi di 30 cm di diametro e 250 cm di lunghezza). Tuttavia è consigliabile continuare ad effettuare il monitoraggio sulle piante principali e, se presenti, sulle accessorie paracadute;

- *in impianti puri*. In presenza di impianti puri e densi (distanza d'impianto inferiore ai 6 m), al momento in cui si decide di effettuare il diradamento, è consigliabile applicare un'intensità del 50%, prelevando le piante secondo uno schema geometrico. Nel caso sia necessario diradare impianti puri non molto densi, pur applicando la medesima intensità di diradamento (50%), può essere conveniente seguire uno schema geometrico a salti. Questo prevede di rilasciare piante particolarmente vigorose e ben impostate presenti nella fila da diradare a scapito di

quelle più scadenti presenti nelle due diagonali adiacenti da rilasciare (Figura 18). Si può scegliere anche un criterio selettivo che, dopo aver individuato le piante principali, punti a liberare le loro chiome ovunque esse si trovino (Figura 19);

- *in impianti misti*. In questo tipo di impianti il diradamento dovrebbe essere necessario soltanto se, in fase progettuale, non si è scelta una distanza idonea tra le piante principali. Se il diradamento dovesse rendersi necessario potrebbe essere di tipo geometrico, geometrico a salti o selettivo.

- *in impianti puri o misti con accessorie*. Generalmente negli impianti puri o misti con accessorie le piante con ruolo di principale sono poste a distanze definitive, mentre le accessorie, che assumono un ruolo di educatrici attraverso una competizione positiva, sono poste a breve distanza dalle principali (es. 1,5, 2, 3 o 4 m). In questi casi il piano di coltura prevede che le accessorie siano poste lungo linee facilmente esboscabili attraverso un diradamento geometrico. Tale intervento può essere applicato ad una parte delle piante accessorie di una specie o a tutte le accessorie della stessa specie.

5.1 Difesa dalle crittogame

NALDO ANSELMI

Uno degli aspetti da tenere maggiormente in considerazione per il ciliegio selvatico è quello fitopatologico (OKAWA *et al.* 1995, MOTTA *et al.* 1997, NEF e PERRIN 1999, ANSELMI 2001a, b, ANSELMI *et al.* 2003). Nella Tabella 16 viene orientativamente indicata l'incidenza delle varie malattie in esso riscontrata negli ultimi anni e la relativa possibilità di lotta.

Le malattie più pericolose, illustrate in coda a questa premessa, risultano i marciumi radicali, il cancro batterico ed alcune micosi della chioma, quali cilindrosporiosi e corineo, nonché quelle che, in quanto causa di alterazioni del legno, vanno a deprezzare gli assortimenti.

Accanto a queste meritano tuttavia un cenno anche la clorosi ferrica ed i danni da freddo e da siccità. La prima, riscontrata in suoli ricchi di calcare (es. Monferrato), è causa di gravi deperimenti delle piante, le quali, con l'aumentare della competizione, possono finir per morire. Poiché eventuali trattamenti al terreno con chelati di ferro, seppur efficaci, sono antieconomici, la lotta viene attuata evitando impianti in terreni calcarei. Danni da freddo sono stati rilevati su piante giovani in alcune vallate o pianori dell'Italia Centro Settentrionale, dove è solita condensarsi aria fredda. Essi inducono spesso biforcazioni del cimale e possono predisporre attacchi di cancro batterico. La difesa si basa sulla scelta di *cultivar* resistenti e sull'esclusione di ambienti a rischio. La siccità, spesso interagendo con malattie fogliari, è causa di filloptosi anticipate, talora molto gravi. Queste, oltre a penalizzare gli accrescimenti, riducono l'accumulo di sostanze di riserva nelle strutture legnose, indebolendo le piante e predisponendole ad attacchi di parassiti di debolezza. La difesa è ovvia-

mente basata sulle irrigazioni, almeno di soccorso. Nel quadro delle varie problematiche fitopatologiche, a livello generale, si sottolinea come molte di esse potrebbero essere evitate o fortemente ridotte attraverso vari accorgimenti in fase di impianto e di cure colturali. Scelta di suoli idonei, buon materiale di moltiplicazione, possibilmente certificato, razionale messa a dimora ed adeguate tecniche colturali (lavorazioni, irrigazioni di soccorso, eliminazione delle malerbe), offrendo alle piante robustezza e reattività, oltre che ovviare alle famigerate crisi di trapianto, vanno a contrastare tutta quella serie di parassiti di debolezza che, su piante sofferenti, sono frequente causa di necrosi, seccumi e deperimenti. Tra essi, accanto a taluni patogeni radicali (es. *Rosellinia*), si ricordano numerosi agenti di cancri rameali (es. *Cytospora*, *Nectria*, *Phomopsis* ecc.), molti dei quali possono rimanere, per lunghi periodi, allo stato latente (come endofiti) nei tessuti dell'ospite, sviluppando colonizzazioni patogeniche solo quando le piante si trovano sotto stress.

Sempre sotto il profilo fitosanitario, merita infine sottolineare come agli impianti monospecifici siano da preferire quelli misti (BURESTI e FRATTEGGIANI 1992), che attenuano la pressione di inoculo dei vari patogeni, in particolare di quelli specifici. Una pratica da incoraggiare è la consociazione con specie miglioratrici (es. *Robinia*, *Sambucus*, *Alnus* ecc.). Queste, oltre ad agevolare la buona forma delle piante, migliorano il terreno con conseguente maggiore vigoria e reattività delle stesse agli attacchi parassitari, soprattutto quelli da debolezza. Fungono, inoltre, da barriera per i patogeni, mitigandone gli sviluppi epidemici.

Malattie					Possibilità di lotta						
	Nome	Patogeno	Incidenza	Danni potenziali	Impianti futuri				Impianti in essere		
Tipo					Materiale resistente o tollerante	Materiale all'impianto sano	Idonee tecniche colturali	Esclusione di stazioni inadatte	Chimica (*)	Idonee tecniche colturali	Chimica (*)
Abiotiche	Clorosi ferrica		-	+	+			++++	+	+	+
	Danni da freddo		-	-	+++			+++			
	Danni da siccità		+	++	++		++++	+++		++++	
	Danni da vento		-	+	+		+++	++		+++	
Biotiche	"Marciumi" radicali	<i>Rosellinia</i>	-	+		++	+++			+++	
		<i>Armillaria</i>	-	-		-	+++			++	
		<i>Phytophthora</i>	-	+++		++	+++	+	+	++	+
	Tracheomicosi	<i>Verticillium</i>	-	+			++		-		+
	Carie vari		-	+			+++			+++	
	Cancro batterico	<i>Pseudomonas</i>	-	+	++	+++	++		+	+	+
	Cancri rameali	vari	-	+		-	++++			++++	
	Corineo	<i>Wilsonomyces</i>	+++	+++	+		+		++	+	++
	Cilindrosporiosi	<i>Cylindrosporium</i>	++++	+++	+++		-		++	-	++
	Fumaggine	vari	(+)	-			+		[?]	+	[?]
Mal bianchi	<i>Podospaera</i>	-	-	++		-		++	-	++	
Ruggini	<i>Puccinia</i>	-	-	++		-		++	-	++	

(-) Connessa ad attacchi di afidi o metcalfe; (*) Il giudizio non tiene conto degli aspetti economici e/o ecologici; [?] indiretta, contro gli insetti predisponenti.

Tabella 16 - Dannosità delle principali malattie su ciliegio da legno in Italia e possibilità di lotta negli impianti già in essere ed in quelli futuri (giudizi orientativi): - - molto scarsa; - scarsa; + modesta; ++ discreta; +++ consistente; ++++ notevole (da ANSELMI 2001a, modificata).

5.1.1 Malattie dell'apparato radicale

ALBERTO SANTINI
e TULLIO TURCHETTI

Stati di diffusa sofferenza della chioma del ciliegio possono essere attribuiti all'azione di alcuni patogeni dell'apparato radicale.

La sintomatologia è generalmente caratterizzata da rarefazione della chioma, disseccamento della parte apicale o di intere branche, clorosi fogliare, microfillia. Anche la statica della pian-

ta può essere compromessa, pur senza presentare esternamente alcun sintomo premonitore.

Questi parassiti sono generalmente favoriti da condizioni di stress nelle piante, connesse, ad esempio, a terreni non idonei (eccessivamente compatti, con ristagni idrici, asfittici ecc.), periodi prolungati di siccità, o (come può accadere in ambiente mediterraneo) alternanza di periodi siccitosi con altri molto umidi, ingenti defogliazioni causate da altri parassiti (es. *Cylindrosporium padi* ecc.). In generale, i danni alla chioma fanno sì che l'apporto di nutrienti all'apparato radicale sia ridotto rendendo così le

radici più suscettibili ad attacchi parassitari. Porzioni dell'apparato radicale delle piante sottoposte a stress necrotizzano progressivamente, aprendo la strada all'ingresso di organismi fungini potenzialmente patogeni. Una volta penetrati nei tessuti essi sono capaci di colonizzarli, causando un progressivo peggioramento dello stato vegetativo, fino alla morte dell'individuo. Altri parassiti, più aggressivi, possono insidiarsi nell'ospite anche attraverso ferite provocate, ad esempio dalle lavorazioni del terreno, sulle radici o in prossimità del colletto. Viene così a determinarsi un'azione distruttiva particolarmente attiva dei tessuti legnosi preposti al sostegno della pianta ed è probabile un crollo improvviso delle piante.

I principali patogeni implicati nelle malattie radicali del ciliegio, come di altre latifoglie, sono tre miceti piuttosto frequenti nel terreno.

***Armillaria mellea* (Vahl. Fries) Kummer.**

Agente di marciume fibroso delle radici e del colletto, questo pericoloso Basidiomicete colonizza molte specie di conifere e di latifoglie forestali e ornamentali. I sintomi esterni sono caratterizzati da uno stato di sofferenza generalizzata, con clorosi, totale o parziale, e avvizzimento improvviso della chioma. La presenza di *Armillaria* è facilmente diagnosticabile in autunno, quando compaiono alla base del fusto i corpi fruttiferi, detti "chiodini" o "famigliole buone", che sono commestibili. Sotto la corteccia delle radici principali e del colletto, particolarmente a livello della zona cambiale, si formano dei ventagli di feltro miceliare bianco, che emanano un gradevole odore di fungo. Tali ventagli, appena formati, sono fosforescenti e questa caratteristica è facilmente apprezzabile in notti caldo-umide su piante scortecciate. Le radici interessate sono marcescenti e i tessuti legnosi perdono

consistenza alla minima pressione.

Il patogeno si diffonde oltre che con le spore, principalmente attraverso "rizomorfe", tipici cordoni nerastri a sezione appiattita o irregolarmente rotondeggiante, costituiti da fasci di ife paralleli, che sono particolarmente resistenti e capaci di diffondersi nel terreno. Tali organi sono attratti dalla presenza di radici vive nel terreno, a cui aderiscono, per poi dar luogo ad un'azione parassitaria. *A. mellea* è una specie termofila (*optimum* 20-24°C), molto diffusa nell'area mediterranea. È facilmente ritrovabile in terreni ex agricoli, molto concimati o eccessivamente irrigati, contenenti residui legnosi di colture precedenti.

***Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl.**

Ascomicete spiccatamente polifago, che può rimanere a lungo allo stato saprofitario nel terreno sui residui radicali. Esso risulta particolarmente pericoloso in piantagioni effettuate su ex vigneti ed ex frutteti.

Le piante colpite presentano chioma rarefatta e clorotica, microfillia e una progressiva diminuzione della fruttificazione. Frequentemente si assiste alla produzione di getti epicormici, soprattutto alla base della pianta.

Sull'apparato radicale delle piante interessate, si ritrovano sintomi che permettono di diagnosticare la presenza di questo agente di marciume. Gli organi colpiti sono infatti avvolti da una rete di micelio lanoso di colore bianco che, col tempo, vira al grigio ed infine al brunastro. Proprio la consistenza lanosa di questa rete permette di distinguere l'attacco di questo parassita da quello di *Armillaria* sp., agente di carie fibrosa, che forma dei ventagli compatti e appressati ai tessuti dell'ospite. *R. necatrix* si diffonde nel terreno attraverso i cosiddetti "cordoni" che sono fasci di ife, ialine al centro e brune all'esterno, che si diramano da una pianta all'altra espandendosi a macchia d'olio.

Il reperimento di questo micete è più frequente nei terreni di fondovalle, umidi, dove vi sia un accumulo di sostanza organica non del tutto decomposta. Predilige pH del terreno leggermente acidi, mentre la temperatura ottimale di crescita si aggira intorno ai 16-18°C.

Phytophthora sp.

Al genere *Phytophthora* fanno capo alcune specie note per la loro patogenicità sul ciliegio, come *P. megasperma* Drechsler, *P. cinnamomi* Rands, *P. cambivora* (Petri) Buisson. Questi oomiceti sono generalmente polifagi e possono indurre necrosi radicale e cancri nella porzione basale del fusto. La sintomatologia esterna è caratterizzata da avvizzimento della chioma, cui può seguire filloptosi più o meno intensa, con disseccamento dei getti dell'anno ed una diminuzione della fruttificazione. In alcuni casi si può anche osservare fuoriuscita di flusso mucoso e gommosi dalla zona prossimale al colletto. Alla base del fusto, all'interfaccia tra la parte epigea e quella ipogea, si possono trovare necrosi dei tessuti cambiali.

Se la malattia assume un andamento cronico, questi sintomi perdurano a lungo con un progressivo intristimento degli individui interessati. In alcuni casi, invece, la malattia può avere un andamento acuto nel quale le piante soccombono prima ancora di manifestare sintomi esterni o alla base del fusto. L'apparato radicale delle piante deperienti è caratterizzato da numerose radici necrotiche che assumono un colore bruno-nerastro (Foto 20).

Le fitofore si diffondono nell'ambiente durante la stagione

vegetativa tramite zoospore biflagellate, veicolate dall'acqua nei primi centimetri di terreno. Una volta incontrati gli apici radicali di un possibile ospite, vi aderiscono e germinano dando inizio a nuove infezioni.

I ristagni idrici, il cattivo drenaggio delle acque superficiali, terreni fortemente argillosi con basso tenore in azoto e in materia organica, sono fattori che, oltre a stressare le piante rendendole più suscettibili, favoriscono la diffusione del patogeno.

Questi funghi sono generalmente piuttosto termofili, ma il loro *optimum* di temperatura, varia dai 22-24°C di *P. cambivora* ai 25-27°C di *P. megasperma*.

Lotta

La lotta a questi patogeni è alquanto difficile: gli interventi di lotta diretta non sempre portano a risultati risolutivi. Si preferisce quindi agire con interventi indiretti che sono di indubbia efficacia e favoriscono anche un migliore sviluppo delle piante. Questi consistono in gran parte in interventi agronomici e, in particolare, si consiglia di

scegliere accuratamente il terreno sul quale effettuare l'impianto, evitando suoli asfittici o pesanti. E' consigliabile drenare e sistemare anche con lavorazioni profonde i terreni pesanti, soprattutto quelli derivanti da ex frutteti o ex vigneti, dove siano rimasti gli apparati radicali delle colture precedenti e il potenziale d'inoculo sia quindi alto. Particolare attenzione deve essere volta al materiale di propagazione che deve provenire da vivai sicuramente indenni da patogeni radicali (certificazione). E' fondamentale che il materiale sia in buono stato vegetativo e sarebbe da prediligere micorrizzato. Infatti, CORDIER



Foto 20 - Contemporanei attacchi di *Phytophthora sp.*, di cui si notano le necrosi scure, a fiamma, contornate da processi carlgeni.

et al. (1996) hanno dimostrato che, in ciliegi micropropagati e preventivamente micorrizzati, il patogeno *P. cinnamomi* non danneggia la massa delle radici. È stata osservata, invece, la riduzione della crescita in piante non micorrizzate.

Negli impianti già effettuati in terreni fortemente argillosi si consiglia di limitare le eventuali irrigazioni; limitare la profondità delle lavorazioni e porvi particolare attenzione, dove gli apparati radicali sono più superficiali, in modo da evitare ferite.

5.1.2 Malattie fungine della chioma

EMMA MOTTA
e MASSIMO PILOTTI

Cilindrosporiosi del ciliegio

L'agente patogeno è il Deuteromicete *Phloeosporella padi* (Lib.) Arx, più conosciuto come *Cylindrosporium padi* (Lib.) Karst, che produce macroconidi e microconidi (spermazi), in acervuli subepidermici. Il teleomorfo è *Blumeriella jaapii* (Rehm) von Arx (riportato nella bibliografia americana con il sinonimo *Coccomyces hiemalis* Higgins), Ascomicete, *Dermateaceae*, presente anche in Italia.

Oltre a *P. avium*, il patogeno può attaccare altre drupacee: *Prunus amygdalus*, *P. armeniaca*, *P. cerasus*, *P. domestica*, *P. mahaleb*, *P. padus*.

Sintomi e danni

Sulle foglie si formano macchie rotondeggianti (Foto 21a) color porpora sulla pagina superiore e rosa-biancastre in quella inferiore per la presenza di masse di conidi. In seguito, le macchie si allargano e diventano brune e necrotiche nella parte centrale. Quando le macchie sono numerose, l'intera foglia diviene clorotica e poi necrotica, cadendo prematuramente, in luglio o in agosto. Talvolta, possono

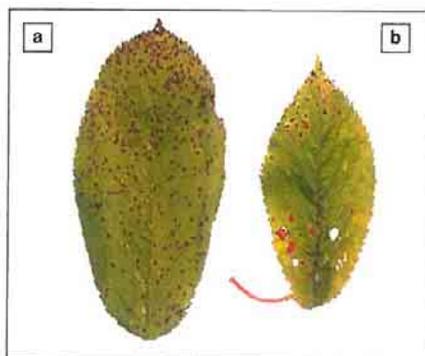


Foto 21 - Foglie di ciliegio colpite da *Cylindrosporium padi* (a) e da *Wylsonomices carpophilus* (b).

morire i getti dell'anno o degli interi rametti.

La malattia è presente in Italia in tutto l'areale del ciliegio e risulta particolarmente importante per i giovani soggetti in vivaio e per gli impianti ai primi anni, perché le piante possono subire intense defogliazioni anticipate e danni ai giovani getti: ne deriva un'alterazione della forma e della lignificazione, con conseguenti ulteriori danni per i freddi invernali. Durante annate piovose le filloptosi precoci indotte dalla malattia, spesso unite alla vaiolatura, possono essere causa di funesti deperimenti, che possono culminare addirittura con la morte delle piante.

Ciclo della malattia

Là dove è presente solo l'anamorfo, il fungo sverna sui/nei rametti danneggiati e sulle foglie infette cadute a terra. I conidi sopravvissuti ai rigori invernali vengono "schizzati" dalle piogge primaverili sino alle foglie dei rami più bassi. Se è presente il teleomorfo, il patogeno sverna nelle foglie a terra, dove forma degli stromi; in questi, a primavera, maturano gli apotecii. Le ascospore producono l'infezione primaria e, dopo un periodo di latenza, sulle foglie infette si formano gli acervuli, dove maturano i macroconidi. Questi in corrispondenza di una pioggia, danno luogo alle infezioni secon-

darie. Quest'ultimo processo si ripete più volte nel corso della stagione vegetativa, a seconda dell'andamento climatico. L'infezione da parte di conidi, infatti, così come l'iniziale emissione delle ascospore, è regolata dalla durata del periodo di bagnatura delle foglie e dalla temperatura.

Miglioramento genetico

E' nota l'esistenza di differenze nella resistenza alla cilindrosporiosi tra soggetti di provenienze o cloni diversi. Sono quindi in corso, in Italia ed in altri Paesi europei, indagini per identificare le migliori fonti di tale resistenza da introdurre nel materiale da utilizzare in impianti per la produzione legnosa.

Vaiolatura (corineo, impallinatura, gommosi parassitaria)

L'agente patogeno è il Deuteromicete *Wilsonomyces carpophilus* (Lev.) Adaskaveg, Ogawa et Butler, ben più conosciuto come *Coryneum beijerinckii* Oud. o *Stigmina carpophila* (Lev.) M.B. Ellis, che produce conidi ovoidali, settati, bruni, in sporodochi, a partire da ammassi stromatici subepidermici.

Il patogeno, oltre al ciliegio, può attaccare diverse altre drupacee.

I sintomi sulle foglie iniziano con piccole macchie circolari, rosso-violacee, del diametro di 3-10 mm, circondate da un alone clorotico che poi diviene scuro: in corrispondenza di esso, alla fine, i tessuti ormai necrotici si distaccano, lasciando il lembo fogliare bucherellato (Foto 21b). Le macchie possono anche confluire. Sul legno possono prodursi lesioni di proporzioni variabili, sino a produrre veri cancri, con abbondante produzione di gomma.

Il ciclo della malattia inizia in corrispondenza di periodi piovosi, a partire da conidi inclusi negli essudati gommosi o dal micelio svernante nei rametti. Gli attacchi sono molto intensi in primavera precedute da forti gelate.

Altri patogeni

Ci limitiamo a ricordare solo il nome ed i sintomi:

- *Taphrina cerasi* (scopazzi)

- *Leucostoma cincta* (*Cytophora cincta*) oppure *L. leucostoma* (*C. leucostoma*), *Monilia laxa* (seccumi e cancri rameali).

Difesa dai patogeni fogliari e dei rametti

Il controllo chimico è di solito necessario in vivaio dove, la densità delle piante e l'alto tenore idrico prodotto dalle irrigazioni, creano condizioni ambientali sempre favorevoli all'infezione: con gli interventi si riduce l'introduzione di inoculo negli impianti. La difesa chimica è consigliabile anche nei giovani impianti che si rivelino particolarmente sensibili alle diverse malattie.

I prodotti autorizzati per l'uso su ciliegio contro la cilindrosporiosi sono a base di dodina. A questi si aggiungono quelli contenenti rame, bitertanolo, tiram e ziram, indicati contro la vaiolatura. I trattamenti, a seconda del principio attivo e delle prescrizioni in etichetta, possono essere rivolti alla pianta in vegetazione o alla pianta in riposo. Quest'ultimo periodo di intervento è fondamentale per controllare il ruolo rivestito dai rametti infetti e dalle foglie a terra in quanto, soprattutto da questi organi, ripartono alcuni dei patogeni in primavera. Inoltre, per l'abbattimento dell'inoculo, è bene non trascurare anche semplici interventi agronomici (potatura, raccolta delle foglie a terra, loro bruciatura o avviamento al compostaggio, evitando soste all'aperto in luoghi freddi e umidi che si prolunghino sino alla primavera).

Cancro batterico del ciliegio

MARCO SCORTICHINI

Agente causale

Pseudomonas syringae pv. *morsprunorum* (Wormald) Young et al..

Sintomi

La sintomatologia può evidenziarsi a carico dei

rami dell'anno, delle strutture fiorali, delle gemme, delle foglie e delle branche.

- *Rami di un anno e "mazzetti di maggio"*. All'altezza dei nodi si evidenziano delle necrosi alla base delle gemme. Tali necrosi possono approfondirsi nei tessuti per 4-5 mm, provocando la mancata apertura delle gemme, sia di quelle a "legno" che di quelle "a fiore". In primavera, inoltre, si può notare la presenza di depressioni corticali con imbrunimenti dei tessuti vascolari. Se l'infezione circonda completamente l'asse vegetativo, questo può avvizzire completamente.

- *Foglie*. Dopo un normale accrescimento, le foglie possono manifestare ingiallimenti accompagnati, successivamente, da filloptosi. In altri casi, si osservano delle maculature dapprima idropiche che, quando necrotizzano, assumono una colorazione rossastra. Talvolta, sono circondate da alone clorotico.

- *Branche*. I danni maggiori si hanno a carico delle branche. Su queste è possibile notare delle formazioni cancerose, a volte molto estese, accompagnate da fuoriuscita di "gomma". Quando non sono presenti essudati gommosi, i tessuti infetti sono mollicci, umidi, leggermente infossati e se aperti, emanano, generalmente, un odore acidulo. Quando l'infezione è molto estesa, l'intera branca può disseccare. In alcuni casi, tuttavia, la pianta può circoscrivere e cicatrizzare i cancri.

Ciclo della malattia

Il batterio sopravvive nei cancri in via di formazione e nelle gemme. Da qui, quando non induce l'avvizzimento dell'organo, colonizza epifiticamente il filloplano, per poi penetrare all'interno della pianta in autunno, attraverso le cicatrici fogliari. Forti temporali, accompagnati da vento, possono contribuire alla diffusione del patogeno nell'impianto.

Difesa

Fin dal primo anno d'impianto è buona norma effettuare trattamenti con prodotti a base di

rame (poltiglia bordolese, ossicloruri, idrossidi) ad inizio e metà caduta foglie, al fine di evitare la colonizzazione dell'albero. Nei casi in cui l'infezione è evidente, è utile effettuare un trattamento con gli stessi prodotti in primavera, dopo l'allungamento delle foglie.

5.1.3 Patologia del legno su piante in piedi

NALDO ANSELMI
e ANGELO MAZZAGLIA

In molti impianti di ciliegio la qualità del legno può essere resa scadente da alterazioni di vario tipo (ANSELMI e GIOVI 1996), connesse ad agenti biotici, fattori abiotici od errate tecniche colturali.

Alterazioni di origine biotica Marciumi radicali

Le biodegradazioni indotte dai marciumi radicali, in particolare quelli che risalgono lungo il fusto (*Armillaria*, *Phytophthora*), compromettono le porzioni di tronco interessate, in quanto cariate (*Armillaria*) od alterate cromaticamente, con legno reso arido e leggero (*Phytophthora*).

Tracheovorticilliosi

Sono causate da *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berth. e *V. dahliae* Kleb., funghi ad *habitus* edafico, che inducono occlusioni dei vasi delle radici e del fusto, con tille e materiali di natura gommosa, causando deperimenti e morte, spesso improvvisa (colpo apoplettico), delle piante. All'atto del taglio il legname si presenta con ampie zone dei vasi e dell'alburno colorate, generalmente con tinte grigio-fuliginoso-blauastre. Quando i tronchi colpiti vengono prontamente abbattuti ed utilizzati, il danno da verticilliosi si limita, in genere, al solo carattere este-

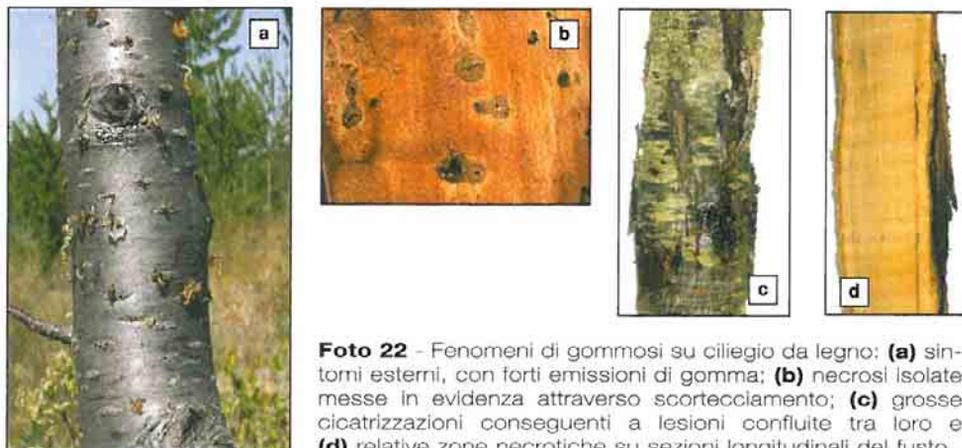


Foto 22 - Fenomeni di gommosi su ciliegio da legno: **(a)** sintomi esterni, con forti emissioni di gomma; **(b)** necrosi isolate messe in evidenza attraverso scortecciamento; **(c)** grosse cicatrizzazioni conseguenti a lesioni confluite tra loro e **(d)** relative zone necrotiche su sezioni longitudinali del fusto.

tico. Ne consegue che, accanto ad alcuni accorgimenti volti ad impedire l'avvento e/o la diffusione della malattia (ANSELMI 2001b), quando questa è presente, risultano di notevole importanza solleciti abbattimenti ed utilizzazioni delle piante colpite.

Cancri corticali e gommosi

Buona parte degli agenti di cancri corticali sono causa di alterazioni del legno, sia direttamente attraverso i processi cancerosi, sia indirettamente per i nodi connessi ai rami, più o meno grandi, disseccati.

I più gravi cancri sono tuttavia quelli dovuti a *W. carpophilus*, causa del corineo o gommosi parassitaria. I maggiori danni derivano dagli attacchi ai grossi rami e al fusto, su cui vengono a crearsi aree necrotiche, grandini di varie dimensioni, con forti emissioni di gomma.

Sul fusto, fenomeni di gommosi (Foto 22a) si possono verificare anche come reazione a forti stress, in particolare quelli indotti da altri attacchi parassitari, da grossi tagli di potatura o da lesioni diverse (danni da topi, traumi ecc.). Sono tuttavia gli impianti mal curati od i soggetti sofferenti, dominati od in forte competizione

tra loro, quelli che più vanno incontro a gommosi.

In ogni caso, decorticando leggermente il fusto, si evidenziano sul legno scoperto aree necrotiche brunastre, più o meno estese (Foto 22b). Le lesioni isolate vengono in genere rimarginate da calli cicatriziali, che spesso inglobano consistenti nuclei di tessuto morto. Quando gli "attacchi" sono gravi, le lesioni possono confluire, dando luogo ad ampie disorganizzazioni, a carattere canceroso, più o meno profonde, che compaiono all'esterno con ampie zone cicatrizzate (Foto 22c) o, nei casi peggiori, con estese aree corticali morte. Le suddette necrosi, che in genere interessano radialmente consistenti spessori del tronco, abbassano fortemente il valore tecnologico del legno destinato a sfogliati e, talora, anche quello utilizzato per segati. E' il caso di lesioni profonde e confluenti tra loro (Foto 22d), che possono essere causa di scollamenti tra varie porzioni delle tavole o di altre difficoltà di lavorazione.

La lotta contro i cancri corticali e la gommosi va condotta scegliendo *cultivar* tolleranti, evitando sofferenza e lesioni alle piante ed offrendo loro idonee spaziature ed adeguate cure col-

turali. Contro il corinco, in casi eccezionali, potrebbero essere previsti interventi chimici.

Carie

Tra gli agenti di carie più frequenti su ciliegio da legno si ricordano: *Pholiota*, *Collybia*, *Schizophyllum commune* (L.) Fr. (Foto 23, cap. 5.2), *Trametes*, *Lenzites*, *Phellinus* e *Stereum*. Tipici patogeni di debolezza, essi attaccano in genere piante sofferenti, mal potate, interessate da grosse ferite o cancri predisponenti.

Delle specie più pericolose, sempre su piante deboli od interessate da drastiche potature, meritano menzione *Phellinus tuberculatus* (Baumg.) Niem., causa di diffusi seccumi e gommosi, e *Chondrostereum purpu-*

reum (Fr.) Pouz., causa di un tipico colore plumbeo al fogliame di rami e branche (da cui il nome di "mal del piombo"), che finiscono in genere per morire.

Le carie causate da molti dei suddetti agenti, prevalentemente bianche (rari gli agenti di carie bruna: es. *Lenzites*), possono continuare ad estendersi dopo l'abbattimento delle piante, con sobbollimenti o altre funeste degradazioni, in particolare quando questo avviene in periodi dell'anno con elevate temperature.

Su piante in piedi, la lotta contro le carie deve essere soprattutto preventiva, evitando sofferenze alle piante, ferite al tronco, potature troppo energiche e non lasciando invecchiare troppo gli impianti.

5.2 Alterazioni di altra origine

NALDO ANSELMI e ANGELO MAZZAGLIA

Danni da vento

Risultano spesso connessi a potature intense e precoci nella parte medio-basale del fusto, che inducono "filatura" alle piante ed una chioma confinata molto in alto, con accentuato effetto vela. Sotto l'azione di venti forti e/o persistenti, ciò predisponde a facile stroncatura, curvatura e/o torsione del fusto. Sulle piante stroncate si possono insediare funghi carigeni, che vanno a degradare rapidamente il legno. Nelle piante andate incontro a torsione del fusto o quelle curvate e raddrizzate con ritardo, si possono manifestare legno di tensione o lesioni interne, con inconvenienti più o meno gravi per la produzione di sfogliati e di segati.

Per minimizzare i suddetti danni, sarà pertanto necessario procedere al più presto a raddrizzare le piante incurvate, se ancora giovani, e ad abbattere ed utilizzare sollecitamente quelle stroncate, prima che subiscano disidratazioni patologiche ed attacchi parassitari.

Lesioni traumatiche

Molto frequentemente, durante le lavorazioni del

terreno od altre pratiche colturali, le piante di ciliegio vanno soggette a ferite accidentali, prevalentemente alle radici o alla base del fusto. Le lesioni più gravi dal punto di vista tecnologico sono ovviamente quelle al fusto (Foto 23a). Da una recente indagine in varie zone italiane, risultano orientativamente interessare intorno al 6% delle piante, con punte fino al 25%.

Esse, se di piccola entità, vengono in genere cicatrizzate entro breve tempo, senza lasciare traccia all'esterno. Se più grandi e profonde, vengono delimitate da grossi calli di cicatrizzazione, che non sempre però sono in grado di ricoprirle completamente. In ogni caso, le zone di fusto sottostanti le lesioni risultano spesso molto alterate, con necrosi, struttura e colorazioni anomale del legno, che risalgono talora anche per qualche metro (Foto 23a-d). Dette ferite, inoltre, aprono spesso la strada ad agenti di marciumi radicali, carie (Foto 23c) ed insetti xilofagi, con effetti spesso tecnologicamente devastanti.

I danni alla qualità del legno dovuti alle ferite,

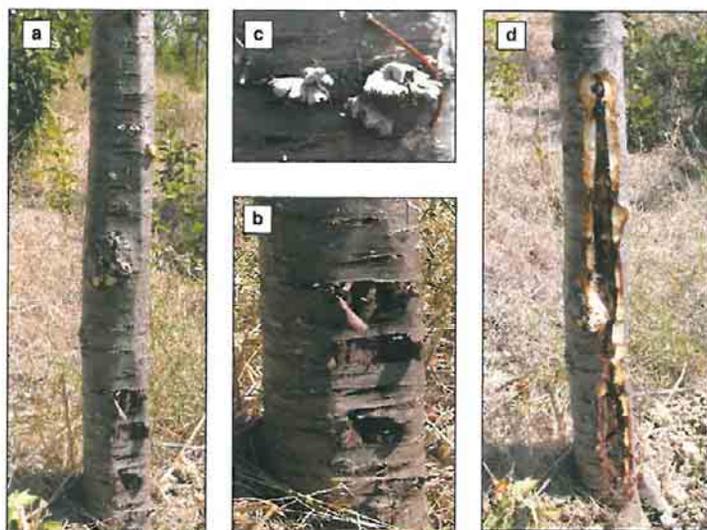


Foto 23 - Danni da ferita su fusto di ciliegio da legno: **(a)** manifestazioni esterne e relativo particolare del trauma **(b)**; **(c)** carpofori di *Schizophyllum commune* sviluppatisi sui tessuti morti; **(d)** necrosi interne evidenziate a mezzo scorciatoia.

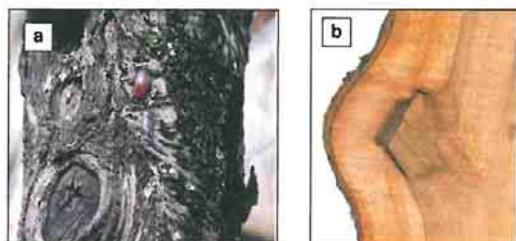


Foto 24 - Alterazioni da drastiche potature su fusto di ciliegio da legno: **(a)** grosso taglio cicatrizzato solo esternamente, con legno morto esposto (notare le emissioni di gomma); **(b)** nodo conseguente al moncone di ramo potato.

naturalmente connessi all'ampiezza e profondità delle stesse e al periodo in cui esse si verificano, sono in genere rilevanti.

I difetti concernenti la discontinuità dei tessuti, la deviata direzione delle fibre dei tessuti cicatriziali, nonché le estese alterazioni cromatiche, infatti, precludono la destinazione del legno alla sfogliatura e, nei casi più gravi, anche alla produzione di segati.

Questi danni possono essere evitati solo evitando traumi al fusto, attraverso una scrupolosa attenzione durante le lavorazioni.

Mancata o errata potatura (nodi)

Tra le cause più diffuse di declassamento del legno di ciliegio rientrano certamente i nodi, relativi in particolare a rami troppo grandi (Foto 24a), potati

irrazionalmente o non potati affatto. In quest'ultimo caso, particolarmente deleteri risultano i monconi di rami

morti, i cui nodi, detti appunto "nodi morti", oltre che un colore notevolmente più scuro (da cui anche il nome di "nodi neri"), presentano vere e proprie soluzioni di continuità con i tessuti loro limitrofi (Foto 24b) e tendono, con il disseccamento, a distaccarsi (nodi cadenti). La loro presenza è grave non solo per gli sfogliati da compensato, ma anche per i segati, in quanto con la stagionatura si possono distaccare, lasciando nelle tavole dei veri e propri fori.

I grossi tagli di potatura possono favorire peraltro la penetrazione nel fusto di insetti xilofagi, di batteri più o meno saprofiti e, soprattutto, di funghi cariogeni, con ancor più gravi alterazioni del legno.

I danni da nodi possono essere evitati o sensibilmente ridotti ricorrendo ad una razionale potatura.

5.3 Difesa dagli insetti fitofagi

VALERIA FRANCARDI e PIO FEDERICO ROVERSI

La protezione delle piantagioni di ciliegio da legno realizzate in contesti diversi, da ambienti di pianura fino ad aree situate nella media montagna, pone vari problemi ai fini di una efficace difesa fitosanitaria. Numerosi insetti fitofagi, a diversa specializzazione ecologico-nutrizionale, sono in grado di inserirsi in questi peculiari biotopi colonizzandoli a partire da colture agrarie o da boschi limitrofi.

Di seguito vengono trattate le specie rinvenute con particolare frequenza o risultate in grado di dare luogo a focolai puntiformi in impianti dell'Italia centro-settentrionale.

5.3.1 Insetti delle chiome

Fitomizi, afidi

Afide nero del ciliegio: *Myzus cerasi* (F.) (*Homoptera Aphididae*)

Piante ospiti: *P. avium*, *P. cerasus*

Riconoscimento dei danni: evidenti deformazioni delle foglie sottoforma di increspature e contorcimenti del lembo, che si rendono progressivamente più evidenti a partire dall'inizio della primavera (Foto 25). Abbondanti fumaggini si sviluppano sulla melata prodotta da questo afide.

La presenza di formiche in attività sui rametti aiuta a localizzare le colonie sulla pianta.

Descrizione e ciclo biologico: corpo nero lucente, lungo mm 1,5-2,5. *M. cerasi* è una specie che alterna il suo sviluppo tra ciliegio (ospite primario) e piante erbacee del genere *Gallium* (ospiti secondari). La specie sverna allo stadio di uovo ma, in taluni ambienti, possono essere reperite femmine anche nei mesi freddi.

Importanza: questo afide, grazie all'elevato poten-

ziale biotico e alla facilità di diffusione in campo, può assumere un'importanza di rilievo tra i fattori limitanti il vigore vegetativo del ciliegio. Gli apici vegetativi infestati subiscono, infatti, un rallentamento e, nei casi più gravi, l'arresto dello sviluppo, con raccorciamento degli internodi.

Lotta: ove si renda necessario, si possono effettuare in primavera, all'inizio degli attacchi, trattamenti con aficidi sistemici o di contatto, a basso impatto ambientale. Negli impianti di ciliegio da legno realizzati in comprensori agroforestali, i principali predatori di *M. cerasi* sono risultati: Ditteri cecidomiidi con la specie *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani), Ditteri sirfidi fra cui *Paragyrus majoranae* Rondani, *Episyrphus balteatus* Degeer, *Meliscaeva auricollis* Meigen, *Spaerophonia scripta* L., *Syrphus ribesii* (L.), *S. vitripennis* Meigen ed *Heringia heringi* (Zetterstedt), Ditteri camemiidi con la specie *Leucopis glyphinivora* Tanasijshuk e Coleotteri coccinellidi con le specie *Adalia bipunctata* L., *Coccinella septempunctata* L. e *Scymnus* sp.. Fra i



Foto 25 - Getto di ciliegio con foglie accartocciate a seguito delle punture di alimentazione di *Myzus cerasi*. Nel riquadro colonia dell'afide con larve del dittero cecidomiide predatore *Aphidoletes aphidimyza*.

predatori occasionali si ricordano Eterotteri miridi del genere *Deraeocoris* Kirsch, Coleotteri cantaridi dei generi *Rhagonicha* Eshsch., *Cantaris* L. e Neurotteri crisopi. Fra gli Acari si annoverano entità del genere *Anystis* Von Heiden. I parassiti più comuni sono risultati Imenotteri braconidi ascrivibili al genere *Praon* Hal. Fra i patogeni sono stati identificati due Ifomiceti: *Acremonium strictum* W. Gams e *Trichothecium rosae* (Pers.). (BALDINI e SCARAMUZZI 1981; FRANCARDI e ROVERSI 1997; FRANCARDI e DE SILVA 1997; FRANCARDI e ROVERSI 1998; FRANCARDI e DE SILVA 1998 a, b; FRANCARDI et al. 1998).

Altri fitozomi in grado di causare danni localmente sono risultati *Stictocephala bisonia* Kop. et Yonk (*Homoptera Membracidae*) e *Cicadella viridis* (L.) (*Homoptera Cicadidae*). Le femmine praticano sulla corteccia di rami giovani, tipiche incisioni per deporre le uova. Gli attacchi possono risultare dannosi nelle giovani piantagioni. Occasionalmente abbondante è risultato anche *Philaenus spumarius* (L.) (*Homoptera Cercopidae*), le cui larve si alimentano sui getti apicali, al riparo di masserelle shiumose (SERVADEI e GRASSO 1948; ZOCCHI 1966; FRANCARDI e ROVERSI 1997).

Defogliatori

Limantria: *Lymantria dispar* (L.) (*Lepidoptera Lymantriidae*).

Piante ospiti: numerose latifoglie, fra le quali frutiferi, querce, aceri, tigli, pioppi, platani, talvolta anche conifere.

Riconoscimento dei danni: con alti livelli di popolazione, i ciliegi vengono defogliati in giugno-luglio e assumono una colorazione brunastra se osservati da lontano.

Descrizione e ciclo biologico: La femmina adulta è di colore biancastro, con corpo tozzo, lungo circa

30 mm e un'apertura alare che, in media, misura 60 mm. Il maschio adulto è di colore castano, con corpo affusolato e antenne bipettinate. L'apertura alare è di circa 35 mm. Le uova, raccolte in ovature pluristratificate e allungate a forma di cuscinetto, ricoperte da un feltro di peli fulvi, sono deposte sul lato di rami e sui tronchi. Le larve sono pelose e presentano sul capo, di colore giallo, due fasce frontali nere, oblique. Sul corpo si osservano tubercoli di colore bluastro nei primi 5 segmenti e rossastro nei rimanenti. Il limantriide compie una generazione l'anno e sverna allo stadio di uovo. Lo sviluppo larvale si conclude fra fine giugno inizio di luglio. Le larve si incrisalidano sulla pianta o in vari ricoveri e gli adulti sfarfallano da luglio a settembre. La specie manifesta comparse massali ad intervalli variabili da 5 a 10 anni

Importanza: le defogliazioni causate dalle larve di questo Lepidottero influiscono negativamente su vari aspetti della fisiologia delle piante e sugli accrescimenti. Nel caso in cui gli attacchi si ripetono con forte intensità per più anni, le piante possono venire fortemente debilitate e predisposte a successivi e risolutivi attacchi di xilofagi.

Lotta: il controllo delle giovani larve di *L. dispar* può essere realizzato mediante irrorazioni con sospensioni a base di *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (ZOCCHI 1966; FRANCARDI e ROVERSI 1997).

Euoprotide: *Euproctis chrysorrhoea* (L.) (*Lepidoptera Lymantriidae*).

Piante ospiti: polifago su latifoglie.

Riconoscimento dei danni: defogliazioni di varia entità e presenza delle tipiche larve. Nella stagione invernale sulle piante sono visibili i nidi di svernamento delle larve, costruiti con foglie secche e tessuto sericeo biancastro, nella parte periferica della chioma.

Descrizione e ciclo biologico: adulti con apertura alare di 30-40 mm, di colore bianco, con addome bruno e un ciuffo di peli giallo-ruggine



Foto 26 - Nido di *Euproctis chrysorrhoea* su ciliegio. Nel riquadro larva del limantriide sulla quale sono evidenti sul dorso gli specchi con i peli urticanti e i due tubercoli arancioni nella parte distale del corpo.



Foto 27 - Ragnatela sericea costruita su di un ciliegio dalle larve dell'Ifantria americana. Nel riquadro femmina in ovideposizione.



Foto 28 - Femmina brachittera di *Orgyia antiqua* in ovideposizione. Nel riquadro larva del defogliatore.

nella parte terminale. Le uova sono deposte sulle foglie, in ovature allungate, ricoperte da peli. A partire dalla seconda età, le larve sono riconoscibili per la presenza nella parte terminale dell'addome di due evidenti tubercoli arancioni (Foto 26). Sono gregarie per buona parte dello sviluppo, verso settembre si costruiscono un nido sericeo. A marzo-aprile riprendono a nutrirsi e, raggiunta la maturità in giugno, si incrisalidano sulle piante in glomeruli di foglie. Dopo circa due settimane compaiono gli adulti che sfarfallano fra fine giugno e metà luglio.

Importanza: forti infestazioni del Limantriide provocano la distruzione di gran parte della vegetazione della pianta attaccata, con gravi ripercussioni su vigore e accrescimento.

Lotta: su piante giovani, l'asportazione meccanica dei nidi invernali può essere impiegata quale mezzo di lotta adottando le precauzioni necessarie ad evitare contatti della pelle con i peli urticanti. La lotta diretta contro le giovani larve può essere effettuata con prodotti a base di

B. thuringiensis var. *kurstaki* già a partire da metà agosto (ZOCCHI 1966; FRANCARDI e ROVERSI 1997; ROVERSI 1997).

Ifantria americana: *Hyphantria cunea* Drury (*Lepidoptera* Arctidae).

Piante ospiti: specie polifaga su latifoglie.

Riconoscimento dei danni: defogliazioni delle piante ospiti che, in caso di forti attacchi, conservano le sole foglie apicali. Presenza sulla chioma di estese ragnatele biancastre.

Descrizione e ciclo biologico: adulti di colore bianco-argento, con apertura alare di 22-30 mm. Uova riunite in placche monoplane, contenenti alcune centinaia di unità, coperte da radi peli bianchi. Larve di colore giallo-verde, con una fascia scura sul dorso e lunghe setole bianche e nere. L'Arctiide compie in Italia centro-settentrionale due generazioni l'anno (Foto 27).

Importanza: la specie è in grado di defogliare quasi interamente le piante attaccate, pregiudicando accrescimenti e vigore vegetativo.

Lotta: il controllo delle larve del fitofago può essere attuato mediante trattamenti contro le giovani larve della prima generazione, utilizzando prodotti a base di *B. thuringiensis* var. *kurstaki* a fine maggio-inizio giugno (FRANCARDI e ROVERSI 1997).



Foto 29 - Gruppo di larve di *Nymphalis polychloros* su rametto di ciliegio completamente defogliato.



Foto 30 - Giovane ciliegio con la chioma danneggiata da *Calliroa cerasi*. Nel riquadro larva matura del tentredinide in attività trofica.

Bombice antico: *Orgyia antiqua* (L.) (*Lepidoptera Lymantriidae*).

Piante ospiti: la specie è polifaga su rosacee arboree (pomacee e drupacee), su latifoglie d'interesse forestale (querce, frassini, betulla, olmo, ontano) ed è meno frequente su conifere (pini, abeti ecc.).

Riconoscimento dei danni: defogliazioni di varia entità.

Descrizione e ciclo biologico: *O. antiqua* presenta un forte dimorfismo sessuale. Il maschio ha ali normalmente sviluppate, di colore marrone ocraceo, con una macchia biancastra sul margine interno. La femmina, lunga circa 1,5 cm e rivestita da una fitta peluria grigio-chiara, è attera. Le uova sono deposte in ovature prive di protezione, in prossimità del luogo di incrisalidamento o anche sui resti della stessa crisalide. La larva ha sul dorso 4 vistosi ciuffi di setole giallo-dorate e un ciuffo di lunghe setole nere su entrambi i lati (Foto 28). La specie sverna come uovo e compie fino a 4 generazio-

ni l'anno. Le larve di prima generazione schiudono in aprile-maggio.

Importanza: la specie può comparire localmente abbondante e defogliare completamente nuclei più o meno estesi di piante.

Lotta: ove necessario si possono effettuare trattamenti a base di *B. thuringiensis* contro le larve giovani. Negli impianti di ciliegio realizzati in ambienti agricoli dove non vengono effettuati trattamenti alle piante, la generazione svernante di *O. antiqua* è risultata attivamente controllata dagli Imenotteri ooparassitoidi *Telenomus dalmanni* (Ratzeburg) e *Trichogramma*

dendrolimi (Matsumura), mentre le ovature delle generazioni estive sono risultate attaccate da vari predatori, fra cui taluni Dermatteri. Fra gli antagonisti si ricorda anche il Dittero *Compsilura concinnata* Meig (FRANCARDI e ROVERSI 1994, 1997, 2002).

Vanessa dei fruttiferi: *Nymphalis polychloros* (L.) (*Lepidoptera Nymphalidae*).

Piante ospiti: latifoglie di interesse agrario e forestale.

Riconoscimento dei danni: defogliazioni di varia entità e presenza di larve con caratteristiche strutture spinescenti sul corpo (Foto 29).

Descrizione del ciclo biologico: adulti di colore rosso-ruggine, con ali che presentano una fascia marginale nera e macchie di colore nero. Le larve hanno sul corpo numerose spine ramificate e mostrano una colorazione grigio-bruna, con una linea rossastra su ciascun lato. In aprile le femmine di *N. polychloros* depongono sulle foglie ovature composte da più di 100 uova. Le

larve, dopo essersi alimentate sulla chioma, si incrisalidano dando origine ai nuovi adulti in giugno.

Importanza: la specie è talora in grado di causare la completa defogliazione delle piante attaccate.

Lotta: le infestazioni possono essere controllate effettuando la raccolta delle larve o trattamenti a base di *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (FRANCARDI e ROVERSI 1997).

Limacina del pero: *Caliroa cerasi* (L.) (*Hymenoptera Tenthredinidae*).

Piante ospiti: varie *Rosaceae* fra cui, in particolare, pero e ciliegio.

Riconoscimento dei danni: ampie erosioni iniziali del parenchima praticate sulla pagina superiore delle foglie seguite, in un secondo tempo, da asportazione di interi lembi fogliari.

Descrizione e ciclo biologico: gli adulti del tentredinide sono di colore nero lucente, con alialine, leggermente sfumate di grigio. Le larve, che raggiungono a maturità 8-11 mm di lunghezza, presentano corpo claviforme, con il capo incassato nel torace, ricoperto da una tipica mucosità (Foto 30). Il primo volo degli adulti si verifica in aprile-maggio e i successivi in luglio e a fine agosto-primi di settembre. Le uova vengono inserite all'interno del tessuto fogliare. Le larve in un primo momento rispettano la superficie inferiore delle foglie e le nervature, successivamente scheletrizzano gli organi attaccati. Le foglie erose seccano, si accartocciano e cadono. Sverna allo stadio di larva, entro un bozzolotto costruito nel terreno.

Importanza: il fitofago è in grado di sviluppare infestazioni localizzate su gruppi di piante.

Lotta: in caso di forti infestazioni si possono irrorare le piante con insetticidi di contatto. Può risultare utile anche effettuare una lavorazione accurata del terreno per portare in super-

ficie i bozzoli svernanti in autunno-inverno. La specie è controllata da Imenotteri Icnemonidi campoplegini, parassiti larvali e larvo-pupali, particolarmente attivi nel periodo estivo (GRANDORI 1947; GOLFARI 1937; BERLAND 1947; GOIDANICH 1952; SCOGNAMIGLIO 1954; CARL 1972; BALDINI e SCARAMUZZI 1981; VAN EPENHUIJSEN e DE SILVA 1991; FRANCARDI e ROVERSI 1997; FRANCARDI *et al.* 1997).

Altri defoliatori rinvenuti su ciliegi da legno

I Coleotteri curculionidi *Phyllobius oblongus* (L.) e *Phyllobius betulinus* Bechstein & Scharfenberg sono stati reperiti sporadicamente in impianti puri di ciliegio da legno, in terreni collinari ex agricoli. Gli adulti, in particolare della prima specie, possono talvolta defogliare le piante attaccate. In impianti prossimi ad ambienti boschivi, o realizzati all'interno di aziende agricole, è stata osservata anche l'attività di un microlepidottero gracillartide del genere *Phyllonorycter* Hb. e della tignola arrotolatrice delle foglie *Choreutis pariana* (Cl.) (*Lepidoptera Glyphipterigidae*) (FRANCARDI e ROVERSI 1997).

5.3.2 Danni a rami e fusti

Xilofagi

Rodilegno rosso: *Cossus cossus* (L.) (*Lepidoptera Cossidae*).

Piante ospiti: vive a spese di numerose latifoglie boschive e da frutto.

Riconoscimento dei danni: a seguito degli attacchi al fusto di questo fitofago, le piante si presentano in uno stato generalizzato di deperimento. Successivamente possono verificarsi, in tempi più o meno lunghi, disseccamenti e stroncature per la diminuita resistenza meccani-



Foto 31 - Larva di *Zeuzera poryna* all'interno di una galleria assiale scavata in un rametto.

ca delle parti attaccate.

Descrizione e ciclo biologico: adulto di colore grigio-scuro, con apertura alare di 7-10 cm; larva lunga fino a 10 cm, di colore rossastro. Gli adulti sfarfallano da maggio a settembre e le femmine depongono gruppi di uova (500-800) tra le screpolature della corteccia, nella parte bassa del tronco. Le larve nascono precocemente e penetrano nel fusto, alimentandosi in un primo momento di tessuti sottocorticali. In seguito si approfondiscono nel legno scavando gallerie sia in senso centripeto che acropeto.

Importanza: la specie ha un elevato potenziale biotico e, la tendenza a localizzarsi alla base del fusto, si traduce in un progressivo ed irreversibile danneggiamento della pianta.

Lotta: nelle aree dove la presenza del fitofago è nota, si può ricorrere alla tecnica della cattura massale, con l'impiego di feromoni. E' consigliata la distruzione degli esemplari infestati (PASQUALINI *et al.* 1982, 1985; BRATTI *et al.* 1987; FACCIOLI *et al.* 1993; FRANCARDI e ROVERSI 1997).

Rodilegno giallo: *Zeuzera poryna* (L.) (*Lepidoptera Cossidae*).

Piante ospiti: polifago su numerose piante di interesse forestale e agrario.

Riconoscimento dei danni: disseccamenti di rami e presenza sul tronco di fori con rosura rossastra esterna.

Descrizione e ciclo biologico: l'adulto è di colore bianco con ali macchiate di nero. Nel maschio l'apertura alare raggiunge i 50 mm e nella femmina i 70 mm. La larva, che raggiunge i 6 cm a maturità, è di colore giallo con segmenti portanti tubercoli neri (Foto 31). Gli adulti compaiono dalla fine di maggio fino a settembre-ottobre. Le uova (che possono raggiungere le 500-700 unità) vengono deposte in gruppi nelle screpolature della corteccia, in vecchie gallerie larvali o in ferite da innesti. Le larve giovani provocano escavazioni nelle nervature delle foglie e nelle gemme e, successivamente, passano in rami di diametro progressivamente maggiore, fino ad insediarsi nel fusto. La loro presenza è segnalata da emissione di rosura all'esterno.

Importanza: l'attività delle giovani larve causa la perdita di gemme ed essiccamenti di apici vegetativi. Successivamente vengono minati i rami che seccano, compromettendo parte della chioma. Le larve che raggiungono il fusto danneggiano anche la produzione legnosa ottenibile.

Lotta: analogamente alla specie precedente, il controllo del fitofago può essere attuato mediante cattura massale, con l'impiego di trappole innescate con il feromone sessuale. Qualora la presenza di *Z. poryna* sia associata a quella di *C. cossus*, si possono impiegare trappole multi-innescate con i feromoni dei due fitofagi. Si consiglia inoltre l'eliminazione delle piante infestate. Ove se ne presenti l'opportunità, si possono effettuare trattamenti chimici contro le giovani larve a base di esteri fosforici, oppure con interventi localizzati all'ingresso delle gallerie (DESEO e KOVACS 1978 a, b; PASQUALINI *et al.* 1992 a, b, 1993; PASQUALINI e ANTROPOLI 1994; MAINI *et al.* 1995; FRANCARDI e ROVERSI 1997).

Piccolo scolito degli alberi da frutta: *Scolytus rugulosus* (Müller) (*Coleoptera Scolytidae*).

Piante ospiti: rosacee arboree o arboree, spontanee o coltivate, fra cui vari *Prunus*.

Riconoscimento dei danni: disseccamenti di rametti causati dagli adulti immaturi. Sul fusto sono visibili i fori di sfarfallamento di diametro inferiore a 2 mm.

Descrizione e ciclo biologico: l'adulto, di colore nero o rossiccio, è lungo circa 1,7-2,2 mm. Gli adulti sfarfallano in maggio-giugno e scavano gallerie di nutrizione all'ascella di gemme o nelle lenticelle dei ciliegi, causando un abbondante flusso gommoso dalle ferite. In seguito lo scoltide scava gallerie di proliferazione su fusto e rami di vario diametro, nelle quali depone le uova. Le larve formano gallerie sottocorticali in varie direzioni e, giunte a maturità, si impupano. La specie è bivoltina, con il secondo volo degli adulti a fine estate.

Importanza: *S. rugulosus* si dirige, dopo lo sfarfallamento, su piante vigorose per scavare le gallerie di maturazione nei rametti e, successivamente attacca, per ovideporre sia piante deperienti che solo momentaneamente debilitate. Per detto motivo, la presenza di focolai può risultare dannosa anche per impianti vigorosi, qualora questi confinino con particelle infestate.

Lotta: al momento il contenimento delle infestazioni dello scoltide si incentra sul mantenimento di buone condizioni vegetative delle piante e sul tempestivo allontanamento di quelle attaccate (ZOCCHI 1966; FRANCARDI e ROVERSI 1997).

Considerazioni generali

Nel caso di impianti costituiti all'interno di aziende agrarie caratterizzate da una spinta semplificazione ambientale, talune entità, appartenenti in particolare ai defogliatori, possono avviare pullulazioni su questa rosacea. In tali contesti sarà necessario stabilire, di volta in volta, l'opportunità di adottare interventi diretti di controllo con preparati microbiologici o fitofarmaci ad azione, quanto più possibile, selettiva. I prodotti da impiegare andranno scelti tra quelli a minore impatto ambientale, utilizzando, ove possibile, preparati a base di *B. thuringiensis* var. *kuersstaki* per le specie dotate di apparato boccale masticatore. Si sottolinea l'importanza delle indagini sull'attività di eventuali antagonisti delle specie nocive. Studi condotti hanno evidenziato la capacità di taluni entomofagi di seguire prontamente l'ospite all'interno degli impianti di *P. avium*, esercitando un'importante azione di controllo. Per quanto attiene gli impianti puri o misti realizzati all'interno o in prossimità di aree boscate, la maggiore complessità floristica dell'ambiente, con la compresenza di specie arboree ed arbustive diverse ed il loro corteggio di fitofagi e relativi antagonisti, favorisce in genere l'attività di controllo delle specie nocive da parte di un più elevato numero di entomofagi. In queste ultime situazioni, gli eventuali interventi con biocidi dovranno essere valutati con attenzione ancora maggiore, in considerazione della necessità di non causare scompensi nella rete di relazioni biocenotiche mutate dagli ecosistemi limitrofi.

6.1 Principali caratteristiche tecnologiche del legno di ciliegio

STEFANO BERTI, MICHELE BRUNETTI,
ALAN CRIVELLARO e SABRINA PALANTI

Il legno di ciliegio è apprezzato dall'industria per le sue buone proprietà tecnologiche (GIORDANO 1981a, b) e per le caratteristiche estetiche tali da renderlo molto richiesto per impieghi in falegnameria fine da interni. E' tuttavia caratterizzato da scarsa durabilità naturale nei confronti di agenti biotici di degradamento.

Il legname di ciliegio utilizzato in Italia appartiene alle specie *P. avium* e *P. serotina* Ehrh.. Il primo è endemico dell'Europa e l'altro dell'America settentrionale. Il materiale di origine italiana proviene prevalentemente da piante isolate o da piantagioni da frutto. Il legname importato dai Paesi dell'Est europeo rappresenta una cospicua percentuale di quello attualmente disponibile e comprende, frequentemente, tondame derivante dall'abbattimento di alberi in foreste miste di latifoglie.

Aspetto e struttura anatomica

Il legno di ciliegio è distinguibile per alcune peculiari caratteristiche anatomiche, una parte delle quali è rilevabile anche ad occhio nudo (INSTITUTE POUR LE DEVELOPPEMENT FORESTIER 1997).

A livello macroscopico il duramen non è sempre chiaramente differenziato dall'albumo e assume una colorazione variabile fra il roseo ed il bruno carico, tendente a scurire con il trascorrere del tempo. In piante

vecchie, o cresciute in condizioni pedo-climatiche svantaggiose, la colorazione si presenta generalmente più scura rispetto a piante giovani o sviluppatesi rapidamente. La fibratura generalmente diritta e la tessitura semi-fine (Foto 32) agevolano le lavorazioni industriali e consentono pregevoli risultati estetici nei prodotti finiti.

Osservando al microscopio la struttura anatomica del legno si nota che in sezione trasversale i vasi assumono una disposizione semizonata (distinguibila anche ad occhio nudo), comune alla maggior parte dei legni della famiglia delle rosacee. I vasi, solitari, irregolarmente raggruppati o in file radiali di 2-5 elementi, sono disposti con frequenza e diametro decrescenti dalla zona primaticcia dell'anello verso la zona tardiva, evidenziando il limite fra anelli di accrescimento successivi e creando l'apprezzato disegno a fiamma sulle superfici tangenziali. La perforazione è semplice e le pareti tra-

cheali presentano ispessimenti elicoidali, tipicamente molto spazati. Nel duramen i lumi vasali possono essere riempiti con depositi rosso-giallastri di tipo gommoso.

Il parenchima radiale, composto da raggi sia monoseriati che pluseriati (fino a 5-6 cellule), alti fino a venti assise, è appena visibile ad occhio nudo sulle superfici trasversali, ma è ben evidente sulle superfici radiali, dove crea delle fini specchiature



Foto 32 - Aspetto del legno di ciliegio.

re. Queste sono apprezzate nelle parti a vista di mobili per l'alto valore estetico che conferiscono al legno.

Caratteristiche fisico-meccaniche e di lavorabilità

Il legno di ciliegio è semipesante, con massa volumica media a umidità normale di 620 kg/m³. Presenta ritiro e nervosità medi. È resistente alla compressione assiale, con valore medio di 53 MPa, molto resistente alla flessione statica (106 MPa) e cedevole per quanto riguarda il modulo elastico (10.000 MPa).

La durabilità naturale del legno nei confronti di funghi e di insetti xilofagi è scarsa. Perciò si rendono necessari accorgimenti nella salvaguardia del legname, a cominciare dalla conservazione dei tronchi fino ai prodotti finiti.

Generalmente la lavorazione del ciliegio non presenta particolari problemi: stagionatura ed essiccazione avvengono agevolmente e senza eccessive deformazioni, le lavorazioni con utensili producono una buona finitura superficiale del legno ed i trattamenti di tinteggiatura e verniciatura non incontrano difficoltà, portando a pregevoli superfici finite. Non si manifestano problemi legati alle polveri fini che si creano durante le lavorazioni.

Alterazione del legname

Il legno di ciliegio è impiegato per la realizzazione di manufatti di pregio per ambienti interni. La sua alterazione è dovuta principalmente a funghi ed insetti che possono agire subito dopo l'abbattimento della pianta, durante il trasporto e lo stoccaggio del legname e dei semilavorati, ed in fine una volta realizzato il manufatto, quando è già stato posto in opera.

Dai pochi dati bibliografici che abbiamo, risulta che il legno di ciliegio è facilmente attaccato dai funghi della carie del legno e da alcuni insetti Anobiidi e Cerambicidi (*Trichoferus holosericeus* Rossi) mentre risulta essere resisten-

te ai Lictidi (*Lycytus brunneus* Steph.)

Alterazioni dovute a funghi

Quando il legno si trova costantemente in condizioni di umidità superiori al 20%, il principale rischio è dovuto ai funghi (GAMBETTA e ORLANDI 1982).

Il legno appena abbattuto, con contenuto di umidità superiore al 30%, può essere attaccato da funghi cromogeni, che impartiscono al legno colorazioni variabili fra il blu ed il nero. Tali alterazioni diminuiscono o annullano del tutto il valore commerciale del legname, inficiando le caratteristiche estetiche tanto apprezzate nel ciliegio (ANSELMI e GOVI 1996).

I funghi della carie, degradando i costituenti principali della parete cellulare, determinano una diminuzione delle proprietà meccaniche del legno, proporzionale all'intensità ed alla durata dell'attacco. Quando l'abbattimento avviene nella stagione calda si può avere il fenomeno del sobbollimento, dovuto ad uno sviluppo precoce di alcuni Basidiomiceti, agenti di carie bianca, e di Ascomiceti, che determinano perdita delle caratteristiche meccaniche del legno.

Nei confronti delle alterazioni da funghi è necessario che i tronchi, una volta abbattuti, vengano esboscati velocemente e posti, durante lo stoccaggio, in condizioni aerate in modo da facilitarne la stagionatura.

Alterazioni dovute ad insetti

Attacchi di insetti si possono verificare già sul legname appena abbattuto. In questo caso sono imputabili principalmente a Cerambicidi, il cui sviluppo larvale si ha dapprima nella zona cambiale e, solo successivamente, nell'albumo. Il danno tecnologico al legname deriva dallo scavo di brevi gallerie ad uncino profonde 2-3 cm, che costituiscono la cella pupale. È sufficiente scortecciare il tondame per evitare questi attacchi (PALI e GAMBETTA 1962).



Foto 33 - Cordonature basali.



Foto 34 - Carie del cilindro centrale.



Foto 35 - Cuore eccentrico e sezione non circolare.



Foto 36 - Biforcazione del fusto con inclusione di corteccia.

valore estetico; il fitto intreccio di gallerie può, nel caso di forti attacchi, provocare lo scadimento della resistenza meccanica del legno.

I difetti del legno

In considerazione del fatto che le piante di ciliegio comunemente utilizzate provengono da popolamenti misti o, più spesso, da alberi isolati, la presenza

di anomalie sui tronchi è frequente. I difetti più facilmente riscontrabili sui tronchi di ciliegio appena abbattuti sono: cordonature basali (Foto 33), presenza di carie (Foto 34), cuore eccentrico e sezione non circolare (Foto 35), inclusioni di corteccia (Foto 36), curvatura, eccessiva rastremazione, diametro e lunghezza ridotti per presenza

di grossi nodi, attacchi da insetti. La presenza di nodi costituisce un difetto per la deviazione della fibratura localizzata nelle loro vicinanze, per la presenza di legno di reazione e per la colorazione più scura, che spesso accompagna il legno che li circonda. Nel ciliegio la posizione dei rami lungo il fusto assume una disposizione a pseudo-verticilli, con rami concentrati sullo stesso

di grossi nodi, attacchi da insetti. La presenza di nodi costituisce un difetto per la deviazione della fibratura localizzata nelle loro vicinanze, per la presenza di legno di reazione e per la colorazione più scura, che spesso accompagna il legno che li circonda. Nel ciliegio la posizione dei rami lungo il fusto assume una disposizione a pseudo-verticilli, con rami concentrati sullo stesso

di grossi nodi, attacchi da insetti. La presenza di nodi costituisce un difetto per la deviazione della fibratura localizzata nelle loro vicinanze, per la presenza di legno di reazione e per la colorazione più scura, che spesso accompagna il legno che li circonda. Nel ciliegio la posizione dei rami lungo il fusto assume una disposizione a pseudo-verticilli, con rami concentrati sullo stesso



Foto 37 - Difetto della *vena verde*.

piano, ad altezze diverse: questo consente di ottenere elementi di legno netto da nodi dalle zone comprese tra i palchi di rami. La frequente presenza di gemme dormienti, che si propagano dal midollo alla periferia del tronco, determina la permanenza di nodi di piccole dimensioni, che attraversano il fusto in direzione radiale.

La *vena verde* è un difetto tipico del ciliegio. Si manifesta con una variazione della colorazione del legno che può interessare uno o più anelli. Il difetto, talvolta visibile anche sulle testate dei fusti, si evidenzia al momento della loro lavorazione ed interessa il



Foto 38 - Tasche di *gomma*.

tronco per una lunghezza variabile.

Dal punto di vista tecnologico si ritiene che vi sia una relazione tra la presenza della vena verde (Foto 37) e del *legno di tensione*. Quest'ultimo ha caratteri anatomici peculiari ed è formato dalla pianta in risposta ad uno scostamento del fusto dalla posizione verticale. Al difetto estetico della vena verde si associano quindi caratteristiche tecnologiche scadenti, tipiche del legno di tensione: elevata differenza dei titiri e notevole instabilità dimensionale dei semilavorati ottenuti. Molti utilizzatori del legname considerano questo difetto una caratteristica costante e peculiare di questa specie legnosa.

Per l'impiego di elementi in legno massiccio la zona interessata dalla vena verde viene talvolta trattata con acqua ossigenata, allo scopo di sbiancare il legno che verrà successivamente tinteggiato per uniformarne il colore.

Nel legno di ciliegio può essere riscontrata la presenza di canali radiali contenenti una sostanza dall'aspetto resinoso (denominata *gomma*). Questo difetto (Foto 38) è diffuso con più frequenza nel ciliegio americano e compromette l'incollaggio ed i trattamenti superficiali con prodotti vernicianti.

6.2. Possibili trasformazioni e destinazioni d'uso del legno di ciliegio

STEFANO BERTI, MICHELE BRUNETTI,
ALAN CRIVELLARO e SABRINA PALANTI

Trasformazioni industriali

Le principali trasformazioni industriali a cui viene destinato il legno di ciliegio sono la *tranciatura* e la *segazione*; la scelta di una o dell'altra forma di lavorazione dipende dalle caratteristiche di ogni singolo fusto.

La *tranciatura* è la trasformazione industriale del tondame che consente di ottenere dei sottili fogli di legno (tranciati), attraverso l'impiego di un sistema tagliente, che non genera asportazione di truciolo. I tranciati che si ottengono hanno larghezza massima corrispondente al diametro del tronco di origine e lunghezza pari a quella del fusto o porzioni di esso; lo spessore è generalmente compreso fra 0,5 e 1 mm.

L'impiego dei tranciati prevede la loro giunzione laterale secondo specifiche modalità di accostamento ed il loro successivo incollaggio sulle facce del supporto (generalmente un pannello), che viene definito *impiallacciato*. Alla tranciatura sono normalmente destinati fusti con specifici requisiti dimensionali e la pressoché totale assenza di difetti. In termini dimensionali sono richiesti fusti di lunghezza superiore ai 2,30 m e diametri superiori ai 45 cm. La presenza di difetti di conformazione del fusto non è tollerata, così come la presenza di nodi, della *vena verde* e di canali contenenti gomme. Le caratteristiche peculiari di ciascun tronco concorrono a determinare il sistema di tranciatura e la posizione di fissaggio dello stesso sulla macchina, in modo da rendere più alto possibile il rendimento di ciascun toppe.

Nel caso in cui nel fusto siano presenti particolari anomalie legate a deviazioni della fibratura o presenza di biforcazioni, la *tranciatura* consente di ottenere pregiate figure decorative, come la mazzatura o le piume. Il legname destinato alla *tranciatura* viene generalmente sottoposto a vaporizzazione (trattamento

con vapore o acqua calda), al duplice scopo di favorire la lavorazione e rendere uniforme il colore del materiale. Questo trattamento può essere applicato anche a legname destinato alla *segazione*, allo scopo principale di rendere utilizzabile anche il legno contenente alburo.

Generalmente i tronchi di ciliegio che non rispondono ai requisiti dimensionali e qualitativi richiesti dalla *tranciatura*, vengono segati in tavole. Attraverso la *segazione* il tondame viene ridotto in semilavorati prismatici di varie dimensioni, spesso definite in base alle specifiche richieste del cliente. I requisiti dimensionali richiesti per la *segazione* sono meno restrittivi rispetto alla tranciatura: lunghezza minima di 2 metri e diametro superiore ai 28 cm sulla testata più piccola del tronco. Per l'ottenimento di semilavorati di piccole dimensioni, utilizzati per antine da cucina, gambe di tavoli e sedie, frontalini di cassette, può essere utilizzata la porzione di legno compresa fra due internodi.

Destinazioni d'uso

Il legno di ciliegio è stato per molto tempo trascurato dal novero dei legni nobili, come rovere, noce, castagno, a causa della sua scarsa durabilità naturale, trovando impiego nella produzione di mobili solo dal XVIII e XIX secolo. Attualmente è un legno ricercato per falegnameria fine da interni in cui vengono sfruttate le sue doti estetiche, in particolare nella fabbricazione di parti a vista di mobili, sia sotto forma di legno massiccio sia come tranciato.

È apprezzato anche nella fabbricazione di infissi interni, montanti di scale e rivestimenti di pareti. Nel mercato mobiliario attualmente occupa un posto di rilievo, anche se il suo apprezzamento è molto soggetto alla variabilità del gusto dell'acquirente.

6.3 Qualità estetica del legno di ciliegio

GIOVANNI SIGNORINI, FULVIO DUCCI,
GÉRARD JANIN e MARCO FIORAVANTI

Il ciliegio produce legname di pregio particolarmente apprezzato per le sue qualità estetiche che lo rendono assai ricercato per l'impiego, sottoforma di segato e di tranciato, in ebanisteria, per la realizzazione di mobili (Foto 39) e pannelli decorativi (JANIN e DUCCI 2002). Per il suo aspetto gradevole e per la sua elevata omogeneità, il legname di ciliegio trova anche impiego nella realizzazione di strumenti musicali a corda ed in torneria.

Per tutte le specie pregiate utilizzate in ebanisteria l'aspetto, cioè il disegno (venatura) ed il colore del durame, è un fattore chiave della qualità del legno ed ha il peso maggiore nella determinazione del suo valore commerciale. Si comprende, dunque, perché molti autori si siano dedicati allo studio dell'estetica del legno di queste specie in funzione delle caratteristiche proprie del legno e di quelle ambientali (NICOT 1983, NEPVEU 1992).

Il disegno

Il ciliegio produce legno omogeneo e compatto, con anelli d'accrescimento non chiaramente

visibili ad occhio nudo e di modesta ampiezza. In sezione longitudinale radiale, tuttavia, sono particolarmente evidenti le caratteristiche fini specchiature di colore più chiaro, costituite dai raggi parenchimatici.

Per quanto riguarda il disegno del legno, le caratteristiche che rivestono particolare importanza nella determinazione della qualità estetica del ciliegio sono la fibratura e la tessitura.

La prima è, per questa specie, generalmente dritta, tuttavia possono presentarsi casi di fibratura storta che creano problemi sia per la tranciatura che per la segagione. La tessitura è generalmente fine. L'industria dei tranciati predilige legno di ciliegio a tessitura fine; mentre quella dei segati è meno esigente.

Il colore

Secondo MASSET (1977) il colore del legno è, per gli utilizzatori del legname, al quarto posto come criterio qualitativo di valutazione, dopo la presenza di carie, di fibratura storta e la dimensione e conformazione dell'albero (POIROT 1996).

Nel ciliegio il duramen è chiaramente distinguibile dall'alburno (Foto 40). Il colore del duramen varia dal rosa-aranciato, al bruno-rosastro chiaro. A volte venato, diviene più scuro per esposizione alla luce.

L'alburno è decisamente più chiaro, di colore giallastro o leggermente rosato.

Le industrie dei tranciati prediligono il legno di ciliegio di colore rosa salmone, né troppo rosso, né troppo chiaro; mentre apprezzano meno il legno di colore giallastro.



Foto 39 - Mobili realizzati in legno di ciliegio.

Per l'industria dei segati il colore naturale ha un'importanza minore poiché, in genere, i produttori di mobili colorano il legno artificialmente.

L'importanza rivestita dal colore del legno è tale che, per il ciliegio e le altre specie legnose di pregio, è stato messo a punto un metodo di misura quantitativa di questa caratteristica mediante la spettro-foto-colorimetria e la colorimetria (Foto 41) (SULLIVAN 1966, 1967, BECKWITH 1979, JANIN 1987, JANIN e MAZET 1987, DUCCI *et al.* 1988b).

Con la colorimetria vengono definite, per ogni misurazione, le coordinate cromatiche all'interno dello spazio colorimetrico CIELab (Figura 20), che stabiliscono la lucentezza ed il colore della superficie esaminata. I dati quantitativi, rilevabili mediante l'impiego del colorimetro, si prestano in particolar modo ad essere analizzati con metodi statistici. Possono essere utilizzati per correlare la variabilità del colore del legno con le caratteristiche dell'albero, con l'ambiente in cui cresce ed anche con le caratteristiche genotipiche.



Foto 40 - Sezione di fusto di ciliegio cresciuto in foresta. Differenziazione tra duramen e alburo.



Foto 41 - Colorimetro DATACOLOR® portatile impiegato per la quantificazione del colore di un provino di legno di ciliegio.

Un grave difetto estetico del ciliegio: la venatura verde

Una caratteristica che influisce molto sulla qualità estetica del legno di ciliegio è l'omogeneità del colore (Foto 42). Da albero ad albero il colore varia notevolmente, tra il bruno rossastro pallido ed il giallo miele. Spesso tuttavia esiste una forte disomogeneità all'interno dell'albero stesso, che è causa di deprezzamento, soprattutto nel caso dei grandi tranciati.

La disomogeneità del colore del legno all'interno del tronco è spesso determinata dalla presenza di *venatura verde* (FERRAND 1983). È un difetto estetico del legno di ciliegio molto grave per tutti gli impieghi, causato dalla presenza sulla superficie legnosa di striature verdastre.

Tale difetto è sfortunatamente molto diffuso. È stato stimato che interessa il 25% dei tranciati e dei segati francesi (BESSET 1976, MASSET 1977, 1979) ed è rilevabile nella pianta solo al momento dell'abbattimento. Il difetto rende il legno esteticamente non idoneo né alla tranciatura né alla colorazione, poiché anche sul legno colorato rimangono ben evidenti le antiestetiche striature scure. Pertanto, per tutti gli impieghi nobili del legno di ciliegio, si ha un grave declassamento del materiale, con conse-

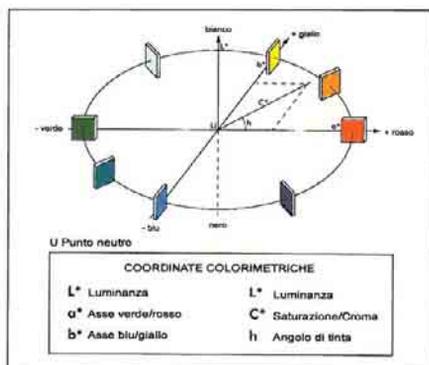


Figura 20 - Spazio colorimetrico CIELab.



Foto 42 - Tranciato di ciliegio selvatico cresciuto in piantagione con il difetto della *venatura verde*.

guenti forti perdite per le industrie del legno.

La venatura verde pare attenuarsi in seguito a prolungati cicli di essiccazione. Sembra inoltre più frequente nel legno di piante cresciute su suoli alluvionali e particolarmente abbondante nel caso di suoli umidi.

Da studi finalizzati alla caratterizzazione di questo difetto (FERRAND 1983, POLGE 1984) è emerso che la venatura verde pare generalmente collega-

ta alla presenza di legno di tensione. Infatti la ricerca ha dimostrato che tra i due tessuti vi sono evidenti similitudini a livello anatomico. La fibratura verde contiene, rispetto al legno normale, una percentuale molto superiore di fibre gelatinose, tipiche del legno di tensione. Presenta inoltre elevato ritiro longitudinale con conseguenti deformazioni dei tranciati ed instabilità dimensionale dopo la messa in opera. Ha inoltre un più elevato modulo elastico ed una maggiore resa in pasta di cellulosa, ma con qualità scadente. Da questi studi è stato concluso che, a livello di popolazioni di ciliegio, ogni trattamento finalizzato alla riduzione della presenza di legno di tensione, avrà per effetto una diminuzione del rischio di presenza di venatura verde. Pertanto, durante le pratiche selvicolturali, si dovranno eliminare preferibilmente gli alberi a tronco inclinato o flessuoso, soggetti a legno di tensione, lasciando solo quelli a tronco dritto.

Bibliografia

- ANSELMINI N., 2001a - **Problematiche fitopatologiche in Italia negli impianti da legno di latifoglie nobili.** *Inf.tore Fitopat.*, 7-8: 12-19.
- ANSELMINI N., 2001b - **Principali malattie negli impianti industriali di latifoglie di pregio.** In: *Aspetti sanitari e gestione del patrimonio forestale.* Accademia Italiana di Scienze Forestali, Vol. XLIX - L: 79-99.
- ANSELMINI N., CELLERINO G.P., MAZZAGLIA A., 2003 - **Le problematiche fitopatologiche delle colture da legno in Italia.** In: *L'arboricoltura da legno: una attività produttiva a servizio dell'ambiente. "Libro bianco" sulle produzioni legnose fuori foresta in Italia.* Avenue Media ed., Bologna: 152-172.
- ANSELMINI N., GOVI G., 1996 - **Patologia del legno.** (Wood Pathology). Edagricole, Bologna: 398 p.
- ARRIGONI O., 1994 - **Elementi di biologia vegetale, botanica generale.** Casa Editrice Ambrosiana: 55-70.
- BALDINI E., SCARAMUZZI E., 1981 - **Il ciliegio.** Frutticoltura anni 80, Manuale, Reda, Ramo editoriale degli Agricoltori, Bologna: 234 p.
- BARGIONI G., COSSIO F., RAMINA A., TONUTTI P., 1985 - **Ricettività stomatica e periodo utile di impollinazione in *Prunus avium* L.** In: *Atti del convegno: Indirizzi nel miglioramento genetico e nella coltura del ciliegio,* Verona, 21 - 22 giugno: 101 -109.
- BARZANTI G.P., BIANCALANI F., DE ROGATIS A., GHELARDINI L., GUERRI S., SANTINI A., 2004 - **Indagini preliminari per la messa a punto di test precoci di resistenza a *Phytophthora* sp. in alcuni cloni italiani di ciliegio da legno (*Prunus avium* L.).** *Forest@*, 1 (2): 135-140.
- BECKER M., PICARD J.F., TIMBAL J., 1982 - **Larousse des arbres, des arbustes et des arbrisseaux de l'Europe occidentale.** Larousse, Paris.
- BECKWITH III J.R., 1979 - **Theory and practice of hardwood colour measurement.** *Wood Science*, 11 (3): 169-175.
- BEKESSY S.A., ENNOS R.A., BURGMANN M.A., NEWTON A.C., ADES P.K., 2003 - **Neutral DNA markers fail to detect genetic divergence in an ecologically important trait.** *Biological Conservation*, 110: 267-275.
- BELLARI C., GIANNINI R., PROIETTI PLACIDI A., 1993 - **Semi e piante di latifoglie arboree ed arbustive.** *Ist. Selv. Università degli Studi di Firenze*: 29-50 e 147-149.
- BENNER M., 1986 - **Collection of wild cherries in Alsace-Lorraine and Franche-Comte, France.** [La recolte des merises en Lorraine-Alsace et Franche-Comte]. *Foret Entreprise*, 38: 46-47.
- BERLAND L., 1947 - **Faune de France 47. Hyménoptères Tenthredoïdes.** Paul Lechevalier, Parigi: 496 p.
- BERNETTI G., 1995 - **Selvicoltura Speciale.** UTET, Torino: 160-164.
- BERNETTI G., PADULA M., 1983 - **Le latifoglie nobili.** *Monti e Boschi*, Edagricole, Bologna, 34 (5): 5-50.
- BESSET J., 1976 - **Note préliminaire sur l'approvisionnement en bois de Merisier.** CTFT.
- BIONDI S., DIAZ I., IGLESIAS I., GAMBERI-

- NI G., BAGNI N., 1990 - Polyamines and ethylene in relation to adventitious root formation in *Prunus avium* shoot cultures. *Physiol. Plant.* 78: 474-483.
- BOON J. VAN DER, 1986 - An N, K, and Mg fertilization experiment with *Chamaecyparis*. [Een N-, K- en Mg-Bemestingsproef bij *Chamaecyparis*.] Rapport, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Netherlands, 11: 28 p.
- BRATTI A., MALAVOLTA C. MAINI S., PASQUALINI E., CAPIZZI A., 1987 - Comparative trials of sex attractant and dispenser types for *Cossus cossus* L. (*Lepidoptera: Cossidae*). *Boll. Ist. Ent. "Guido Grandi"*, Univ. Bologna, 42: 179-192.
- BREITENBACH-DORFER M., MUELLER F., PINSKER W., HACKER R., 1995 - Allozyme variation in populations of *Abies alba* from six regions of Austria. In: Population genetics and genetic conservation of forest trees, Ph. BARADAT, W. T. ADAMS, G. MUELLER STARK (eds.), Acad. Publish., Amsterdam: 237 - 245.
- BRYANT J., 1990 - Seed physiology. *Edward Arnold*: 16-27.
- BURESTI E., FRATTEGANI M., 1992 - Impianti misti in arboricoltura da legno. Primi risultati in un impianto di farnia (*Quercus robur* L.) e ontano napoletano (*Alnus cordata* Desf.). *Annali Ist. Sper. Selv.*, Arezzo, Vol. XXIII: 183-199.
- BURESTI E., DE MEO I., 1998 - Un impianto di noce in golena con "specie paracadute". (Scheda n. 6). *Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi*, Compagnia delle Foreste (AR), 35: 27-31.
- BURESTI E., MORI P., 2003a - Progettazione e realizzazione di impianti di arboricoltura da legno. Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale (ARSIA) della Toscana (FI): 78 p.
- BURESTI E., MORI P., 2003b - Valutare le condizioni di sviluppo delle piantagioni da legno. *Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi*, Compagnia delle Foreste (AR), 86: 15-21.
- BURESTI E., BIDINI C., MORI P., 2002 - Come affrontare la potatura del noce. *Assessorato Agricoltura e Foreste della Provincia di Arezzo*. 16 p.
- BURESTI E., BIDINI C., MORI P., 2003 - Una nuova tecnica per il noce: la potatura replicativa. *Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi*. Compagnia delle Foreste (AR), 66 (4/01): 11-17.
- BURESTI E., MORI P., RAVAGNI S., 2001 - Arboricoltura da legno con il ciliegio: ridurre i rischi adottando la doppia pianta. *Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi*, Compagnia delle Foreste (AR), 73: 11-16.
- BURESTI LATTES E., MORI P., 2004a - Conduzione e valutazione degli impianti di arboricoltura da legno. Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale (ARSIA) della Toscana (FI): 78 p.
- BURESTI LATTES E., MORI P., 2004b - Le tre fasi delle piante principali in arboricoltura da legno. *Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi*, Compagnia delle Foreste (AR), 102: 9-11.
- CARL K.P., 1972 - On the Biology, Ecology and Population Dynamics of *Caliroa cerasi* (L.) (*Hym., Tenthredinidae*). *Z. Ang. Ent.*, 67: 58-83.
- CARRIO I. L., 1986 - Les caracteristiques des peuplements de merisier justifiant la recolte des graines. *Forêt Entreprise* (38): 48-52.

- CASINI L., DE MEO I., 2003 - Sequenza delle fasi di piantagione. In: Progettazione e realizzazione di impianti di arboricoltura da legno (a cura di BURESTI E. e MORI P.). Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale (ARSLA) della Toscana (FI).
- CHAIX C., 1982 - Techniques de production de plants de merisier (*Prunus avium* L.) par culture *in vitro*, bouturage herbacé, bouturage de racines. Ann. Sci. Forest., 39 (3): 311-313.
- CHELIAK W.M., DANCİK B.P., 1982 - Genetic diversity of natural populations of a clone-forming tree, *Populus tremuloides*. Can. J. Genet. Cytol., 24: 611-616.
- CIANI A., QUARANTA M., RICCIARDELLI D'ALBORE G., SCALISE A., 1990 - Beekeeping perspectives in afforestation and in protection of the environment in inland areas of Umbria. Genio-Rurale, 7-8: 47-58.
- CLAYTON J.W., TRETIK D.N., 1972 - Amine-citrate buffers for control in starch gel electrophoresis. J. Fisheries Res. Board Can., 29: 1169-1172.
- COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE, 1992 - Regolamento CEE n. 2080/92 del Consiglio del 30.06.1992: Istituzione di un regime comunitario di aiuti alle misure forestali nel settore agricolo. Gazzetta Ufficiale, n. 215 del 30.07: 96-99.
- CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA, 2000 - Direttiva europea 1999/105/CE del 22 dicembre 1999, relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione. Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea, n. L 011 del 15/01: 17-40.
- CORDIER C., TROUVELOT A., GIANINAZZI S., GIANINAZZI-PEARSON V., 1996 - Arbuscular mycorrhiza technology applied to micropropagated *Prunus avium* and to protection against *Phytophthora cinnamomi*. Agronomie, 16: 679-688.
- CORNU D., CHAIX C., 1981 - Multiplication par culture *in vitro* de merisiers adultes (*Prunus avium* L.): application à un large éventail de clones. In: Atti del Colloquio International sur la Culture *in Vitro* des Essences Forestières, 31/08-4/09, AFOCEL, Fontainebleau, France: 71-79.
- CORNU D., RIFFAUD J. L., CAPELLI P., 1981 - *In vitro* propagation of wild cherry tree (*Prunus avium* L.). Colloque Intern. sur la Culture *in Vitro* des Essences Forestières, 31/08-4/09, AFOCEL, Fontainebleau, France: 133-134.
- CRANE M. B., BROWN A. G., 1931 - Incompatibility and sterility in the sweet cherry, *Prunus avium* L. J. Pom. a Hort. Sci., 15: 86-116.
- CUTINI A., MARTINI M., BURESTI E., 1995 - Effetti della consociazione con ontano napoletano in impianti di farnia. Ann. Ist. Sper. Selv., Arezzo, vol. XXV-XXVI.
- DANIEL C., 1991 - Étude de la diversité génétique de diverses provenances de *Sorbus torminalis* L. Crantz (*Alisier torminal*). Rapport de stage pour l'obtention du diplôme d'études approfondies de biologie forestière, ENGREF, Nancy.
- DE CANDOLLE A., 1984 - Origine des plantes cultivées. Laffite, Marseille.
- DE MARCH G., GREINER E., MIANNAY N., SULMONT G DAVID H., DAVID A., 1993 - Potential of somatic embryogenesis in *Prunus avium* immature zygotic embryos. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 34, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands: 209-215.

- DE MEO I., MORI P., PELLER F., BURESTI E., 1999 - Prime indicazioni sugli interventi di diradamento nelle piantagioni di arboricoltura da legno. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, Compagnia delle Foreste (AR), 43: 15-20.
- DE ROGATIS A., FABBRI F., 1997 - Rigenerazione in vitro di germogli da embrione immaturo di *Prunus avium* L. - Secondo contributo. Annali Ist. Sper. Selv., Arezzo, Vol. XXV-XXVI (1994-1995), 28: 3-8.
- DESEO K.V., KOVACS, 1978a - Prove di lotta contro la *Zeuzera pyrina* L. (*Lepidoptera Cossidae*) in base alla sua etologia nella seconda fase dell'infestazione. Atti Giornate Fitopatologiche, 1: 191-198.
- DESEO K.V., KOVACS, 1978b - Nuova possibilità di lotta contro il rodilegno giallo. Italia Agricola 115, 3: 99-104.
- DRUART P., BOXUS P., LIARD O., DELAITE B., 1981 - La micropropagation du merisier a partir de la culture de meristeme. Colloque International sur la Culture in Vitro des Essences Forestieres. Proceedings of IUFRO, Section S2.01.5 meeting, Fontainebleau, France, 31/08-4/09.
- DUCCI E., 1989a - Il miglioramento genetico del ciliegio e del noce. Le Foreste, 5(VI): VI-Xvi - x.
- DUCCI E., 1989b - Noce e ciliegio da legno: esame della produzione vivaistica dell'Appennino centro-settentrionale. Ann. dell'Ist. Sper. per la Selv., Arezzo, Vol. XVIII (1987): 175-212.
- DUCCI E., 1993 - Stato del miglioramento genetico delle latifoglie a legname pregiato da impiegare in arboricoltura da legno. In: Atti del congresso nazionale su Arboricoltura da legno e politiche comunitarie, Ist. Colt. Arboree Univ. di Sassari, C.R.A.S., Tempio Pausania (SS), 22-23.06: 181-191.
- DUCCI E., PROIETTI R., 1997 - Variabilità alloenzimatica nel ciliegio selvatico (*Prunus avium* L.) in Italia. Ann. Ist. Sper. Selv., Arezzo, Vol. XXV e XXVI (1994-95): 81-104.
- DUCCI E., SANTI F., 1996 - Cloni naturali di ciliegio selvatico (*Prunus avium* L.): loro significato in foresta e per l'arboricoltura da legno. Sherwood - Foreste e Alberi Oggi, Compagnia delle Foreste (AR), 14: 11-16.
- DUCCI E., SANTI F., 1997 - The distribution of clones in managed and unmanaged populations of wild cherry (*Prunus avium* L.). Can. J. For. Res., 27: 1998-2004.
- DUCCI E., VERACINI A., 1990 - Criteri di scelta e sistema di valutazione di fenotipi superiori nel miglioramento genetico di latifoglie a legname pregiato. Ann. Ist. Sper. Selv., Arezzo, Vol. XXI: 57-80.
- DUCCI E., FALLERI E., VERACINI A., 1996 - Variabilità di indici di forma delle foglie in cloni di ciliegio selvatico (*Prunus avium* L.). Linea ecologica, 3: 24-29.
- DUCCI E., TOCCI A., VERACINI A., 1988a - Sintesi del registro del materiale di base di ciliegio selvatico (*Prunus avium* L.) in Italia centro settentrionale, Basilicata e Calabria. Ann. Ist. Sper. Selv., Arezzo, Vol. XIX: 265-303.
- DUCCI E., VERACINI A., JANIN G., 1988b - Importanza dello studio del colore del legno di noce nazionale e della sua variabilità genetica. Misurare il colore. Xylon, 2 (22): 102-104.
- DUCCI E., VERACINI A., TOCCI A., CANCELANI L., 1990 - Primi risultati di una speri-

- mentazione pilota di arboricoltura clonale da legno con *Prunus avium* L. Ann. Ist. Sper. Selv., Arezzo, Vol. XXI (1990): 81-108.
- DURZAN D.J., HANSEN K., PENG C., 1990 - Micro-propagation and somatic embryogenesis in cherry rootstock. Proc. XXII Int. Hort. Congress, 27/08-1/09, Firenze, Italia: Poster 222.
- FACCIOLI G., PASQUALINI E., BARONIO P., 1993 - Optimal trap density in *Cossus cossus* (Lepidoptera: Cossidae) mass-trapping. J. Econ. Entomol., 86: 850-853.
- FENAROLI L., GAMBI G., 1976 - Alberi. Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento: 468-470.
- FERNANDEZ R., 1992 - Selected forest reproductive materials in France: critical analysis and results. In: Proceedings of the IUFRO working Party S2.02.21, June 10-14 1991, Gmunden (Austria). FBVA, 65/1992: 37 - 44.
- FERRAND J.C.H., 1983 - La veine verte du merisier. Est-ce du bois de tension? Revue Forestière Française, XXXV, 2: 95-97.
- FERRARINI E., 1984 - Considerazioni fitogeografiche sui castagneti dell'Appennino meridionale nei rapporti con l'Appennino settentrionale. Biogeographia, Bologna 1986, X: 185-285.
- FEUCHT W., DAUSEND B., 1976 - Root induction *in vitro* of easy-to-root *Prunus pseudocerasus* and difficult-to-root *Prunus avium*. Scientia Hort., 4: 49-54.
- FLEDER W., 1988 - Obtaining seed and planting trials with wild cherry in Lower Franconia. [Saatgutgewinnung und Anbauversuche mit Vogelkirsche in Unterfranken]. Allgemeine Forstzeitschrift, 20: 544-545.
- FRANCARDI V., DE SILVA J., 1997 - On *Myzus cerasi* (F) and its antagonists within timber plantations of *Prunus avium* L. in Central Italy. Redia, LXXX: 73-85.
- FRANCARDI V., DE SILVA J., 1998a - Dinamica stagionale e distribuzione di *Myzus cerasi* (F) e di *Aphidoletes aphidimyza* Rondani su ciliegi da legno in Italia centrale. In: Atti XVIII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Maratea, 21-26/06: 145 p.
- FRANCARDI V., DE SILVA J., 1998b - *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani): space-time adaptation on shoots of *Prunus avium* L. infested by the cherry blackfly, *Myzus cerasi* (F) (Diptera Cecidomyiidae, Aphididae Aphidinae). Redia, LXXXI: 175-182.
- FRANCARDI V., ROVERSI P.F., 1994 - Fattori di mortalità delle uova di *Orgyia antiqua* (L.) in una piantagione di ciliegio da legno (Lepidoptera: Lymantriidae). In: Atti XVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Udine 13-18/06: 751-754.
- FRANCARDI V., ROVERSI P.F., 1997 - Osservazioni sull'entomofauna fitofaga di *Prunus avium* L. in piantagioni da legno dell'Italia centro-settentrionale. Ann. Ist. Sper. Selv., Arezzo, Vol. XXV e XXVI (194-95): 399-412.
- FRANCARDI V., ROVERSI P.F., 1998 - Variazioni stagionali in popolazioni di *Myzus cerasi* (F) (Homoptera aphidoidea) e di suoi entomofagi in impianti di *Prunus avium* L. da legno. Ann. Ist. Sper. Selv., Arezzo, Vol. XXIX: 87-91.
- FRANCARDI V., ROVERSI P.F., 2002 - Role of *Telenomus dalmani* (Ratzeburg) in controlling vapourer moth in cherry tree stands (Hymenoptera Scelionidae, Lepidoptera

- Lymnætridae*). Egg Parasitoids for biocontrol of insect pests. 6th Int. Symposium, 15-18/09, Perugia, Italy: 58 p.
- FRANCARDI V., PELAGATTI O., DE SILVA J., 1998 - Laboratory evaluation of the effect of *Acremonium strictum* and *Trichothecium roseum* on *Myzus cerasi* (F.). *Redia*, LXXXI: 55-60.
- FRANCARDI V., ROVERSI P.E., DE SILVA J., 1997 - Osservazioni sulla distribuzione spaziale di *Caliroa cerasi* (L.) in un ciliegeto da legno della Toscana (Hymenoptera Tenthredinidae). *Ann. Ist., Sper. Selv.*, Arezzo, Vol. XXV e XXVI (1994-95): 391-397.
- FRANCK T., GASPAR T., KEVERS C., PENEL C., DOMMES J., HAUSMAN J. F., 2001 - Are hyperhydric shoots of *Prunus avium* L. energy deficient? *Plant Science* 160: 1145-1151.
- FRASCARIA N., SANTI F., GUYON P. H., 1993 - Genetic differentiation within and among populations of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and wild cherry (*Prunus avium* L.). *Heredity*, 70: 634-641.
- FROCHOT H., LEVY G., LEFEVRE Y., WEHRLÉN L., 1980 - Factors limiting the juvenile growth of a wild cherry (*Prunus avium* L.) plantation on a brown rendzina. *Facteurs limitants de la croissance initiale d'une plantation de merisier (Prunus avium L.) sur rendzine brunifiée*. *Annales des Sciences Forestières*, 37(3): 239-248.
- FUCHS M., TRONTIN J. F., 1992 - La diversité génétique du merisier (*Prunus avium* L.) dans son aire de répartition. *Memoire de stage*, 6.VII/11.IX, INRA, Orléans: 64 p.
- GAMBETTA A., ORLANDI E., 1982 - Durabilità naturale di 100 legni indigeni e di importazione a funghi, insetti e organismi marini. CPS - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma.
- GARIN E., GREINIER E., GREINIER-DE MARCH G., 1997 - Somatic embryogenesis in wild cherry (*Prunus avium*). *Plant, Cell, Tissue and Organ Culture*, 48, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands: 83-91.
- GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 2004 - Decreto legislativo 386 del 10 novembre 2003: attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione. Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale, n. 23 del 29 gennaio, Serie generale: 47p.
- GHANI A. K. M. O., CAHALAN C. M., 1991 - Propagation of *Prunus avium* from root cuttings. *Forestry*, 64 (4): 403 - 409.
- GIORDANO G., 1981a - Tecnologia del legno. Vol. I, La materia prima. UTET, Torino.
- GIORDANO G., 1981b - Tecnologia del legno. Vol. III, I legnami del commercio. UTET, Torino.
- GLIDDON C., BEHASSEN E., GOUYON P.H., 1987 - Genetic neighbourhoods in plants with diverse system of mating and different pattern of growth. *Heredity*, 59: 29-32.
- GOIDANICH A., 1952 - Caliroa. In: *Enciclopedia Agraria Italiana*, Ramo Editoriale degli Agricoltori: 1122-1123.
- GOLFARI L., 1937 - Contributi alla conoscenza dell'Entomofauna del Pero (*Pirus communis* L.). *Bollettino dell'Istituto di Entomologia della R. Università di Bologna*, IX: 206-249.
- GRANDORI R., 1947 - *Entomologia Agraria*. Manuale ad uso di tecnici e studenti. Istituto Editoriale Cisalpino, Milano-Varese: 456 p.

- GRANT N.J.E., HAMMATT N., 1999 - Increased root and shoot production during micro-propagation of cherry and apple rootstocks: effect of subculture frequency. *Tree physiology* 19, Heron Publishing: 899-903.
- GRANT N. J., FENNING T. M., HAMMATT N., 1998 - Regeneration and transformation of wild cherry (*Prunus avium* L.) and bird cherry (*Prunus padus* L.). In: *Tree Biotechnology towards the millennium*. Ed. Davey, Alderson, Lowe, Power, Nottingham Univ. Press: 249-257.
- HALL B., MILLER G.A., 1985 - Selection and breeding strategy for an exotic species: *Alnus glutinosa* in North America. *Proceedings of Third North Central Tree Improvement Conference*, Wooster, Ohio, August 1983.
- HAMMATT N., 1993 - Micropropagation of fastigate bird cherry (*Prunus padus* L.) and adventitious shoot formation from leaves. *Journal of Horticultural Sciences*, 68 (6): 975-981.
- HAMMATT N., 1994a - Promotion by phloroglucinol of adventitious root formation in micro-propagated shoots of adult wild cherry (*Prunus avium* L.). *Plant Growth Regulation*, 14: 127-132.
- HAMMATT N., 1994b - Propagation and physiological improvement of mature wild cherry (*Prunus avium* L.) and common ash (*Fraxinus excelsior* L.) by tissue culture. In: *Physiology, Growth and Development of Plants in Culture*. Ed. Lumsden, Nicholas, Davies. Kluwer Academic Publishers: 332-338.
- HAMMATT N. E., GRANT N. J., 1993 - Apparent rejuvenation of mature wild cherry (*Prunus avium* L.) during micro-propagation. *J. Plant Physiol.*, 141: 341-346.
- HAMMATT N., BLAKE P. S., GRANT N. J., 1998 - Characterization and use of apparent rejuvenation achieved during micro-propagation of mature *Prunus avium* L. In: *Tree Biotechnology towards the millennium* ed. Davey, Alderson, Lowe, Power, Nottingham Univ. Press: 45-62.
- HAMMATT N., GRANT N. J., 1997 - Micro-propagation of mature British wild cherry. *Plant, Cell, Tissue and Organ Culture*, 47: 103-110.
- HAMMATT N., GRANT N. J., 1998 - Shoot regeneration from leaves of *Prunus serotina* Ehrh. (black cherry) and *P. avium* L. (wild cherry). *Plant Cell Report*, 17: 526-530.
- HARRINGTON F., DOUGLAS G.C., MC NAMARA J., 1994 - Production of root suckers by mature clones of *Prunus avium*: Efficiency of root suckers, and crown buds for culture initiation. *Adv. Hort. Sci.*, 8: 11-14.
- HARTMAN H. T., KESTER D.E., 1990 - Propagazione delle piante. *Basi scientifiche e applicazioni tecniche*. Ed. Agricole. Bologna.
- HIEBERT H., HOPKINSON D.A., 1982 - Patterns and levels of genetic variation in great basin bristlecone pine (*Pinus longeva* Bailey). *Evolution*, 37: 302 - 310.
- HORA FB., 1981 - *The Oxford encyclopedia of trees of the world*. 288 p.
- HUBERT M., 1986 - Où se procurer des plantes de merisiers sélectionnés français. *Forêt Entreprise*, 37: 14-17.
- INSTITUTE POUR LE DEVELOPMENT FORESTIER, 1980 - *Le merisier, arbre à bois*. Ed. I.D.F. Paris.
- INSTITUTE POUR LE DEVELOPMENT

- FORESTIER, 1997 - *Le merisier, arbre à bois*. (2ème édition) Ed. I.D.F. Paris.
- JANIN G., 1987 - *Mesure de la couleur du bois*. Interet forestier et industriel. Annales des Sciences Forestières, 44(4): 455-472.
- JANIN G., DUCCI F., 2002 - *L'homme, la couleur et la valorisation esthétique du bois par la mesure de sa couleur*. Atti e Memorie della Accademia Petrarca di Lettere, Arti e Scienze; Arezzo. Comunicazione del 12/10/2000, Vol. LXII: 253-270.
- JANIN G., MAZET J.F. 1987 - *Mesure de la variabilité de la couleur du bois*. Nouvelle méthode appliquée aux carottes de sondage. Annales des Sciences Forestières, 44(1): 119-126.
- KAURISCH P., GRUPPE W., KOHLER W., 1988 - *Enzypolymorphismen bei Kirschen (Prunus spp.) und Arthybriden (5P x spp.)*. Methode, ausgewählte Artren/Sorten und Unterlagen-Reis-Wechselwirkungen. Angew. Botanik, 62: 41-52.
- KLEINSCHMIT I., 1983 - *Concepts and experiences in clonal plantations of Conifers*. Canadian Tree Improvement Association, 19th Biennial Meeting, Toronto, 23-26/08.
- LAIMER DA CAMARA MACHADO M., DA CAMARA MACHAIDO A., KALTHOFF B., WEIB H., MATTANOVICH D., REGNER F., KATINGER H., 1991 - *A new efficient method using 8-hydroxy-quinolinol-sulfate for the initiation and the establishment of tissue culture of apple from adult material*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 27: 155-160.
- LLOYD G. E MC COWN L. B., 1981 - *Commercially feasible micro-propagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture*. Comb. Proc. Intl. Plant Prop. Soc., 30: 421-427.
- MAGINI E., 1973 - *Appunti sul miglioramento genetico delle specie forestali*. Anno Acc. 1971-72, CLUSEF, Firenze, 75: 12 p.
- MAGINI E., 1976 - *Metodi di miglioramento delle piante forestali*. CLUSEF, Firenze.
- MAINI S., GALGANO F., FERRARI R., 1995 - *Trappole a feromoni multi-innescate: il caso *Paranthrene tabaniformis* (Rott.) *Zeuzera pyrina* (L.) e *Cossus cossus* (L.)*. Informatore Fito-patologico, 6: 44-48.
- MASSET P.L., 1977 - *Étude sur les liaisons entre la qualité technologique du bois de merisier et la station*. ENGREF: 18 p.
- MASSET P.L., 1979 - *Étude sur les liaisons entre la qualité du bois de Merisier (*Prunus avium* L.) et la station*. Revue Forestière Française, XXXI, 6: 491-503.
- MEZZALIRA G., 1995 - *La pacciamatura con film plastico negli impianti forestali*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, Compagnia delle Foreste (AR), 1: 17-22.
- MORANDINI R., 1968 - *Studi e ricerche di genetica forestale*. Pubblicazioni dell'Ist. Sper. per la Selv., Arezzo, 15: 73 p.
- MOREL G., WETMORE R. H., 1951 - *Fern callus tissue culture*. Amer. J. Bot., 38: 141-143.
- MOTTA E., SCORTICINI M., BIOCCHA M., 1997 - *Gravi malattie del ciliegio da legno in Italia centrale*. Annali dell'Ist. Sper. per la Selv., Arezzo, Vol. XXV-XXVI (1994-95): 373-390.
- MULLER C., 1992 - *Conservation des graines et*

- le problèmes de levée de dormance chez les feuillus précieux. Revue Forestière Française, Vol. XLIV: 39-46.
- MURANTY H., 1993 - Optimisation du nombre de ramets par clone dans les tests clonaux. Memoire de DEA, Université d'Orsay - Paris XI, INRA Orléans: 42 p.
- MURANTY H., SCHERMANN N., SANTI F., DUFOUR J., 1998 - Genetic Parameters Estimated From a Wild Cherry Diallel: Consequences for Breeding. *Silvae Genetica*, 47 (5-6): 249-257.
- MURASHIGE T., SKOOG F., 1962 - A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Pl.*, 15: 473-497.
- NAMKOONG G., 1979 - Introduction to quantitative genetics in forestry. U.S.D.A., U.S. Forest Service Technical Bulletin, n. 1588.
- NEF L., PERRIN R., 1999 - Damaging agents in European forest nurseries - Practical handbook. European Commission, Luxembourg: 352 p.
- NEI M., 1978 - Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, 89: 583-590.
- NEPVEU G., 1992. - L'utilisation des bois de frene et de merisier: aptitudes technologiques, facteurs de variabilité. *Revue Forestière Française*, n. spécial: 142-149.
- NICOT P., 1983 - Étude des exigences stationnels, des performances de croissance, de la sylviculture et de la qualité du bois du Frene et du Merisier dans diverses stations d'Alsace. Direction départementale de l'Agriculture du Bas-Rhin, Service forestier.
- NOFFKE J., 1988 - Collecting *Prunus avium* seed. [Saatgutgewinnung bei Vogelkirsche]. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 33: 912-913.
- OCHATT S.J., 1991 - Strategies for plant regeneration from mesophyll protoplasts of the recalcitrant fruit and farmwoodland species *Prunus avium* L. (sweet/wild cherry), *Rosaceae*. *J. Plant Physiol.*, 139: 155-160.
- OKAWA J.M., ZEHR E.I., BIRD G.W., RITCHIE D.F., URIU K., UYEMOTO J.K., 1995 - Compendium of stone fruits diseases. APS Press, St. Paul, MN, USA.
- OLIVEIRA C.M., BROWNING G., 1993 - Effect of juvenility status on growth and endogenous IAA and ABA in *Prunus avium* callus of internodal origin. *J. Hort. Sci.*, 68: 565-573.
- OTTO H., 1987 - The silvicultural behaviour of *Prunus avium*. [Zum waldbaulichen Verhalten der Vogelkirsche.] *Forst und Holzwirt*, 42(2): 44-45.
- PALLI F., GAMBETTA A., 1962 - Su due cerambicidi distruttori del legno (*Hylotrupes bajulus* L.; *Hesperophanes cinereus* Vill.). CPS - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma.
- PASQUALINI E., ANTROPOLI A., 1994 - Ulteriori indagini sull'attrattività di trappole sessuali per *Zeuzera pyrina* L. (Lep. Cossidae). *Atti XVII Congr. Naz. Ital. Entomol.*: 555-558.
- PASQUALINI E., ANTROPOLI A., FACCIOLOGI G., 1992a - Attractant performance of synthetic sex pheromone for *Zeuzera pyrina* L. (Lep. Cossidae). *Boll. Ist. Ent. "Guido Grandi", Univ. Bologna*, 46: 101-108.
- PASQUALINI E., ANTROPOLI A., FACCIOLOGI G., 1992b - Impiego dei feromoni sessuali per

- la cattura di *Zeuzera pyrina* L. (*Lep. Cossidae*) in Emilia Romagna. *Agricoltura*, 4: 20-21.
- PASQUALINI E., BORTOLOTTI A., MAINI S., BARONIO P., CAMPADELLI G., 1982 - Impiego dei feromoni sintetici nella lotta contro *Cossus cossus* L. (*Lep. Cossidae*). *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 34: 123-125.
- PASQUALINI E., FACCIOLI G., ANTROPOLI A., MOLFESE M., 1993 - *Zeuzera pyrina* L. (*Lepepidoptera, Cossidae*): indagini sull'attrattività di alcune miscele feromoniche di sintesi e confronto con le femmine naturali. *Boll. Ist. Ent. "Guido Grandi"*, Univ. Bologna, 47: 169-177.
- PASQUALINI E., GAVIOLI F., BARONIO P., MALAVOLTA C., CAMPADELLI G., MAINI S., 1985 - Studio sulla possibilità di realizzazione del metodo della cattura in massa per *Cossus cossus* L. (*Lep. Cossidae*). *Boll. Ist. Ent. "Guido Grandi"*, Univ. Bologna, 39: 187-199.
- PEDROTTI E.L., LELU M.A., BILLOT J., CORNU D., 1992 - Morphogenetic response on wild cherry (*Prunus avium* L.) immature embryos. *Actes Proceedings "Production de variétés génétiquement améliorées d'espèces forestières a croissance rapide. Bordeaux 14-18/09: 67-72.*
- PIGNATTI S., 1982 - *Flora of Italy*. [Flora d'Italia] (3 vol.): 2302 p.
- PIOTTO B., 1992 - Semi di alberi ed arbusti coltivati in Italia, come e quando seminarli. *Società Agricola e Forestale, Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale, Roma: 45-46.*
- POIROT L., 1996 - *Essai d'identification des facteurs influençant la couleur du bois de merisier (Prunus avium L.): caractéristiques dendrométriques et facteurs stationnels.* D.E.S.S. Ressources Animales et Végétales Valorisation des Productions dans un Développement Intégré. Publication Equipe de Recherches sur la Qualité de Bois.
- POLGE H., 1984 - *Essai de caractérisation de la veine verte du merisier.* *Annales des Sciences Forestières*, 41 (1): 45-58.
- PRAT D., DANIEL C., 1993 - Variabilité génétique de l'alisier torminal et du genre *Sorbus*. *Revue Forestière Française*, XLV (3): 216-228.
- PRYOR S. N., 1988 - The silviculture and yield of wild cherry. *Forestry Commission, Bulletin*, 75: 23 p.
- QUOIRIN M., LEPOIVRE P., 1977 - Étude de milieux adaptés aux cultures *in vitro* de *Prunus*. *Acta Hort.*, 78: 437-442.
- RANJIT M., KESTER E. E., MICKE W. C., 1988 - Micro-propagation of cherry rootstocks: I. Response to culture. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 113: 146-149.
- RIFFAUD J. L. E., CORNU D., 1981 - Utilisation de la culture *in vitro* pour la multiplication de merisiers adultes (*Prunus avium* L.) sélectionnés en forêt. *Agronomie*, 1: 633-640.
- RIFFAUD J. L., 1980 - La multiplication végétative du merisier (*Prunus avium* L.) par drageonnage et culture *in vitro*. *Centre de Recherches Forestières D'Orléans. Document 80/1: 110.*
- ROTI L., SULLI F., 2003a - Lavorazioni principali o profonde. In: *Progettazione e realizzazione di impianti di arboricoltura da legno* (a cura di BURESTI E. e MORI P.). Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale (ARSA) della Toscana (FI). 62-65.
- ROTI L., SULLI F., 2003b - *Concimazioni*. In: *Progettazione e realizzazione di impianti di arbori-*

coltura da legno (a cura di BURESTI E. e MORI P.). Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale (ARSIA) della Toscana (FI). 65-66.

ROTI L., SULLI F., 2003c - **Squadro del terreno**. In: Progettazione e realizzazione di impianti di arboricoltura da legno (a cura di BURESTI E. e MORI P.). Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale (ARSIA) della Toscana (FI). 66-67.

ROTI L., SULLI F., 2003d - **Messa in opera del film pacciamante**. In: Progettazione e realizzazione di impianti di arboricoltura da legno (a cura di BURESTI E. e MORI P.). Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale (ARSIA) della Toscana (FI). 67-68

ROTI L., SULLI F., 2003e - **Trasporto e sistemazione delle piante in cantiere**. In: Progettazione e realizzazione di impianti di arboricoltura da legno (a cura di BURESTI E. e MORI P.). Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale (ARSIA) della Toscana (FI). 68-69

ROVERSI P.F., 1997 - **Problematiche connesse con attacchi in aree urbanizzate di lepidotteri defogliatori provvisti di peli urticanti**. Ist. Sper. Sper. per la Zoo. Agr., Firenze, Nota tecnica 3: 30 p.

RUSSELL K., 2003 - **Euforgen Technical Guidelines fore genetic conservation and use for wild cherry (*Prunus avium*)**. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy: 6 p.

SANTI F., 1988 - **Variabilité genetique intra et intrapopulations chez le merisier (*Prunus avium* L.)**. Tesi di laurea, I. N. A. Paris - Grignon, Francia: 94 p.

SANTI F., LEMOINE M., 1990a - **Genetic**

markers for *Prunus avium* L.: Clonal identifications and discrimination from *P. cerasus* and *P. cerasus* x *P. avium*. Ann. Sci. For., 47: 219-227.

SANTI F., LEMOINE M., 1990b - **Genetic markers for *Prunus avium* L.: Inheritance and linkage of isozyme loci**. Ann. Sci. For., 47: 131-139.

SANTI F., MURANTY F., DUFOUR J., PAQUES L. E., 1998 - **Genetic Parameters and Selection in a Multisite Wild Cherry Clonal Test**. Silvae Genetica 47 (2-3): 61-67.

SCANDALIOS J. G., 1969 - **Genetic control of multiple molecular forms of enzymes in plants: a review**. Biochemical Genetics, 3: 37-79.

SCOGNAMIGLIO A., 1954 - **Contributo alla conoscenza della *Caliroa cerasi* Retzius (*Hymenoptera-Symphyla-Tenthredinoidea*)**. Boll. Lab. Ent. Agr. Portici, 13: 96-144.

SEIF S., GRUPPE W., 1985 - **Chilling requirements of sweet cherry varieties (*Prunus avium* L.) and interspecific hybrids (*Prunus* x ssp.)**. Proc. International workshop on "Improvement of sweet cherry varieties and rootstocks", ISHS, Acta Hort., 169: 289-294.

SERVADEI A., GRASSO V., 1948 - **Una delle cause del deperimento del ciliegio. La *Cicadella viridis* L., (*Hemiptera Homoptera, Jassidae*)**. Riv. Ortoflorofruitt. It., 32: 45-50.

SINISCALCO C., 1997 - **Mobilizzazione per rinnesto e conservazione *ex-situ* di fenotipi di ciliegio da legno individuati nell'Italia centro-meridionale**. Ann. dell'Ist. Sper. Selv., Arezzo, Vol. XXV-XXVI (1994-1995): 133-148.

SNIR I., 1982 - **In vitro propagation of sweet**

- cherry cultivars. Hort. Sci., 17: 192-193.
- SULLIVAN J.D., 1966 - Colour characterisation of wood: spectrophotometry and wood colour. Forest Products Journal, 17(7): 43-48.
- SULLIVAN J.D., 1967 - Colour characterisation of wood: colour parameters of individual species. Forest Products Journal, 17(8): 25-29.
- SUSZKA B., MULLER C., 1994 - Graines des feuillus forestiers de la récolte au semis. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris: 213-233.
- TEISSIER DU CROS E., 1980 - Où en est l'amélioration des feuillus? Rev. For. Franc., Vol. XXXII (2): 149-166.
- THEOPHRASTUS, 1968 - Enquiry into plants. Transl. by A. E. Hort. Loeb Classical Library, Harvard Univ. Press, Cambridge: 243-249.
- THILL A., 1975 - *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus* and *Prunus avium*. Bulletin de la Societe Royale Forestiere de Belgique, 82 (1): 1-12.
- VAN EPENHUIJSEN C. W., DE SILVA H. N., 1991 - Monitoring and control of pear slug (Sawfly) in an organic nashi orchard. In: Proceeding of the Forty Fourth New Zealand Weed and Pest Control Conference, Willow Park Hotel Tauranga, 13-15/08, The New Zealand Weed and Pest Control Society Inc.: 80-85.
- 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. Academic Press, New York, IX: 463 p.
- WRIGHT S., 1978 - Evolution and genetics of population. Vol. 4: Variability within and among natural populations. University of Chicago Press, Chicago.
- YANG H. Y., SCHMIDT H., 1992 - Untersuchungen zur Adventivsporengeneration *in vitro* bei Kirschen. II Adventivsporenbildung an *in vitro*-Blättern verschiedener *Prunus avium* - Idiotypen. Gartenbauwissenschaft, 57: 7-10.
- ZOBEL B.J., TALBERT J. T., 1984 - Applied Forest Tree Improvement, Chap. 4. John Wiley & Sons, N.Y.: 118-141.
- ZOCCHI R., 1966 - Fitofagi dannosi al ciliegio nel mondo. Atti Conferenza Nazionale per l'Ortofloro-frutticoltura, Sessione di Verona: 1-9.

C.R.A.-ISSA
(Istituto Sperimentale
per la Selvicoltura-AR)

Roberta Proietti
proietti@ricercaforestale.it

Giovanni Signorini
dyvms@tin.it

Andrea Germani
germani@ricercaforestale.it



Fulvio Ducci
ducci.fulvio@ricercaforestale.it
fulvio.ducci@entecra.it

Anna De Rogatis
aderogatis@ricercaforestale.it

Buresti Enrico
buresti@selvicoltura.org

DISTAF
(Dipartimento di Scienze
e Tecnologie Ambientali e
Forestali-Università
degli Studi di Firenze)

Andrea Tani
andrea.tani@unifi.it

Barbara Mariotti
barbara.mariotti@unifi.it

Alberto Maltoni

Marco Fioravanti
marco.fioravanti@unifi.it

Elisabetta Falleri
efalle@tin.it



C.F.S. - Arezzo

Alberto Veracini
cp.arezzo@corpoforestale.it

**C.F.S. - CNBF (Centro Nazionale
per lo Studio e la Conservazione
Forestale di Peri -Peri, VR)**

Fabio Gorian
f.gorian@corpoforestale.it

Lorenzo Gui
lorenzogui@corpoforestale.it

**Azienda Agricola Sperimentale
Mario Marani (RA)**

Lamberto dal Re
marani@provincia.ra.it



ERSAF
(Ente Regionale per lo Sviluppo
Agricolo e Forestale-MI)

Enrico Calvo
enrico.calvo@ersaf.lombardia.it

VENAGRI
(Veneto Agricoltura -
Montebelluna, VI)

Federico Correale
federico.correale@venetoagricoltura.org



A.P.A.T.
(Agenzia per la Protezione dell'Ambiente
e per i Servizi Tecnici-Roma)

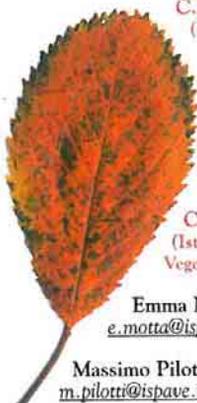
Beti Piotta
piotta@apat.it

DIPROP
(Dipartimento Protezione
delle Piante - Università della Toscana, VT)

Naldo Anselmi
anselmi@unitus.it

Angelo Mazzaglia
angmazzaglia@unitus.it





C.N.R. - IPP
(Istituto per la Protezione delle Piante-FI)

Alberto Santini
a.santini@ipp.cnr.it

Tullio Turchetti
t.turchetti@ipp.cnr.it

C.R.A. - ISPAVE
(Istituto Sperimentale per la Patologia
Vegetale-Roma)

Emma Motta
e.motta@ispave.it

Massimo Pilotti
m.pilotti@ispave.it

C.R.A. - ISF
(Istituto Sperimentale
per la Frutticoltura-Roma)

Marco Scortichini
scortichini@hotmail.com

**COMPAGNIA
DELLE FORESTE (AR)**

Paolo Mori
paolomori@compagniadelleforeste.it



C.R.A. - ISZA
(Istituto Sperimentale
per la Zoologia Agraria-FI)

Valeria Francardi
valeria.francardi@isza.it

Pio Federico Roversi
pio.federico.roversi@isza.it

**INRA (Station de Amelioration
des Arbres Forestiers
Centre de Recherche d'Orleans,
Arbonne-France)**

Frédérique Santi
santi@orleans.inra.fr

Jean Dufour
Jean.Dufour@orleans.inra.fr

Gérard Janin



C.N.R.-IVALSA
(Istituto per la Valorizzazione del Legno
e delle Specie Arboree-FI)

Stefano Berti
berti@ivalsa.cnr.it

Michele Brunetti
brunetti@ivalsa.cnr.it

Alan Crivellaro
crivellaro@ivalsa.cnr.it

Sabrina Palanti
palanti@ivalsa.cnr.it



**CRA - Istituto Sperimentale
per la Selvicoltura di Arezzo**

**Centro Nazionale per l'Informazione
sulla Biodiversità Forestale**

