



*Alto Patronato del Presidente della Repubblica*



*Accademia Italiana  
di Scienze Forestali*



*Ministero delle Politiche  
Agricole Alimentari e Forestali*



*Corpo Forestale dello Stato*



*Ministero dell'Ambiente  
e della Tutela del Territorio  
e del Mare*



*Regione  
Siciliana*



# **ATTI**

## **del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani**

16-19 ottobre 2008  
TAORMINA (Messina)

**VOLUME TERZO**

**Accademia Italiana di Scienze Forestali**

Firenze - 2009





*Alto Patronato del Presidente della Repubblica*



*Accademia Italiana  
di Scienze Forestali*



*Ministero delle Politiche  
Agricole Alimentari e Forestali*



*Corpo Forestale dello Stato*



*Ministero dell' Ambiente  
e della Tutela del Territorio  
e del Mare*



*Regione  
Siciliana*

# ATTI

## del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani

16-19 ottobre 2008  
TAORMINA (Messina)

**VOLUME TERZO**

Accademia Italiana di Scienze Forestali  
Firenze - 2009

*L'elaborazione dei testi, anche se curata con grande attenzione, non può comportare particolari responsabilità per eventuali inesattezze o errori. Quanto esposto è di esclusiva proprietà scientifica e intellettuale degli Autori ed esclude ogni responsabilità del curatore e dell'Editore.*

*A cura di*  
Orazio Ciancio

*Con la collaborazione di*  
Luigi Carlo Fabbri, *Corpo Forestale dello Stato*  
Federico Guerrini, *Corpo Forestale dello Stato*  
Caterina Morosi, *Accademia Italiana di Scienze Forestali*  
Francesco Paolo Piemontese, *Università degli Studi di Firenze*  
Giovanna Puccioni, *Accademia Italiana di Scienze Forestali*

*Gli Atti sono stati stampati grazie al contributo di*  
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare  
Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali  
Regione Siciliana - Azienda Regionale Foreste Demaniali

© 2009 Accademia Italiana di Scienze Forestali  
Piazza Edison 11 - 50133 Firenze  
info@aisf.it - www.aisf.it

ISBN 978-88-87553-16-1

TIPOGRAFIA COPPINI - Firenze, giugno 2009



Con l'Alto Patronato del Presidente della Repubblica

*Patrocinio*

Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare  
Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca  
Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali  
Ministero delle Politiche Europee  
Ministero dello Sviluppo Economico

COMITATO ORGANIZZATORE

Presidente: CESARE PATRONE, Capo del Corpo Forestale dello Stato  
Vice Presidente: MICHELE LONZI, Capo del Corpo Forestale Regione Siciliana

*Membri del Comitato Organizzatore*

GIORGIO CAVALLERI, Corpo Forestale dello Stato  
PIERMARIA CORONA, Federazione Italiana Dottori Agronomi e Forestali e Accademia Italiana di Scienze Forestali  
GIORGIO CORRADO, Corpo Forestale dello Stato  
CESIDIO DI GIROLAMO, Consulta Nazionale per le Foreste, il Legno e la Carta  
CARMELO DI VINCENZO, Regione Siciliana  
RAFFAELLO GIANNINI, Referente Regioni del centro Italia  
ERVEDO GIORDANO, Osservatorio Foreste e Ambiente  
WULF KILLMANN, Food and Agriculture Organization  
MARINA MARINELLI, Corpo Forestale dello Stato  
LUIGI MASUTTI, Referente Regioni del nord Italia  
BRUNO PETRUCCI, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare  
ILARIA PRATESI, Associazione Forestale Italiana  
SALVATORE RIZZO, Consiglio Ordine Nazionale Dottori Agronomi e Forestali  
IGNACIO SEOANE, Commissione Europea agricoltura e sviluppo rurale

COMITATO SCIENTIFICO

Presidente: FIORENZO MANCINI, Presidente Accademia Italiana di Scienze Forestali  
Vice Presidente: ORAZIO CIANCIO, Vice Presidente Accademia Italiana di Scienze Forestali

*Membri del Comitato Scientifico*

EMILIO AMORINI, Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura  
NALDO ANSELMINI, Università della Tuscia (Viterbo)  
SANZIO BALDINI, Unione Nazionale Istituti Ricerche Forestali  
GIUSEPPE BARBERA, Università di Palermo  
ANDREA BATTISTI, Università di Padova  
STEFANO BERTI, Consiglio Nazionale delle Ricerche  
MASSIMO BIANCHI, Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura  
STEFANO BISOFFI, Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura  
MARCO BORGHETTI, Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale  
GIOVANNI BOVIO, Università di Torino  
DOMENICO CAMPANILE, Regione Puglia  
ROBERTO CAROVIGNO, Regione Lombardia  
PAOLO CASANOVA, Università di Firenze  
PIERMARIA CORONA, Università della Tuscia (Viterbo)  
GIORGIO CORRADO, Corpo Forestale dello Stato  
ROBERTO DEL FAVERO, Università di Padova  
SANDRO DETTORI, Università di Sassari  
CARMELO DI VINCENZO, Regione Siciliana  
RAFFAELLO GIANNINI, Consiglio Nazionale delle Ricerche  
BRUNO GIAU, Università di Torino  
ERVEDO GIORDANO, Università della Tuscia (Viterbo)  
EMILIO GOTTARDO, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

VITTORIO GUALDI, Università di Bari  
AMERIGO HOFMANN, Osservatorio Foreste Ambiente  
FRANCESCO IOVINO, Università della Calabria (Cosenza)  
GIOVANNI LA VIA, Università di Catania  
VITTORIO LEONE, Università della Basilicata (Potenza)  
ANTONIO LUMICISI, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare  
FEDERICO MAETZKE, Università di Palermo  
FEDERICO MAGNANI, Università di Bologna  
MARCO MARCHETTI, Università del Molise (Isernia)  
ENRICO MARCHI, Università di Firenze  
LUIGI MASUTTI, Università di Padova  
STEFANO MAZZOLENI, Università di Napoli  
GIULIANO MENGUZZATO, Università degli Studi Mediterranea (Reggio Calabria)  
SUSANNA NOCENTINI, Università di Firenze  
DAVIDE PETTENELLA, Università di Padova  
ALESSANDRO RAGAZZI, Università di Firenze  
MASSIMO RAMUNNI, Assocarta  
DONATO ROMANO, Università di Firenze  
FABIO SALBITANO, Università di Firenze  
GIOVANNI SANESI, Consiglio Universitario Nazionale  
GIUSEPPE SCARASCIA-MUGNOZZA, Consiglio Nazionale delle Ricerche  
FABIO TAFFETANI, Università Politecnica delle Marche (Ancona)  
LUCA UZIELLI, Università di Firenze  
RICCARDO VALENTINI, Università della Tuscia (Viterbo)  
GIOVANNI VIGNOZZI, Regione Toscana  
FRANCO VIOLA, Università di Padova

#### HANNO DATO LA LORO ADESIONE

Accademia dei Fisiocritici  
Accademia dei Georgofili  
Accademia dei XL  
Accademia Gioenia di Catania  
Accademia Nazionale di Agricoltura  
Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici  
Associazione Forestale Italiana  
Associazione Idrotecnica Italiana  
Associazione Nazionale delle Aziende Regionali delle Foreste  
Associazione Suolo e Salute  
Commissione Europea agricoltura e sviluppo rurale  
Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome  
Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano  
Consiglio Ordine Nazionale Dottori Agronomi e Forestali  
Consulta Nazionale per le Foreste, il Legno e la Carta  
Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente  
Federazione Italiana Dottori Agronomi e Forestali  
Federazione Italiana Parchi e Riserve Naturali  
Federforeste  
Fondazione San Giovanni Gualberto  
Fondo per l'Ambiente Italiano  
FAO (Food and Agriculture Organization)  
Italia Nostra  
Osservatorio Foreste e Ambiente  
Parco dei Nebrodi  
Parco dell'Etna  
Parco Fluviale dell'Alcantara  
Società Agraria di Lombardia  
Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale  
Unione Nazionale Istituti di ricerche Forestali  
Touring Club Italiano  
WWF (World Wildlife Fund)

# INDICE DELL'OPERA

## Volume I

PREFAZIONE: ORAZIO CIANCIO - <i>I tre Congressi di selvicoltura: risultati e aspettative</i> .....	Pag.	XV
--	------	----

### SEDUTA INAUGURALE

MAURO PASSALACQUA - Sindaco di Taormina .....	»	XIX
GIUSEPPE CASSETTA - Abate Generale dei Monaci Benedettini Vallombrosani e Presidente della Fondazione S. Giovanni Gualberto .....	»	XIX
LUIGI MORUCCI - Presidente dell'Associazione Forestale Italiana .....	»	XIX
GIUSEPPE CASTELLANA - Commissario del Parco fluviale dell'Alcantara .....	»	XXI
FRANCESCA DE LUCA - Azienda Foreste Demaniali Regione Siciliana .....	»	XXII
CARMELO MOTTA - Segretario Generale Comitato Permanente per il Partenariato Euromediterraneo dei Poteri Locali e Regionali (COPPEM) .....	»	XXIII
ROSARIO MESSINA - Presidente Federlegno .....	»	XXIV
ANDREA CAMIA - Rappresentante della Commissione Europa, del Centro Comune di Ricerca di Ispra .....	»	XXV
WULF KILLMANN - Direttore Divisione FAO Prodotti e Industrie forestali .....	»	XXVII
FIRENZO MANCINI - Presidente Accademia Italiana di Scienze Forestali .....	»	XXVIII
MICHELE SALVATORE LONZI - Comandante del Corpo Forestale della Regione Siciliana .....	»	XXIX
CESARE PATRONE - Capo del Corpo Forestale dello Stato .....	»	XXX
ANGELO ALESSANDRI - Presidente della Commissione Ambiente della Camera dei Deputati .....	»	XXXI
SALVATORE BARBAGALLO - Presidente della Conferenza Permanente delle Facoltà di Agraria Italiane .....	»	XXXII
GIAMBATTISTA BUFARDECI - Vice Presidente della Regione Siciliana .....	»	XXXIII
ORAZIO CIANCIO - Vice Presidente Accademia Italiana di Scienze Forestali .....	»	XXXIV

### RELAZIONE INTRODUTTIVA

ORAZIO CIANCIO - <i>Quale selvicoltura nel XXI secolo?</i> .....	»	3
--	---	---

### RELAZIONI

#### SESSIONE 1

#### SELVICOLTURA: BIODIVERSITÀ, RISORSE GENETICHE, AREE PROTETTE, FAUNA

BLASI C. - Intervento del Chairman - <i>La centralità della biodiversità nella selvicoltura moderna</i> .....	»	45
NOCENTINI S. - <i>Selvicoltura e conservazione della biodiversità. Prospettive scientifiche e applicative in un orizzonte multi-scala</i> .....	»	50
GIANNINI R. - <i>Selvicoltura e variabilità genetica: funzionalità e conservazione degli ecosistemi forestali</i> ..	»	55
DEL FAVERO R. - <i>Biodiversità nei tipi forestali: un ausilio alla gestione forestale</i> .....	»	60
MENOZZI P. - <i>Prospettive per gli studi sulla variabilità genetica in specie forestali</i> .....	»	67
BIONDI E., CASAVECCHIA S., PESARESI S. - <i>Direttiva Habitat e conservazione della biodiversità forestale</i> ..	»	71
MASUTTI L. - <i>Produzione degli ecosistemi di foresta temperata, assetto delle zoocenosi e selvicoltura</i> .....	»	79
PALMIERI N. - <i>Il pino d'Aleppo e la rinnovazione naturale dopo il passaggio del fuoco: la vita dopo la catastrofe</i> .....	»	83
ANDREATTA G. - <i>Considerazioni selvicolturali sui processi di rinnovazione dei popolamenti forestali</i> .....	»	85
AVOLIO S., BERNARDINI V., CLERICI E., TOMAIUOLO M. - <i>Funzionalità, vulnerabilità e potenzialità dei rimboschimenti di pino laricio realizzati in Italia meridionale nel secondo dopoguerra</i> .....	»	90
BARRECA L., COLETTA V., GENTILE F., MARZILIANO P.A., SCUDERI A. - <i>Struttura delle pinete di laricio dell'Etna: il caso della pineta Ragabo</i> .....	»	95
BASSI S. - <i>Rete Natura 2000 in Emilia-Romagna: la carta degli habitat. Gli habitat forestali di interesse comunitario</i> .....	»	101

BRESCIANI A., BORCHI S., CHIOCCIOLI P., FANTONI I., NICOLOSO S. - <i>Il piano di gestione del complesso regionale Foreste Casentinesi (AR): la selvicoltura quale strumento di realizzazione delle finalità del Parco nazionale</i> .....	Pag.	109
CAMPANARO A., MASON F., HARDERSEN S. - <i>Il piano di gestione del sito Natura 2000 "Bosco della Fontana"</i> .....	»	116
CAPITONI B., GIORDANO E., MAFFEI L., RECANATESI F., SCARASCIA-MUGNOZZA G.T., TINELLI A., TROIANI L. - <i>Problemi di rinnovazione delle pinete di carattere estetico e paesaggistico nella Tenuta di Castelporziano</i> .....	»	124
CASANOVA P., MEMOLI A. - <i>Fauna e macchia mediterranea: aspetti ecologici e gestionali</i> .....	»	131
CECCHERINI M.T., CAUCCI S., ASCHER J., NANNIPIERI P., PIETRAMELLARA G., TRAVAGLINI D., CIANCIO O. - <i>Comunità microbiche su legno morto di Abies alba Mill. nella foresta di Vallombrosa</i> .....	»	138
CHIRICI G., MARCHETTI M., CORONA P. - <i>Armonizzazione degli inventari forestali per il monitoraggio della biodiversità</i> .....	»	144
CIANCIA A. - <i>Una precisazione sulla quercia italiana (farnetto) in Aspromonte</i> .....	»	151
CIANCIO O., TRAVAGLINI D., BIANCHI L., MARIOTTI B. - <i>La gestione delle pinete litoranee di pino domestico: il caso dei «Tomboli di Cecina»</i> .....	»	156
COLPI C., VARASCHIN M., ZENATELLO M., LUISE R. - <i>Selvicoltura ed avifauna sensibile. Il caso del picchio nero (Dryocopus martius) nel Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi</i> .....	»	163
CRISTAUDDO A., BEVILACQUA G., MAUGERI G. - <i>Studio della vegetazione in popolamenti boschivi artificiali della Sicilia</i> .....	»	169
DEMICHELIS A., TINELLI A., CECCA D., MAFFEI L. - <i>L'evoluzione storica e gestionale della Tenuta di Castelporziano, da Tenuta reale di caccia ad area naturale protetta</i> .....	»	177
FABBIO G., BERTINI G. - <i>Monitoraggio, gestione, selvicoltura</i> .....	»	182
GENNAI A., GRIGIONI J. - <i>Strategie di analisi e gestione del rapporto fauna-foresta nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi</i> .....	»	191
GROHMANN F., FRATTEGANI M., IORIO G., SAVINI P. - <i>Boschi cedui in Umbria. Un approccio alla "biodiversità"</i> .....	»	195
LA MANTIA T. - <i>La biodiversità delle formazioni naturali e seminaturali in Sicilia: cambiamenti e ipotesi di gestione</i> .....	»	199
LA MELA VECA D.S. - <i>Ecologia e selvicoltura dei boschi artificiali di conifere dei Monti Sicani (Sicilia)</i> ..	»	205
MUNARI G., DISSEGNA M., CARRARO G., MASUTTI L., BATTISTI A. - <i>La gestione forestale negli habitat Natura 2000 del Veneto</i> .....	»	213
NOCENTINI S., PULETTI N. - <i>La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Prova sperimentale su un popolamento di pino nero e laricio</i> .....	»	217
PACI M., BIANCHI L. - <i>Fauna ungulata e dinamiche evolutive di soprassuoli forestali in Toscana</i> .....	»	228
PAVONE P., SPAMPINATO G., COSTA R., MINISSALE P., RONSISVALLE F., SCIANDRELLO S., TOMASELLI V. - <i>La vegetazione forestale dei Monti Iblei (Sicilia sud-orientale): i querceti</i> .....	»	234
PETRICCIONE B., CINDOLO C., COCCIUFA C., FERLAZZO S., PARISI G. - <i>Un indicatore dello stato della biodiversità delle foreste europee</i> .....	»	240
PICONE R.M., CRISAFULLI A., ZACCONE S. - <i>Habitat forestali di particolare valore naturalistico (dir. 92/43/CEE) dei Monti Peloritani (Sicilia)</i> .....	»	243
PUXEDDU M., CITTERIO G. - <i>Conservazione dei consorzi di ontano nero dei Monti del Gennargentu (Sardegna)</i> .....	»	249
RAIMONDO F.M., SCHICCHI R., DOMINA G. - <i>Piante indigene e loro impiego nel recupero della biodiversità dei sistemi forestali siciliani</i> .....	»	254
RECANATESI F., TINELLI A., RESTAINO V., MUSICANTI A., GIORDANO E. - <i>Analisi dell'impatto della fauna selvatica sulla rinnovazione naturale in un bosco di querce caducifoglie e sempreverdi in ambiente mediterraneo</i> .....	»	259
SAPORITO L., DE CARLO A., EMILIANI G., PAFFETTI D., VETTORI C., GIANNINI R. - <i>Biodiversità e conservazione di specie forestali endemiche e relitte in Sicilia</i> .....	»	265
SCHIRONE B., BELLAROSA R., PIOVESAN G., SIMEONE M.C. - <i>La Banca Centrale del DNA forestale</i> .....	»	271
SITZIA T., VIOLA F. - <i>Selvicoltura nei tipi neoforestali del Trentino</i> .....	»	277
TAFFETANI F. - <i>Boschi residui in Italia tra paesaggio rurale e conservazione</i> .....	»	283
TELLINI FLORENZANO G., LONDI G., MINI L., TIBERI R., CAMPEDELLI T. - <i>Frammentazione delle foreste mediterranee e biodiversità: due casi di studio in Italia centrale</i> .....	»	295
TOGNETTI R., RAVERA S., LASSERRE B., CHIAVETTA U., MAESANO M., LOMBARDI F., MARCHETTI M. - <i>Caratterizzazione strutturale e sink di carbonio in alcuni boschi vetusti e popolamenti persistenti d'Italia</i> .....	»	300
URICCHIO G., ZANONI G., PANELLA M. - <i>Importanza delle riserve naturali gestite dal Corpo forestale dello Stato per la conservazione della biodiversità nazionale</i> .....	»	306

VAGNILUCA S., QUILGHINI G. - <i>Criteri gestionali per la conservazione delle componenti rilevanti nella riserva naturale biogenetica "Isola di Montecristo"</i> .....	Pag.	311
VENTURELLA G., SAITTA A., GARGANO M.L. - <i>Gli effetti dei trattamenti selvicolturali sulla dinamica delle cenosi fungine</i> .....	»	316

SESSIONE 2  
SELVICOLTURA: INCENDI, PASCOLO

BOVIO G. - <i>Incendi boschivi: attualità e prospettive</i> .....	»	323
MARCHI E. - <i>Approccio integrato alla difesa dagli incendi</i> .....	»	327
LEONE V., LOVREGGIO R. - <i>Gli incendi nello spazio rurale: un disastro annunciato</i> .....	»	335
CAMIA A. - <i>Storia, sviluppi recenti e applicazioni della previsione del pericolo di incendio boschivo in Italia</i> ...	»	339
CORRADO G. - <i>Le azioni politiche per la difesa del bosco dagli incendi</i> .....	»	345
MILAZZO A. - <i>Lo spegnimento degli incendi boschivi: la formazione dei D.O.S. (Direttori delle Operazioni di Spegnimento) degli incendi boschivi</i> .....	»	355
ARGENTI G., STAGLIANÒ N. - <i>Interazioni tra risorse pastorali e forestali nella gestione del territorio</i> .....	»	359
RONCHI B. - <i>Rilevanza e prospettive dei sistemi zootecnici silvopastorali</i> .....	»	366
MAZZOLENI S., MIGLIOZZI A., RICOTTA C., BAJOCCHIO S., DI PASQUALE G., SARACINO A. - <i>Boschi di neoformazione e nuovi scenari di propagazione d'incendio</i> .....	»	372
ASCOLI D., BOVIO G. - <i>Il fuoco prescritto in Italia e l'esperienza in Piemonte</i> .....	»	378
BARATTA P., CUTRONE A. - <i>Un'ipotesi di rilievo delle aree forestali percorse dal fuoco</i> .....	»	385
MIOZZO M., OTTAVIANI C. - <i>Formazione e informazione nella gestione e nella tutela forestale</i> .....	»	389
PETRUCCI B., BRIVIO P.A., ZAFFARONI P., STROPPIANA D., BOSCHETTI M. - <i>Mappatura delle aree percorse dal fuoco nei parchi nazionali mediante l'utilizzo di immagini satellitari</i> .....	»	394
SALVATORE R., LOVREGGIO R., MOYA D., PULIDO L., DE LAS HERAS J., LEONE V. - <i>Come influiscono le alte temperature sviluppate in un incendio sui conifere e sui semi di Pinus halepensis Mill.?</i> .....	»	400
SICLARI A., PAVONE G., MANTI F. - <i>Aspetti metodologici per la redazione dei piani AIB delle aree naturali protette: un'applicazione al Parco nazionale dell'Aspromonte</i> .....	»	406
VADALÀ G. - <i>I metodi investigativi per la ricerca della causa di incendio boschivo</i> .....	»	413
VIGNOZZI G., MECCI A. - <i>Principi guida nella lotta agli incendi boschivi in Toscana</i> .....	»	418

SESSIONE 3  
SELVICOLTURA: CONSERVAZIONE DEL SUOLO, RISORSE IDRICHE,  
LOTTA ALLA DESERTIFICAZIONE

MANCINI F. - <i>Intervento del Chairman</i> .....	»	423
IOVINO F. - <i>Ruolo della selvicoltura nella conservazione del suolo</i> .....	»	425
MARCHETTI M. - <i>Selvicoltura e risorse idriche, ovvero boschi e buona acqua. Nuova funzione o nuova consapevolezza?</i> .....	»	437
BORGHETTI M., MAGNANI F. - <i>Controllo dell'uso dell'acqua negli ecosistemi forestali</i> .....	»	442
CORONA P. - <i>Rischio di desertificazione e selvicoltura</i> .....	»	447
PAGLIAI M. - <i>Qualità del suolo per una selvicoltura sostenibile</i> .....	»	454
BERRETTI R., DE FERRARI F., DOTTA A., HAUDEMAMAND J.C., MELONI F., MOTTA R., TERZUOLO P.G. - <i>Le foreste di protezione diretta: definizione, cartografia ed analisi della attitudine dei popolamenti forestali a svolgere la funzione protettiva</i> .....	»	460
CACCIABUE G., DEBRANDO V. - <i>Gli interventi di sistemazione idraulico-forestale nella prevenzione dei rischi naturali. Le linee di azione della Regione Piemonte</i> .....	»	466
CALAMINI G. - <i>Il ruolo della selvicoltura nella gestione della vegetazione ripariale</i> .....	»	470
D'IPPOLITO A., VELTRI M. - <i>Influenza della vegetazione sulle portate al colmo in un tratto di un piccolo bacino</i> .....	»	475
DI MATTEO G., DE ANGELIS P., SCARASCIA-MUGNOZZA G. - <i>Risposte ecofisiologiche dopo interventi di conversione ad alto fusto</i> .....	»	482
FAINI A., GIANNINI R. - <i>Progetto di ricerca: relazione tra gestione selvicolturale dei boschi e stabilità dei versanti</i> .....	»	488
FERRARA A., MANCINO G., NOLÈ A., URBANO V. - <i>Analisi e valutazione degli elementi di vulnerabilità ambientale delle formazioni forestali della Basilicata mediante l'uso di sistemi a indicatori chiave (Key Indicator Based Systems)</i> .....	»	494



GARFÌ V., IOVINO F., PELLICONE G. - <i>Influenza della densità del popolamento sulle variazioni di umidità del suolo in rimboschimenti di pino d'Aleppo</i> .....	Pag.	503
VELTRI A., FERRARI E. - <i>Influenza del bosco nella mitigazione delle piene</i> .....	»	511
VELTRI M. - <i>Acqua e suolo: un paradigma per azioni integrate</i> .....	»	517

#### SESSIONE 4

#### SELVICOLTURA: CAMBIAMENTI CLIMATICI, PROTOCOLLO DI KYOTO

GIORDANO E., SCARASCIA-MUGNOZZA G. - <i>Formazioni forestali potenzialmente vulnerabili ai cambiamenti climatici e strategie di adattamento</i> .....	»	523
LUMICISI A., VALENTINI R. - <i>Foreste, selvicoltura e assorbimento di carbonio</i> .....	»	529
MAGNANI F., MATTEUCCI G. - <i>Selvicoltura e cambiamenti climatici</i> .....	»	532
POMPEI E., SCARASCIA-MUGNOZZA G. - <i>L'inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi forestali di carbonio e le variazioni di superficie forestale nel tempo</i> .....	»	536
D'APRILE F., TAPPER N., BAKER P., BARTOLOZZI L. - <i>Risposte di accrescimento radiale dell'abete bianco (Abies alba Mill.) in Toscana ed influenza del clima: prime emergenze</i> .....	»	541
LAUTERI M., CHIOCCHINI F., MANIERI M., BRUGNOLI E. - <i>Cambiamenti globali ed applicazioni degli isotopi stabili nello studio dell'uso idrico in biocenosi mediterranee</i> .....	»	547
MATTEUCCI G. - <i>Il bilancio del carbonio in ecosistemi forestali mediterranei</i> .....	»	551
MOTTA R., PIUSSI P. - <i>Ricerche ecologiche di lungo periodo (LTER) nella riserva forestale della Valbona (Panneveggio, TN)</i> .....	»	558
PETRELLA F., TERZUOLO P., PIAZZI M., BONI I., CAMORIANO L., PETERLIN G. - <i>Foreste e suoli del Piemonte nella mitigazione dell'effetto serra</i> .....	»	563
PETRICCIONE B., CINDOLO C., COCCIUFA C., FERLAZZO S., PARISI G. - <i>Gli effetti dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi forestali</i> .....	»	570
SAPORITO L., CANDORE M. - <i>Gestione forestale, energia da biomasse e contenimento delle emissioni di CO<sub>2</sub> in ambiente mediterraneo. Le azioni del Dipartimento Azienda Regionale Foreste Demaniali Regione Sicilia</i> .....	»	575

## Volume II

#### SESSIONE 5

#### SELVICOLTURA: PROTEZIONE DELLE FORESTE

SURICO G. - <i>Intervento del Chairman</i> .....	»	583
MASUTTI L., BATTISTI A. - <i>Problematiche entomologiche e strategie di difesa nelle formazioni boschive italiane: lo stato dell'arte</i> .....	»	585
ANSELMINI N., CELLERINO G.P., RAGAZZI A. - <i>Problematiche fitopatologiche e strategie di difesa nelle formazioni boschive italiane</i> .....	»	590
FRANCESCHINI A., LONGO S., MORICCA S. - <i>Avversità biotiche e mutamenti climatici in ambienti forestali</i> .....	»	605
NICOLOTTI G., FACCOLI M., CAPRETTI P. - <i>Specie invasive, rischi di introduzione e gestione delle emergenze</i> .....	»	611
LUCIANO P., ROVERSI P.F., VANNINI A. - <i>Il monitoraggio fitosanitario forestale e la formazione del personale operativo</i> .....	»	620
LUISI N., TIBERI R., TRIGGIANI O. - <i>La gestione delle problematiche fitosanitarie nel contesto dei sistemi colturali</i> .....	»	626
BONELLO P. - <i>Meccanismi di resistenza delle piante arboree a patogeni e insetti: quali lezioni per la selvicoltura moderna?</i> .....	»	632
CALECA V., RIZZO M.C., LO VERDE G., RIZZO R., BUCCELLATO V., LUCIANO P., CAO O., PALMERI V., GRANDE S.B., CAMPOLO O. - <i>Diffusione di Closterocerus chamaeleon (Girault) introdotto in Sicilia, Sardegna e Calabria per il controllo biologico di Ophelimus maskelli (Ashmead) (Hymenoptera, Eulophidae), galigeno esotico sugli eucalipti</i> .....	»	638
CERRETTI P., CAMPANARO A., MASON F., NARDI G. - <i>Parassitoidi di insetti di ecosistemi forestali: il caso dei ditteri tachinidi (Diptera: Tachinidae)</i> .....	»	643
FRIGIMELICA G. - <i>Incidenza di Diplodia pinea nelle pinete del Friuli Venezia Giulia</i> .....	»	654
MONTECCHIO L., MOTTA E., MUTTO ACCORDI S. - <i>Le ectomicorrize come indicatori di salute delle piante forestali</i> .....	»	657
MOTTA E., MONTECCHIO L., MUTTO ACCORDI S. - <i>Le malattie in vivaio e le strategie di difesa integrata</i> .....	»	663

PAOLETTI E., BUSSOTTI F. - <i>Adattamento delle foreste all'impatto di inquinamento e cambiamento climatico: dalle strategie globali ai risultati nazionali</i> .....	Pag.	668
SALVADORI C., STERGULC F. - <i>Indirizzi selvicolturali per il contenimento dei danni da bostrico nelle foreste delle Alpi orientali</i> .....	»	674
SIDOTI A., DE LUCA F. - <i>Lotta alla processionaria dei pini in aree a fruizione turistica</i> .....	»	680
TAGLIAFERRI A., BALLARIN DENTI A., BERIZZI D., COLOMBO R., BUFFONI A., GEROSA G., BUSSOTTI F., BELIS C., FERRETTI M. - <i>Influenza dell'ozono sulla gestione sostenibile del sistema agro-forestale della Lombardia</i> .....	»	684
TORTA L., BURRUANO S., SIDOTI A., GRANATA G. - <i>Latifoglie in Sicilia: un laboratorio di casi fitopatologici</i> ...	»	691
TURCHETTI T., RADDI P., SANTINI A., DANTI R. - <i>Lotta biologica e miglioramento genetico quali strategie di intervento nelle formazioni boschive</i> .....	»	697
VACANTE V., BONSIGNORE C., MANTI F. - <i>Il monitoraggio della processionaria del pino e la gestione fitosanitaria dei comprensori forestali del Parco Nazionale d'Aspromonte</i> .....	»	703

## SESSIONE 6

### SELVICOLTURA: PRODUZIONI FORESTALI, CERTIFICAZIONE, FILIERA LEGNO

BERTI S., BRUN F., CORONA P., PETTENELLA D. - <i>Produzioni forestali: considerazioni generali in una prospettiva di sostenibilità e di organizzazione del mercato</i> .....	»	711
BALDINI S., CAVALLI R., PIEGAI F., SPINELLI R., DI FULVIO F., FABIANO F., GRIGOLATO S., LAUDATI G., MAGAGNOTTI N., NATI C., PICCHIO R. - <i>Prospettive di evoluzione nel settore delle utilizzazioni forestali e dell'approvvigionamento del legname</i> .....	»	717
BISOFFI S., MINOTTA G., PARIS P. - <i>Indirizzi colturali e valorizzazione delle produzioni legnose fuori foresta</i> .	»	729
BRUNETTI M., FIORAVANTI M., UZIELLI L., ZANUTTINI R. - <i>Attualità e prospettive dei moderni impieghi dei prodotti legnosi della selvicoltura italiana</i> .....	»	737
DETTORI S., MARONE E., PORTOGHESI L. - <i>Filiera delle produzioni forestali non legnose: produzione e raccolta tra sostenibilità e tracciabilità</i> .....	»	742
GALLOZZI M.R. - <i>La certificazione forestale come strumento per una gestione sostenibile</i> .....	»	752
GAZZA F. - <i>Innovazione, ambiente e gestione forestale: una crescita sostenibile per l'industria cartaria italiana</i> .....	»	756
IOVINO F., MAETZKE F.G., MASÈ R., MENGUZZATO G. - <i>Selvicoltura alpina e selvicoltura appenninica: elementi di contatto e di differenziazione</i> .....	»	758
AMORINI E., FABBIO G. - <i>I boschi di origine cedua nella selvicoltura italiana: sperimentazione, ricerca, prassi operativa</i> .....	»	766
BEHMANN DELL'ELMO G., BERTAGNOLLI A., BOVOLENTA L., CATTOI S., DE GIOIA T., TABAKOVIC V. - <i>La certificazione FSC-PEFC della "Magnifica Comunità di Fiemme"</i> .....	»	773
BIANCHI M., DI COSMO L., GAGLIANO C., GASPARINI P. - <i>Contributo dell'inventario forestale nazionale alla conoscenza degli aspetti selvicolturali dei boschi italiani</i> .....	»	777
BROLL M. - <i>Selvicoltura, mugo e mugolio: la gestione sostenibile delle mughete in Val Sarentino come base per lo sviluppo integrato del territorio</i> .....	»	785
BRUNORI A. - <i>La certificazione forestale PEFC come strumento di comunicazione</i> .....	»	791
CAPPELLI V., MALTONI A., MARIOTTI B., MONTAGHI A., NOCENTINI S., TANI A., TRAVAGLINI D. - <i>Individuazione delle aree vocate all'arboricoltura con specie a legname pregiato in provincia di Firenze</i> .....	»	796
CARAMALLI P., CARAMALLI C. - <i>Produzione di marroni a Casola Valsenio (RA) nel ventennio 1988-2007</i> .....	»	804
GIOVANNINI G. - <i>Selezione e differenziazione dei polloni in un ceduo a prevalenza di cerro in provincia di Firenze</i> .....	»	812
GUALDI V., TARTARINO P., GRECO R. - <i>La conservazione e il miglioramento delle comunità forestali del Mezzogiorno peninsulare d'Italia interessate da processi dinamici spontanei</i> .....	»	819
MAETZKE F., BARBERA G., CULLOTTA S., LA MANTIA T., LA MELA VECA D.S., PIZZURRO G.M. - <i>La selvicoltura in Sicilia: problemi e prospettive</i> .....	»	828
MAGNANI F., RADDI S. - <i>Regolarità generali nella crescita dei soprassuoli forestali. Il ruolo dei nutrienti e del clima esplorati attraverso un semplice modello bio-geochimico</i> .....	»	837
MANETTI M.C., AMORINI E., BECAGLI C. - <i>Il ruolo del castagno nella selvicoltura italiana: prospettive colturali e valenza socio-economica della castanicoltura da legno</i> .....	»	842
MARIOTTI B., MARESI G., MALTONI A. - <i>Tradizione, innovazione e sostenibilità: una selvicoltura per il castagno da frutto</i> .....	»	851
MENDICINO V., NICOLACI A. - <i>Valutazione della biomassa legnosa ritraibile per usi energetici in cedui di eucalitti della costa ionica della Calabria</i> .....	»	858

MINOTTA G., FACCIOTTO G., BERGANTE S. - <i>Indagine sui fattori che influenzano la produttività iniziale di cedui a corta rotazione di pioppo e salice nell'Italia settentrionale</i> .....	Pag.	864
MIOZZO M., BORCHI S. - <i>La Foresta della Verna in Casentino (AR): influenza della gestione selvicolturale degli ultimi secoli sulla struttura della Foresta</i> .....	»	869
NERI F., PIEGAI F. - <i>Produttività e costi in cantieri di utilizzazione integrale della biomassa nella Regione Toscana</i> .....	»	877
NOSSENZO A., BOETTO G., MELONI F. - <i>La classificazione degli assortimenti ritraibili come strumento di analisi della produttività di impianti per l'arboricoltura da legno</i> .....	»	882
PELLERI F., PIVIDORI M., GIULIETTI V. - <i>Cure colturali in acero-frassineti secondari in Italia settentrionale</i> ...	»	887
ROMAGNOLI M., SPINA S., AGRUMI M., DI TOMMASO S., ORTENS E., LODI P., LUDOVISI R. - <i>Valorizzazione del legno di castagno nel Lazio: provenienze a confronto</i> .....	»	894
ROMANO S., COZZI M., LUONGO V., PESCE F. - <i>La valutazione dei costi di trasporto delle biomasse agroforestali: funzioni e mappatura dei costi su base geografica</i> .....	»	902
SCHICCHI R., MARINO P., RAIMONDO F.M. - <i>Esperienze finalizzate alla gestione conservativa dei boschi di faggio in Sicilia</i> .....	»	909
SCRINZI G., CLEMENTEL F., COLLE G., FLORIS A., GALVAGNI D., GECELE S., MARZULLO L. - <i>Soluzioni statisticomatematiche, informatiche e tecnologie per la nuova pianificazione forestale aziendale trentina</i> .....	»	915
VERANI S., PICCHIO R., SPERANDIO G. - <i>Una microfiera legno-energia di autoconsumo in Italia centrale</i> ....	»	921
WOLYNSKI A., ZANIN M., SCRINZI G. - <i>Revisione della pianificazione forestale in Trentino a cinquant'anni dall'adozione della selvicoltura naturalistica</i> .....	»	928

#### SESSIONE 7

#### SELVICOLTURA: PAESAGGIO, FUNZIONI CULTURALI E SOCIALI DELLA FORESTA

BARBERA G. - <i>Intervento del Chairman</i> .....	»	935
SANESI G. - <i>Orizzonti e specificità della selvicoltura urbana a livello italiano e mediterraneo</i> .....	»	937
AGNOLETTI M. - <i>Le linee guida per l'introduzione degli aspetti culturali e paesaggistici nelle politiche promosse dalla Conferenza Ministeriale per la Protezione delle Foreste in Europa (MCPFE)</i> .....	»	943
SEMENZATO P., AGRIMI M. - <i>La selvicoltura urbana: non solo la cura degli alberi</i> .....	»	948
BARBATI A., CHIRICI G. - <i>Analisi della struttura spaziale e pianificazione del paesaggio agro-forestale: prospettive d'integrazione</i> .....	»	954
BARBERA G., CULLOTTA S. - <i>Classificare i paesaggi culturali tradizionali: criteri metodologici e applicazione</i> ..	»	960
BRACCO S., MILAZZO A. - <i>Una rete regionale di Bike Parks per la valorizzazione ecoturistica delle aree forestali della Sicilia</i> .....	»	968
BROLL M. - <i>Selvicoltura e P.A.C.E. Selvicoltura, partecipazione e condivisione di emozioni</i> .....	»	973
CALVO E., OSSOLA F. - <i>Forestali delle città, cittadini delle foreste: prospettive culturali e funzionali per i boschi tra campagna e città</i> .....	»	977
CANTIANI P., DI MARTINO P., DE MEO I., FERRETTI F., MARCHETTI M., PAVONE N., PIGNATTI G. - <i>Sistemi di supporto alla pianificazione forestale in Molise</i> .....	»	980
CAROVIGNO R. - <i>Il nuovo paesaggio forestale della Pianura lombarda in vista dell'EXPO 2015</i> .....	»	985
CHIRICI G., DI MARTINO P., GARFÌ V., OTTAVIANO M., TONTI D., GIONGO ALVES M., SANTOPUOLI G., MARCHETTI M. - <i>Tecniche avanzate di cartografia degli ambienti forestali su base tipologica in Italia centrale</i> .....	»	989
MAIROTA P., PIUSSI P. - <i>Ecosistemi forestali nel paesaggio. Riflessioni sull'importanza del "contesto", tra ecologia, determinanti di cambiamento, politica e strumenti normativi</i> .....	»	995
MARZILIANO P.A., LAFORTEZZA R., COLANGELO G., VILLA G., COLOMBO T., SELLERI B., TUCCI R., SANESI G. - <i>La gestione del paesaggio forestale urbano: l'esperienza del Parco Nord di Milano a 25 anni dai primi impianti</i> .....	»	1001

#### SESSIONE 8

#### SELVICOLTURA: POLITICHE FORESTALI E AMBIENTALI

PETTENELLA D., ROMANO D. - <i>Nuovi indirizzi per la governance delle politiche forestali</i> .....	»	1011
COLLETTI L. - <i>Politica forestale, impegni internazionali e attuazione nazionale</i> .....	»	1021
CESARO L. - <i>Il settore forestale nelle politiche di sviluppo rurale: il programma quadro nazionale</i> .....	»	1025
BRUN F. - <i>Le politiche di sviluppo delle filiere di produzione del legname</i> .....	»	1029



CICCARESE L. - <i>Foreste e politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici: quali opportunità di mercato per i proprietari forestali?</i> .....	Pag.	1034
ABRAMI A., HOFMANN A.A. - <i>Selvicoltura e ordinamento giuridico forestale</i> .....	»	1040
AMORE S. - <i>L'ambiente alla ricerca del buon legislatore: cenni sulla tutela penale dell'ambiente e sulle sue insufficienze</i> .....	»	1045
ANDRICH O. - <i>Sulla strategia forestale come strumento delle politiche forestali e ambientali</i> .....	»	1048
BORCHI S. - <i>La selvicoltura nei patrimoni pubblici fra investimenti e abbandono: il caso della Toscana. Analisi, valutazione e proposte</i> .....	»	1052
BOTTALICO F., BRUNDU P., MOROSI C. - <i>La selvicoltura nella pianificazione forestale regionale</i> .....	»	1059
CAMPANILE D. - <i>La politica forestale della Regione Puglia riferita al Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013</i> .....	»	1065
CARBONE F. - <i>Le politiche di incentivazione nel settore forestale. Limiti e potenzialità emergenti dal caso studio della Regione Lazio</i> .....	»	1068
CHELAZZI C., BRACHETTI MONTORSELLI N. - <i>Leggi regionali e viabilità forestale</i> .....	»	1073
D'ORLANDO M.C., GOTTARDO E., STEFANELLI S., VANONE G. - <i>Politiche della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia per il settore forestale</i> .....	»	1079
DEBRANDO V., MOTTA FRE V., BRENTA P. - <i>La formazione professionale forestale in Piemonte</i> .....	»	1084
FRATINI R., RICCIOLI F. - <i>Le politiche regionali nel sostegno della selvicoltura. Un caso applicativo in Toscana</i> .....	»	1089
GATTO P., SECCO L. - <i>Nuove linee di intervento per la remunerazione dei servizi delle foreste</i> .....	»	1095
GRASSI G. - <i>Selvicoltura, politica forestale e ambientale della Regione Campania</i> .....	»	1104
GROHMANN F., FRATTEGANI M., IORIO G., SAVINI P. - <i>La selvicoltura nel Piano Forestale Regionale dell'Umbria</i> .....	»	1108
LEONETTI R., OLIVA G. - <i>Il Piano Forestale della regione Calabria</i> .....	»	1114
MARONE E., NOCENTINI S., CIANCIO O. - <i>Definizione di sistemi compensativi e di indennizzo per le attività forestali nei parchi nazionali</i> .....	»	1118
NASTASIO P. - <i>Da "Demanio Forestale Regionale" a "Foreste di Lombardia": evoluzione semantica, filosofica e funzionale per le proprietà silvo-pastorali lombarde</i> .....	»	1127
PARIS P., PISANELLI A., PERALI A., SCARASCIA-MUGNOZZA G. - <i>Recenti avanzamenti scientifici dell'agroselvicoltura e contraddizioni della P.A.C. verso i sistemi agroforestali</i> .....	»	1131
PERULLI D., VIGNOZZI G. - <i>Procedure e supporti per la selvicoltura sostenibile nella legislazione forestale toscana</i> .....	»	1137
ROMANO R., CILLI S. - <i>Impatto delle misure forestali nello sviluppo rurale 2007/2013</i> .....	»	1141

#### RELATORI STRANIERI

BIROT Y. - <i>Mediterranean forests: challenges and opportunities for a knowledge-based management</i> .....	»	1151
CASTRO REGO F. - <i>Fire in the balance: lessons from the past and the philosophy of the European project FIRE PARADOX</i> .....	»	1157
AMRI M., MEZGHANI S. - <i>La lutte contre la désertification en Tunisie. Cas particulier de la délégation de Menzel Habib Gouvernorat de Gabes</i> .....	»	1158
HALWANI J. - <i>Vers une politique environnementale contre la déforestation au Liban</i> .....	»	1161

#### SEDUTA FINALE

##### INTERVENTI DI CHIUSURA

GIORGIO CORRADO - <i>Dirigente Superiore del Corpo Forestale dello Stato</i> .....	»	1169
MICHELE LONZI - <i>Comandante del Corpo Forestale della Regione Siciliana</i> .....	»	1170
GIOVANNI LA VIA - <i>Assessore Regionale all'Agricoltura e Foreste della Regione Siciliana</i> .....	»	1170
MARCO DE GIORGI - <i>Segretario Generale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare</i> ..	»	1172
GIUSEPPE CARDELLINI - <i>Presidente AUSF-Italia, Associazione Universitaria Studenti Forestali</i> .....	»	1175
SINTESI SESSIONI .....	»	1177
MOZIONE FINALE .....	»	1187

## Volume III

### SESSIONE POSTER

#### SESSIONE 1

#### SELVICOLTURA: BIODIVERSITÀ, RISORSE GENETICHE, AREE PROTETTE, FAUNA

BIANCHI L., CIANCIO O., CORONA P., FAINI A., FERRARI B., FRESCHI A.L., NOCENTINI S., PULETTI N. - <i>Il progetto MOGFUS: nuove metodologie operative per la gestione sostenibile delle fustaie a prevalenza di pino nero e delle fustaie e dei cedui "invecchiati" di cerro della Toscana</i> .....	Pag.	1197
CAMERANO P., GRIECO C., CAMORIANO L., MALACARNE E., BELLETTI P., FERRAZZINI D. - <i>La conservazione della biodiversità di specie forestali in Piemonte</i> .....	»	1201
CERVASIO F., PONZETTA M.P., ARGENTI G., CROCETTI C., SACCONI F. - <i>Mantenimento delle aree aperte e conservazione della biodiversità in un'area protetta dell'Appennino Tosco-Emiliano</i> .....	»	1207
DE BATTISTI R., COLPI C. - <i>Danni da ungulati alla rinnovazione naturale delle foreste. Un confronto tra alcune esperienze di indagine</i> .....	»	1212
FAIDIGA A. - <i>La millenaria Foresta di Tarvisio</i> .....	»	1215
GARFÌ G., ABBATE L., BALDONI L., BUONAMICI A., CARIMI F., CARRA A., SIRAGUSA M., VENDRAMIN B. - <i>Caratterizzazione dell'olivo selvatico siciliano mediante analisi dei microsatelliti per la conservazione e la valorizzazione delle risorse genetiche vegetali</i> .....	»	1221
LA MELA VECA D.S., BARBERA G., CLEMENTI G., TRAINA G. - <i>Trasformazioni del paesaggio e conservazione degli habitat nella zona umida di Vendicari (Sicilia)</i> .....	»	1231
MARINO P., BAZAN G., SPADARO V. - <i>Biodiversità nelle Maloideae (Rosaceae) della Sicilia</i> .....	»	1238
MASON F., MINARI E. - <i>La teoria silvigenetica di Oldeman nella gestione forestale di aree protette</i> .....	»	1242
MATARESE PALMIERI R., BRUNO M. - <i>Ricerche istochimiche su Pittosporum tobira (Thunb.)</i> .....	»	1249
MATTIOLI W., PORTOGHESI L., CORONA P. - <i>Interventi culturali e variazioni nel corteggio floristico in cedui di castagno</i> .....	»	1253
PUGLISI S., LIEGGI M., LOPS A., RAINALDI G. - <i>Diversità e differenziazione genetica nel pino silvestre (Pinus sylvestris L.): confronto tra popolazioni italiane e straniere</i> .....	»	1259
RAIMONDO F.M., SCHICCHI R. - <i>Nuove tipologie di monumenti arborei in Sicilia</i> .....	»	1265
SAPORITO L. - <i>Biodiversità e conservazione del germoplasma agrario e forestale nel demanio forestale regionale in Sicilia</i> .....	»	1269
SAVERI C., LANDI M., FRIGNANI F., NUCCI A., BONINI I., DE DOMINICIS V., ANGIOLINI C. - <i>Monitoraggio della biodiversità vegetale del bacino del Fosso la Bolza (Siena, Toscana meridionale)</i> .....	»	1273
SILLETTI G. - <i>Orchidee spontanee della riserva naturale orientata "Murge orientali"</i> .....	»	1277
TERZUOLO P.G., BRENTA P., CAMERANO P., CANAVESIO A. - <i>Biodiversità forestale in Piemonte: valutazioni sulla necromassa</i> .....	»	1279

#### SESSIONE 2

#### SELVICOLTURA: INCENDI, PASCOLO

BEGHIN R., MARZANO R., BOVIO G. - <i>Ricostituzione attiva e passiva in una pineta di Pinus sylvestris L. percorsa da incendio di chioma</i> .....	»	1287
DELOGU G. - <i>Esperienze di Prescribed Burning in Sardegna</i> .....	»	1293
MANASSERO F., BERNA T. - <i>Sistema di rilevamento incendi: Firewatch</i> .....	»	1297
MARZANO R., CECCATO R., WOLYNSKI A., BOVIO G. - <i>La pianificazione antincendi boschivi nella Provincia Autonoma di Trento: nuovi approcci e sinergie</i> .....	»	1301
MINGO A., MIGLIOZZI A., CRISTAUDO A., SARACINO A., MAUGERI G. - <i>La Silva nel Saltus. Note storico-ecologiche e cartografiche per una moderna gestione delle risorse silvo-pastorali dei Monti Nebrodi (Sicilia)</i> .....	»	1308
MINGO A., SARACINO A., CONTI S., FRANZA A., MELCHIONNA G., ALLEVATO E., MAZZOLENI S. - <i>Il ruolo del potenziale osmotico e del Ph sulla germinazione post-incendio di Pinus halepensis Miller: un'analisi comparativa su popolazioni di semi con diversa storia del disturbo del fuoco</i> .....	»	1313
TESI E., BONORA L., ROMANI M., BRACHETTI MONTORSELLI N., CONESE C. - <i>Incidenza degli incendi nelle diverse tipologie forestali in Toscana</i> .....	»	1319
VALESE E., HELD A.C. - <i>La gestione dei combustibili forestali e la difesa delle proprietà private dagli incendi boschivi: il progetto pilota Pianacci (Lastra a Signa - Firenze)</i> .....	»	1324

SESSIONE 3  
SELVICOLTURA: CONSERVAZIONE DEL SUOLO, RISORSE IDRICHE,  
LOTTA ALLA DESERTIFICAZIONE

ABOU JAOUDE R., DE DATO G., DE ANGELIS P., VALENTINI R. - <i>Analisi dendrometrica di popolazioni italiane di Tamarix spp.</i> .....	Pag. 1331
BONI I., GIOVANNOZZI M., PIAZZI M., LEO A. - <i>Protezione del suolo e desertificazione in Bassa Valle Susa e Val Casternone</i> .....	» 1337
DE DATO G.D., LOPERFIDO L., DE ANGELIS P., VALENTINI R. - <i>Ricolonizzazione assistita in aree semi-aride mediterranee: un caso di studio</i> .....	» 1342
RAUCCI G., ECOSSE A., MARESCHI L., BIANCONI D. - <i>Produzione di biomasse legnose e fitorimedio</i> .....	» 1349

SESSIONE 4  
SELVICOLTURA: CAMBIAMENTI CLIMATICI, PROTOCOLLO DI KYOTO

BIDESE F., GOTTARDO E., MAZZOCOLI F. - <i>Sviluppo della filiera legno-energia in Friuli Venezia Giulia</i> ...	» 1357
GARFÌ V., GARFÌ G. - <i>Gestione forestale e funzionalità ecosistemica: relazioni fra accrescimento e clima in fustaie pluristratificate di pino domestico nel Parco naturale della Maremma</i> .....	» 1361

SESSIONE 5  
SELVICOLTURA: PROTEZIONE DELLE FORESTE

BERNARDINELLI I. - <i>Risk Mapping per attacchi di bostrico tipografo nei boschi del Friuli Venezia Giulia</i> ...	» 1373
BERNARDINELLI I., STERGULC F. - <i>Bonifica fitosanitaria di piazzali di stoccaggio di legname bostricato</i> ....	» 1377
DETTORI S., CILLARA M., DEPLANO G., FILIGHEDDU M.R., SIRCA C., SPANO D., USAI A., FRANCESCHINI A. - <i>Danni da neve e rischi conseguenti nelle sugherete del nord Sardegna</i> .....	» 1380
FRIGIMELICA G., VALECIC M. - <i>Effetti del taglio sullo stato fitosanitario del carpino nero</i> .....	» 1385
FUSARO E., RIGHI F., DI MATTEO G. - <i>Selezione di provenienze di Pinus pinaster resistenti a Matsucoccus feytaudi</i> .....	» 1389
GIAMBRA S., TORTA L., SCOPEL C., CAUSIN R., BURRUANO S. - <i>Primi studi su Biscogniauxia mediterranea in Sicilia occidentale</i> .....	» 1394
LA PORTA N., PEDRON L., SALVATORI C., CAPRETTI P. - <i>Incidenza di Heterobasidion annosum s.l. in fustaie di abete rosso in ambiente alpino</i> .....	» 1397
LANCELLOTTI E., SCHIAFFINO A., FRANCESCHINI A., CORDA P. - <i>Comunità vegetale ed ectomicorrizica in una sughereta deperente</i> .....	» 1403
LO VERDE G., RIZZO R., BARRACO G. - <i>Dannosità e controllo di Ophelimus maskelli (Ashmead) su Eucalyptus camaldulensis in vivaio</i> .....	» 1409
MALTESE M., CALECA V., CARAPEZZA A. - <i>Primi reperti in Sicilia su diffusione e biologia di Leptoglossus occidentalis Heidemann (Heteroptera: Coreidae), cimice americana dei semi delle conifere</i> .....	» 1413
PAOLETTI E. - <i>Applicazione di antiossidanti per proteggere piante sensibili contro i danni da ozono</i> .....	» 1419
SCIRÈ M., D'AMICO L., MOTTA E., ANNESI T. - <i>Alcuni aspetti fitosanitari nella "foresta" della città di Roma</i> .....	» 1424
TAGLIAFERRI A., BALESTRINI R., COLOMBO R., DÍAZ VARELA R.A., BUFFONI A., BUZZETTI I., VERDELLI L. - <i>Analisi dei segnali delle variazioni climatiche in campo forestale. Dinamiche della vegetazione alpina e dell'azoto in ambienti d'alta quota in risposta ai cambiamenti climatici recenti: indagine retrospettiva e sviluppo di un sistema di monitoraggio</i> .....	» 1429

SESSIONE 6  
SELVICOLTURA: PRODUZIONI FORESTALI, CERTIFICAZIONE, FILIERA LEGNO

BALDINI S., KELLEZI M., KORTOÇI Y. - <i>Caratterizzazione della biomassa di pioppo e robinia a ciclo breve (Short Rotation Forestry)</i> .....	» 1439
BARBAGALLO A., DI FULVIO F., LAUDATI G., RANUCCI F. - <i>Primo diradamento in una pineta di Pinus halepensis (Miller) con materiale per uso energetico (Prima parte)</i> .....	» 1443
BALDINI S., DI FULVIO F., LAUDATI G., RANUCCI F. - <i>Primo diradamento in una pineta di Pinus halepensis (Miller) con materiale per uso energetico (Seconda parte)</i> .....	» 1447

BALDINI S., MARCHI E. - <i>La raccolta del legno in boschi percorsi da incendio</i> .....	Pag.	1451
BERTINI R., FAINI A., MONTAGHI A., PULETTI N., TRAVAGLINI D. - <i>Metodologia per il censimento e la mappatura dei castagneti da frutto</i> .....	»	1455
BURESTI LATTES E., MORI P. - <i>AALSEA: Associazione per lo sviluppo dell'arboricoltura da legno</i> .....	»	1462
CANTIANI P., PLUTINO M. - <i>Le pinete di impianto di pino nero appenniniche. Indagini sperimentali sul trattamento selvicolturale</i> .....	»	1465
CANTINI C., SANI G., GIOVANNELLI A., BRUNETTI M., BERTI S. - <i>Utilizzazione dell'olivo in impianti specializzati indirizzati alla produzione di legname di qualità</i> .....	»	1472
CAVALLI R., GRIGOLATO S., BERGOMI L.Z. - <i>Esbosco in ambiente montano con Cable-Forwarder</i> .....	»	1476
CAVALLI R., GRIGOLATO S., FEDEL D. - <i>Viabilità e approvvigionamento di biomasse legnose forestali</i> .....	»	1482
D'AGOSTA G.M., MILAZZO A. - <i>Soddisfacimento del fabbisogno energetico pubblico locale attraverso la generazione termoelettrica da biomassa legnosa forestale. Il caso di studio del Comune di Malvagna</i> .....	»	1490
FIORAVANTI M., DI GIULIO G. - <i>Effetto delle pratiche selvicolturali sulla ricorrenza e sulle caratteristiche del legno di compressione nel larice (Larix decidua Mill.)</i> .....	»	1493
FIORAVANTI M., SIGNORINI G., DUCCI F. - <i>Prunus avium L.: uno studio sull'ereditabilità del colore del legno</i> .....	»	1498
MAESANO M., MASIERO M., PETTENELLA D., SECCO L., MARCHETTI M. - <i>Certificazione FSC: stato dell'arte e nuovi strumenti</i> .....	»	1504
MEZZINI E., GHERARDI M., VIANELLO G., MAGNANI F., SPINELLI R. - <i>Meccanizzazione a scala territoriale in territorio montano. Integrazione di fattori tecnici ed economici con tecniche GIS</i> .....	»	1509
NOSSENZO A., BERRETTI R., BOETTO G., TRAVAGLIA P.M. - <i>Valorizzazione dei cedui di castagno mediante la quantificazione degli assortimenti ritraibili</i> .....	»	1515
NUCERA D. - <i>Stima del sughero ritraibile dal "Bosco Risicone"</i> .....	»	1521
PALANTI S., FECI E. - <i>Preservanti del legno da esterno a base di acido bórico e altri co-formulanti: un'alternativa ecocompatibile ai sali di rame</i> .....	»	1525
PERNARELLA R. - <i>I legni trattati termicamente: conoscenza, valorizzazione e problematiche</i> .....	»	1531
RAIMONDO F.M., ILARDI V., MAZZOLA P. - <i>Nuove prospettive per l'arboricoltura da legno in Sicilia: la coltivazione del noce Pecan</i> .....	»	1535
SAPORITO L., MAGGIORE C. - <i>Modalità di utilizzazione e produttività in cantieri forestali per biomassa di eucalitto in Sicilia</i> .....	»	1539
SPINA S., AGRUMI M., BISTONI A., RADOCCHIA C., ROMAGNOLI M. - <i>Contributo alla conoscenza della cipollatura nel legno di castagno in alcuni siti del Lazio</i> .....	»	1544
URSO T., CRIVELLARO A., ARNOST A., CAZZOLA F. - <i>Classificazione estetica di 5 legni brasiliani per pavimentazioni esterne</i> .....	»	1550
URSO T., PAIERO P. - <i>Il legno di salice: utilizzazioni tradizionali e prospettive future</i> .....	»	1555

#### SESSIONE 7

#### SELVICOLTURA: PAESAGGIO, FUNZIONI CULTURALI E SOCIALI DELLA FORESTA

AGRIMI M., BERRETTA C., CORONA P., MATTIOLI W., POMPEI E. - <i>Valutazione quali-quantitativa dei boschi urbani in Italia</i> .....	»	1563
BARBERA G., CULLOTTA S., ROSSI-DORIA I., RÜHL J., MARINO E. - <i>Inventario dei paesaggi a terrazze in Sicilia</i> .....	»	1568
DI CARA F., GIORGINI S. - <i>I castagni monumentali della Toscana: aspetti paesaggistici, gestione e conservazione</i> .....	»	1573

#### SESSIONE 8

#### SELVICOLTURA: POLITICHE FORESTALI E AMBIENTALI

CALVO E., NASTASIO P., BALLARDINI P., SALA E. - <i>Contratti di foresta: uno strumento di gestione partecipativa</i> .....	»	1581
INDICE PER AUTORE .....	»	1585

# **SESSIONE POSTER**



## SESSIONE 1

# SELVICOLTURA: BIODIVERSITÀ RISORSE GENETICHE AREE PROTETTE FAUNA

### *Coordinatori*

Raffaello Giannini  
Susanna Nocentini

### *Chairman*

Carlo Blasi  
Francesco Raimondo





L. BIANCHI (\*) - O. CIANCIO (\*\*) - P. CORONA (\*\*\*) - A. FAINI (\*\*\*\*)  
B. FERRARI (\*\*\*) - A.L. FRESCHI (\*\*\*\*) - S. NOCENTINI (\*) - N. PULETTI (\*)

## IL PROGETTO MOGFUS: NUOVE METODOLOGIE OPERATIVE PER LA GESTIONE SOSTENIBILE DELLE FUSTAIE A PREVALENZA DI PINO NERO E DELLE FUSTAIE E DEI CEDUI “INVECCHIATI” DI CERRO DELLA TOSCANA

(\*) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze

(\*\*) Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze

(\*\*\*) DISAFRI, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

(\*\*\*\*) ARSIA, Firenze

Il Progetto MOGFUS, promosso e finanziato dall’Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l’Innovazione nel settore Agricolo-forestale (ARSIA) della Toscana e condotto dall’Accademia Italiana di Scienze Forestali, ha per obiettivo la messa a punto di moduli culturali innovativi per la gestione di fustaie a prevalenza di pino nero e di fustaie e cedui “invecchiati” di cerro della Toscana.

Il fine è di fornire agli operatori linee guida pratico-applicative per migliorare la funzionalità complessiva di queste tipologie forestali sia dal punto di vista bio-ecologico, sia dal punto di vista economico, definendo standard selvicolturali in un’ottica di sostenibilità ecologica.

Il Progetto MOGFUS ha preso avvio nel 2007 ed è strutturato in una serie organica di azioni articolate su 5 anni. La ricerca si basa su una fase sperimentale in campo, mediante la realizzazione di parcelle permanenti con una forte valenza dimostrativa.

I primi risultati del Progetto riguardano l’indagine su base territoriale. La suscettività a interventi di rinaturalizzazione dei territori boscati è stata valutata attraverso un’analisi multicriteriale. Il prodotto è una mappa georeferenziata in ambiente GIS, che riporta l’attitudine alla rinaturalizzazione delle fustaie di pino nero e dei cedui “invecchiati” e delle fustaie di cerro della Toscana.

Durante il secondo anno di attività sono stati realizzati gli interventi culturali nelle aree permanenti organizzate in 6 blocchi sperimentali in pinete di pino nero e in soprassuoli di cerro nelle Comunità Montane della Montagna Fiorentina (FI), del Casentino (AR) e dell’Amiata Grossetano (GR).

*Parole chiave:* gestione forestale sostenibile, rinaturalizzazione, soprassuoli di cerro, fustaie di pino.

*Key words:* sustainable forest management, renaturalization, *Quercus cerris* L. stands, *Pinus nigra* Arn. stands.

### 1. INTRODUZIONE

Il Progetto MOGFUS<sup>1</sup>, promosso e finanziato dall’Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l’Innovazione nel settore Agricolo-forestale (ARSIA) e condotto dall’Accademia Italiana di Scienze Forestali, ha per obiettivo la messa a punto di moduli culturali innovativi per la gestione di fustaie a prevalenza di pino nero e di fustaie e cedui “invecchiati” di cerro della Toscana.

Molti dei rimboschimenti di pino nero della Toscana si presentano come sistemi forestali semplificati in cui, a causa dell’assenza prolungata di cure culturali, spesso si osservano precarie condizioni fitosanitarie e scarsa stabilità individuale e collettiva. Anche i soprassuoli di cerro, siano essi cedui che hanno superato il turno consuetudinario, interessati o meno da interventi di avviamento a fustaia, o vere e proprie fustaie di cerro, più rare in Toscana, si presentano spesso come formazioni forestali a ridotta diversità compositiva e con strutture relativamente semplificate. Alla luce dell’attuale tendenza volta a favorire la naturale evoluzione di questi popolamenti verso sistemi forestali caratterizzati da maggiore complessità e biodiversità, appare evidente la necessità di poter applicare modelli culturali capaci di assecondare tali dinamiche.

Negli ultimi decenni la consapevolezza dell’importanza degli interventi selvicolturali per garantire la conservazione e il miglioramento dei boschi si è andata sempre più affermando in Toscana.

Per garantire un’effettiva buona riuscita di tali interventi è necessario e urgente un approfondimento della sperimentazione soprattutto in relazione agli aspetti più innovativi, spesso non adeguatamente valutati e che riguardano le potenzialità di massimizzazione sinergica delle azioni di: (i) miglioramento della funzionalità bioecologica; (ii) aumento della diversità biologica; (iii) riduzione dei costi di utilizzazione; (iv) miglioramento qualitativo e quantitativo della produzione legnosa; (v) aumento della resilienza nei confronti dell’impatto esercitato da alcune popolazioni animali.

### 2. OBIETTIVO DEL PROGETTO

L’obiettivo del progetto è di fornire agli operatori linee guida pratico-applicative per migliorare la funzionalità complessiva di queste tipologie forestali sia dal punto di vista bio-ecologico, sia dal punto di vista economico. In particolare la ricerca prevede:

- la valutazione integrata a carattere territoriale (su base GIS) dell’attitudine alla rinaturalizzazione per le tipologie forestali interessate in Toscana;

- l’analisi della reazione complessiva dei soprassuoli a diverse tipologie di intervento messe a confronto all’interno di aree sperimentali permanenti;

<sup>1</sup> Il progetto MOGFUS è risultato vincitore del bando regionale di ricerca dell’ARSIA per il settore forestale riguardante interventi selvicolturali per incrementare la funzionalità di alcune tipologie forestali (BURT 5/7/2006 n. 27). Responsabile scientifico del Progetto: Orazio Ciancio.

- la valutazione degli effetti degli interventi sulla conservazione e l'aumento della biodiversità a livello specifico, genetico e strutturale;
- la definizione delle potenzialità e delle limitazioni nell'uso del legno ottenuto con i diversi moduli colturali per le tipologie forestali interessate;
- l'individuazione delle metodologie di utilizzazione forestale e di organizzazione del lavoro più idonee per le diverse ipotesi colturali e gestionali sperimentate;
- la valutazione in termini economici (sensu lato) delle diverse ipotesi e l'elaborazione di procedure semplificate per la verifica del rapporto costi-benefici;
- la verifica delle interazioni fra attività selvicolturali e presenza e consistenza di popolazioni di grossi ungulati selvatici.

La ricerca si basa su una fase sperimentale in campo mediante la realizzazione di parcelle permanenti in tre diverse realtà forestali della Regione Toscana. Secondo gli obiettivi del Progetto, queste parcelle sperimentali hanno anche una forte valenza dimostrativa.

### 3. PARTNER DEL PROGETTO

Il Progetto MOGFUS è coordinato dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali che cura anche la parte scientifica e sperimentale del progetto. Gli aspetti operativi e di divulgazione sono condotti in collaborazione con i seguenti Partner e Soggetti interessati, rappresentativi della realtà amministrativa, imprenditoriale, tecnica e professionale della Toscana: ARBo Toscana, DREAM Italia, WWF Ricerche e Progetti s.r.l. (Partner); Comunità Montana del Casentino, Comunità montana della Montagna Fiorentina, Comunità montana Amiata grossetano, Marchesi de' Frescobaldi soc.agr. spa Fattoria di Pomino (Soggetti interessati).

### 4. STATO DI ATTUAZIONE DEL PROGETTO

Il Progetto MOGFUS ha preso avvio nel 2007 ed è strutturato in una serie organica di azioni articolate su 5 anni.

Durante il primo anno di attività è stata realizzata l'analisi territoriale della suscettività alla rinaturalizzazione per le tipologie forestali del Progetto presenti in Toscana.

Nel secondo anno di attività sono stati effettuati gli interventi nelle aree sperimentali insieme a tutti i rilievi relativi agli aspetti operativi e alle interazioni con la fauna selvatica, in particolari i grossi ungulati.

#### 4.1 La suscettività a interventi di rinaturalizzazione per i popolamenti di pino nero e i soprassuoli di cerro in Toscana

La suscettività a interventi di rinaturalizzazione per i popolamenti di pino nero e i soprassuoli di cerro in Toscana è stata valutata attraverso un'analisi multicriteriale (FAO, 1976; Bernetti e Fagarazzi, 2002; Corona *et al.*, 2008) sviluppata su base *raster*, assumendo come matrice di riferimento le classi boscate di copertura del suolo Corine Land Cover al IV livello di tematico (CLC\_IV, Bologna *et al.*, 2004), ricampionate mediante griglia con passo di 100 m (Barbati *et al.*, 2008).

Sono stati scelti cinque fattori, ciascuno espressione di un criterio per la valutazione su area vasta della vocazione a interventi di rinaturalizzazione e tali da poter essere quantificati mediante dati omogeneamente disponibili per l'intera Toscana:

- accessibilità;
- indice di efficienza ecologico-produttiva;
- indice di interposizione e giustapposizione delle tessere forestali;
- diversità fisionomica tra tessere del paesaggio forestale;
- dimensione delle superfici forestali.

Per ciascun fattore è stata prodotta una mappa georeferenziata in ambiente GIS, che ne descrive le variazioni su tutto il territorio della Toscana. In una prima fase, i fattori sono stati valutati singolarmente mediante approccio sfocato (*fuzzy*) basato sull'utilizzo di funzioni di appartenenza (Zadeh, 1965; Zanolì e Gambelli, 1998; Corona *et al.*, 2008) per esprimere il grado di suscettività alla rinaturalizzazione in una scala di valori continui compresi tra 0 (suscettività nulla) e 1 (suscettività massima). Partendo dal valore *fuzzy* assegnato a ciascun fattore per ciascun *pixel* è stato poi calcolato il valore medio di ciascun fattore per ciascun poligono boscato. I valori medi così ottenuti sono stati infine combinati al fine di ottenere per ciascun poligono il valore complessivo di suscettività a interventi di rinaturalizzazione.

Il database cartografico è stato realizzato sulla base di CLC\_IV che, con riferimento a quanto di interesse per il presente lavoro, riporta le seguenti classi tematiche: boschi a prevalenza di querce caducifoglie, boschi a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani, boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie e boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani. Questi dati sono stati integrati con quelli dell'Inventario Forestale della Toscana (Regione Toscana - Giunta Regionale, 1993), con la carta della vegetazione forestale realizzata a corredo dello studio delle principali unità fisionomiche e fitosociologiche della Toscana (Regione Toscana - Giunta Regionale, 1998) e con i piani di gestione e di assestamento forestale disponibili localmente. A supporto sono state utilizzate inoltre: tre immagini multispettrali Landsat 7 ETM+, acquisite durante la stagione estiva nel 2000 e nel 2001, come parte integrante del prodotto IMAGE2000, ortorettificate e ricampionate a 25 m; le ortofoto digitali a colori del progetto IT2000; il modello digitale del terreno (DTM) con passo di 75 m. Si può ritenere che i poligoni con valori maggiori della mediana abbiano buona suscettività e sono quindi da preferire in una scala di priorità di intervento. In particolare, per i rimboschimenti di pino nero le superfici con maggior suscettività a interventi di rinaturalizzazione sono ubicate in corrispondenza dei rilievi dell'Appennino Tosco-Emiliano e nei rilievi della Toscana meridionale (M. Amiata); per i soprassuoli di cerro, i soprassuoli con la maggiore suscettività sono localizzati nelle Colline Metallifere e, in minor misura, nell'Appennino Tosco-Emiliano (Barbati *et al.*, 2008).

#### 4.2 La sperimentazione in campo

Sia per i rimboschimenti di pino nero che per le cerrete sono state realizzate aree sperimentali permanenti organizzate secondo lo schema dei blocchi randomizzati. La sperimentazione ha interessato soprassuoli di cerro e di pino nero in tre diverse zone del territorio regionale toscano:

1. Rincine (territorio gestito dalla Comunità Montana della Montagna Fiorentina);
2. Alpe di Catenaia (territorio gestito dalla Comunità Montana del Casentino);
3. Monte Amiata (territorio gestito dal Consorzio Forestale del Monte Amiata).

Ogni blocco è composto da tre parcelle sperimentali di 2500 m<sup>2</sup>. In ogni parcella, ciascun individuo arboreo con diametro minimo di 5 cm a 1,30 m da terra è stato numerato e ne è stato rilevato, oltre al diametro, anche la specie e la posizione. In un *transect* lineare (50x4 m), posizionato nella parte centrale di ciascuna parcella, per ciascun individuo di altezza maggiore di 0,5 m, è stato rilevata la specie, la posizione nel *transect*, il diametro a 1,30 m, l'altezza totale e quella di inserzione della chioma. All'interno di ciascun *transect*, lungo l'asse *x* ogni 10 m sono state realizzate 4 sub-aree quadrate di 2 m di lato in cui è stato rilevata la frequenza di specie erbacee e arbustive e, per ogni individuo arboreo di altezza inferiore a 0,50 m, è stata annotata specie e altezza.

La definizione qualitativa e quantitativa degli interventi sperimentali ha seguito due diverse metodologie, rispettivamente, per i soprassuoli di cerro e per quelli di pino nero. Per le cerrete le prove sperimentali riguardano tagli a piccolissime buche, con due diverse superfici di intervento (60 m<sup>2</sup> e 100 m<sup>2</sup>). Per i rimboschimenti di pino nero con gli interventi sperimentali sono messe a confronto due diverse ipotesi: tagli a piccolissime buche (100 m<sup>2</sup>), diradamento di tipo basso. In tutti i blocchi è stato rilasciata anche un'area testimone.

Nelle pinete l'intensità del prelievo è stata quantificata attraverso un metodo di parametrizzazione basato sul concetto di "area basimetrica massimale" introdotto da Assmann. Tale metodologia ha permesso di applicare un criterio omogeneo di intervento per tutte le parcelle sperimentali; infatti, una volta individuata l'area basimetrica massimale "teorica" di ciascuna di esse (attraverso appositi algoritmi elaborati a partire dai dati dell'Inventario Forestale della Toscana - 1998), la densità da rilasciare dopo l'intervento è stata quantificata in una frazione percentuale dell'area basimetrica massimale teorica. La massa intercalare è equivalente a quella che serve per allineare l'area basimetrica del soprassuolo a quella così individuata.

Questo procedimento, una volta eseguite nel tempo le opportune verifiche di campo, può permettere di individuare un criterio d'intervento oggettivo estendibile a molti popolamenti forestali simili della Toscana.

Durante le operazioni di abbattimento, allestimento ed esbosco sono stati rilevati i tempi di lavoro secondo quanto previsto dal progetto. Su un campione di fusti, abbattuti durante le utilizzazioni nelle parcelle sperimentali o scelti ad *hoc* fra gli individui della restante parte del soprassuolo (al fine di completare il campione), sono stati avviati i rilievi per la caratterizzazione e quantificazione del materiale legnoso e la qualificazione degli assortimenti.

Per quanto riguarda l'interazione con la fauna selvatica (grossi ungulati), in ogni blocco sperimentale sono stati condotti rilievi di dettaglio in 2 sub-aree circolari di 2 m di raggio posizionate casualmente in ciascuna parcella, dove è stata effettuata la stima delle risorse alimentari in base al metodo del raccolto.

Nei blocchi sperimentali sull'Alpe di Catenaia, dove esiste un forte carico di cinghiali, sono in fase di realizzazione alcune recinzioni per sottrarre parte delle aree sperimentali all'effetto di questi animali.

## 5. CONCLUSIONI

Per l'implementazione concreta di una gestione forestale sostenibile che tenga conto della necessità di conservare la diversità biologica, sempre più spesso nel nostro Paese si fa riferimento alla rinaturalizzazione.

Con rinaturalizzazione si intende un processo colturale tendente a favorire l'aumento della diversità compositiva e della complessità strutturale di formazioni forestali semplificate nella composizione e nella struttura dalla gestione passata. La rinaturalizzazione riguarda in primo luogo i rimboschimenti, ma può interessare anche tutti quei soprassuoli di origine naturale che sono stati semplificati da una gestione improntata dall'applicazione di trattamenti silviculturali uniformi, come i cedui e i soprassuoli transitori derivanti dall'avviamento alla conversione (Nocentini, 1995, 2000, 2001; Ciancio e Nocentini, 2004).

Il Progetto MOGFUS propone la sperimentazione e l'elaborazione di modelli colturali innovativi per favorire il miglioramento complessivo dei rimboschimenti di pino nero e laricio e dei soprassuoli di cerro. L'approccio interdisciplinare che caratterizza il Progetto è il presupposto affinché i risultati possano essere concretamente inquadrati in un'ottica di sostenibilità ecologica, economica e sociale, senza la quale nessuna innovazione scientifica può trovare un effettivo trasferimento nella realtà operativa.

## SUMMARY

### THE MOGFUS PROJECT: NEW OPERATIVE METHODS FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF BLACK PINE STANDS AND OF "OLD" TURKEY OAK COPPICES IN TUSCANY

The MOGFUS Research Project has been promoted and financed by the Tuscan Regional Agency for Development and Innovation in the Agro-forestry sector (ARSIA). The Research Project leader is the Italian Academy of Forest Science.

The aim of the Project is to define innovative cultivation modules for managing black pine (*Pinus nigra* Arn.) stands and "old" Turkey oak (*Quercus cerris* L.) coppices in Tuscany.

The Project will furnish technicians with practical guidelines for increasing the overall functionality of these forest types both from the bio-ecological point of view and from the economic one. These guidelines will define sustainable silvicultural standards.

The MOGFUS project has started in 2007 and is organized in a series of coordinated actions over a 5 year time span. Research is based on field experimental trials which also have a strong demonstrative function.

First results are a multicriteria evaluation to assess sensitivity to renaturalisation of black pine reforestations (*Pinus nigra* Arn.) and turkey oak (*Quercus cerris* L.) stands in Tuscany. The data has been used to produce a map.

During the second year experimental trials have been carried out in 6 experimental blocks in black pine stands and in Turkey oak stands confronting different silvicultural treatments.

## BIBLIOGRAFIA

- Barbati A., Lamonaca A., Melini D., Nocentini S., Corona P., 2008 – *Valutazione multicriteriale della suscettività a interventi di rinaturalizzazione dei rimboschimenti di pino nero e dei soprassuoli di cerro in Toscana*. L'Italia Forestale e Montana 63 (4): 307-319.
- Bernetti I., Fagarazzi C., 2002 – *L'impiego dei modelli multicriteriali geografici nella pianificazione territoriale*. Aestimum 41: 1-26.
- Bologna S., Chirici G., Corona P., Marchetti M., Pugliese A., Munafò M., 2004 – *Sviluppo e implementazione del IV livello Corine Land Cover 2000 per i territori boscati e ambienti semi-naturali in Italia*. Atti della 8<sup>a</sup> Conferenza Nazionale ASITA. Roma, 14-17 dicembre 2004. pp. 467-472.
- Ciancio O., Nocentini S., 2004 – *Il bosco ceduo. Selvicoltura, assestamento, gestione*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 721.
- Corona P., Salvati R., Barbati A., Chirici G., 2008 – *Land suitability for short rotation coppice plantations assessed through fuzzy membership functions*. CAB International, Wallingford (in stampa).
- FAO, 1976 – *A framework for land evaluation*. Fao Soils Bulletin 32, Roma.
- Nocentini S., 1995 – *La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Una prova sperimentale su pino nero e laricio nel comprensorio di Monte Morello (Firenze)*. L'Italia Forestale e Montana 50 (4): 425-435.
- Nocentini S., 2000. *La rinaturalizzazione dei sistemi forestali: aspetti concettuali*. L'Italia Forestale e Montana 55 (4): 211-218.
- Nocentini S., 2001 – *La rinaturalizzazione come strumento di recupero dei sistemi forestali semplificati nell'Italia Meridionale*. L'Italia Forestale e Montana 56 (5): 344-351.
- Regione Toscana - Giunta Regionale, 1993 – *Boschi e macchie di Toscana. L'inventario forestale*. Regione Toscana, Dipartimento dello Sviluppo Economico, Firenze.
- Regione Toscana - Giunta Regionale, 1998 – *Boschi e macchie di Toscana. La vegetazione forestale*. Regione Toscana, Dipartimento dello Sviluppo Economico, Firenze.
- Zanoli R., Gambelli D., 1998 – *L'uso della fuzzy pattern recognition nell'analisi territoriale*. Genio Rurale 2: 21-29.
- Zadeh L.A., 1965 – *Fuzzy sets*. Information and Control 8: 338-353.



## LA CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ DI SPECIE FORESTALI IN PIEMONTE

(\*) IPLA SpA, Torino

(\*\*) Settore Politiche Forestali, Regione Piemonte, Torino

(\*\*\*) Settore Gestione Proprietà Forestali Regionali e Vivaistiche, Regione Piemonte, Vercelli

(\*\*\*\*) DIVAPRA Genetica Agraria, Università degli Studi di Torino, Grugliasco (Torino)

Dai primi anni Novanta del secolo scorso si è assistito ad un interesse crescente nei confronti degli ecosistemi forestali, intesi non solo come entità produttive, ma anche come elementi fondamentali per una gestione sostenibile del territorio e quali serbatoi per la conservazione della biodiversità. Tali interessi derivavano, oltre che da una più ampia e rinnovata diffusione della sensibilità ambientale, anche dall'approvazione di strumenti normativi comunitari (*in primis* il Reg. CEE 2080 del 1992), rivolti in particolare all'imboschimento dei terreni agricoli. Si è così manifestata in tutta Italia una massiccia richiesta di materiale vivaistico, soprattutto di latifoglie arboree, in gran parte soddisfatta con l'importazione da altri Paesi, talora esterni all'Unione Europea; ciò in quanto le disponibilità di materiale vivaistico autoctono presso i vivai pubblici e privati risultavano insufficienti, anche a causa della mancanza di boschi da seme di latifoglie o aree di raccolta individuate ufficialmente.

In base a queste esigenze, a partire dal 1995, in Piemonte sono stati avviati numerosi studi, promossi dalla Regione; queste attività, che hanno visto la collaborazione fra I.P.L.A. S.p.A. e Università degli Studi di Torino, hanno portato a individuare circa 80 popolamenti idonei alla raccolta per 78 specie arboree ed arbustive autoctone del Piemonte.

Parallelamente, tenuto conto che la DIR 1999/105/CE prevede che la gestione dei materiali di propagazione sia realizzata nell'ambito di "Regioni di Provenienza", sono stati avviati studi per la loro demarcazione, in collaborazione con il Gruppo di lavoro interregionale BIOFORV.

*Parole chiave:* materiali di base, regione di provenienza, fonti di seme, soprassuoli, "identificati alla fonte", "selezionati".

*Key words:* basic material, region of provenance, seed source, stand "source-identified", "selected".

*Mots clés:* matériels de base, région de provenance, source des graines, peuplement, "identifiés", "sélectionnés".

### 1. INDIVIDUAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DI POPOLAMENTI IDONEI ALLA RACCOLTA E INDAGINI GENETICHE

L'attività di caratterizzazione di boschi e popolamenti ove raccogliere materiale di propagazione è iniziata con alcune tra le specie arboree definite prioritarie, sia per la loro grande diffusione, quali il faggio (Belletti *et al.*, 1995), sia per il potenziale impiego in arboricoltura da legno, come rovere, farnia, frassino e ciliegio (Belletti *et al.*, 1996; Belletti *et al.*, 1997; AA.VV., 1996; Camerano *et al.*, 1998), e ciavardello (AA.VV., 1998). Per il faggio (Belletti *et al.*, 1995) sono stati caratterizzati nove popolamenti adulti rappresentativi dell'areale regionale; per la farnia e la rovere dieci, cinque per ogni specie; per il frassino otto stazioni; 10 per il ciliegio e 8 per il ciavardello. Relativamente all'impostazione metodologica utilizzata, dopo una iniziale fase di raccolta di segnalazioni, per ogni popolamento si è proceduto alla caratterizzazione stazionale, raccogliendo i dati su apposite schede analitiche descrittive. Il requisito fondamentale utilizzato per la valutazione di questi popolamenti è stato soprattutto il fenotipo, secondariamente la produzione di seme quali-quantitativa idonea.

Parallelamente il DIVAPRA - Settore di Genetica Agraria ha realizzato le indagini genetiche. L'analisi della variabilità genetica delle specie forestali ha previsto il ricorso a marcatori genetici, cioè caratteri ereditari di facile rilevazione che presentano varianti nell'ambito degli individui che costituiscono una popolazione. I caratteri morfologici sono i marcatori di più immediata intuizione ed in effetti

furono ampiamente utilizzati in passato, anche perché presentano una relativa facilità di rilievo e di analisi. Tuttavia, essi manifestano una variabilità che è fortemente influenzata dalle condizioni ambientali in cui si sviluppano le piante e vengono controllati a livello genetico in modo spesso ignoto e/o complesso. I parametri fenologici rappresentano in genere caratteri adattativi, la cui conoscenza può rivelarsi fondamentale nella corretta gestione dei materiali di propagazione e presentano un elevato grado di polimorfismo. Il loro utilizzo pratico è però nuovamente ostacolato dalle influenze dell'ambiente e dalla difficoltà di valutare correttamente l'interazione esistente tra questo e il genotipo. Ne consegue la necessità di impostare prove comparative multisito, indispensabili per valutare i materiali e monitorarne il comportamento in condizioni ambientali sufficientemente omogenee. Tali prove richiedono tuttavia tempi lunghi e costi elevati.

È altresì possibile raccogliere informazioni a livello del genotipo attraverso l'uso di marcatori genetici di più recente sviluppo, quali quelli biochimici e molecolari. Questi permettono, rispettivamente, di analizzare il prodotto dei processi di trascrizione e traduzione del DNA oppure di evidenziare differenze a livello delle sequenze nucleotidiche in tratti omologhi di DNA. Molti marcatori molecolari si basano sull'utilizzo della reazione a catena della DNA-polimerasi, in inglese "PCR" (*Polymerase Chain Reaction*), che consente di ottenere in poco tempo un numero elevatissimo di copie della sequenza di DNA di interesse, facilitandone l'analisi. Il più grosso limite alla loro utiliz-

zazione, a prescindere dalle difficoltà tecniche delle analisi, è rappresentato dal fatto che la variabilità da essi presentata spesso non è correlata a fattori adattativi: si rischia cioè di evidenziare differenze genetiche che non hanno effetto sulla capacità dell'individuo di crescere in determinate condizioni ecologiche.

Le analisi genetiche permettono, in primo luogo, di evidenziare i popolamenti caratterizzati da maggiori livelli di variabilità genetica, e quindi particolarmente importanti ai fini della conservazione *in situ* della biodiversità.

A partire dal 1998, le indagini da parte dell'IPLA furono ampliate anche alle altre specie arboree ed arbustive. L'iniziale elenco fu rivisto in base alle richieste dei vivai, alla diffusione della specie a livello regionale e agli elenchi delle Leggi vigenti in materia (All. A della L. 269/73, sostituito dall'All. I della Dir. 1999/105/CE). In funzione di questi elementi furono escluse dalle indagini alcune specie poco diffuse in Piemonte, di scarso interesse pratico o non autoctone; l'attività si è quindi concentrata su 78 specie autoctone.

Dovendo svolgere un'indagine completa su tutto il territorio regionale e su numerose specie, e considerando prioritaria l'individuazione di boschi ove poter raccogliere più specie, l'attività fu pianificata in una fase di raccolta delle segnalazioni (furono raccolte e valutate circa 150 segnalazioni), una di indagini di campagna (durata circa 1 anno, dall'inverno 1998 all'estate 1999, con successive integrazioni nel corso degli anni 2000/01) ed una di valutazione finale di idoneità. Per quanto riguarda le valutazioni finali, furono utilizzati 8 requisiti di idoneità (origine spontanea, fenotipo non inferiore alla media, buona rappresentatività, estensione sufficiente, produzione di seme quantitativa idonea, accessibilità, sicurezza di mantenimento dei portaseme e presenza di proprietà pubblica). Per ogni popolamento che dimostrò di soddisfare tutti o la maggior parte di questi requisiti fu fornito un giudizio complessivo e assegnato un punteggio di idoneità alla raccolta per ogni singola specie presente, con valori compresi fra 1 e 4, considerando idonee alla raccolta quelle con punteggio di 3 e 4 (Terzuolo *et al.*, 2002).

L'attività d'indagine complessivamente realizzata entro il 2002 portò all'individuazione di 68 popolamenti idonei alla raccolta, suddivisi in: principali (da cui è possibile l'immediata raccolta di seme di una o più specie arboree); secondari (da ritenere vicarianti dei principali in quanto non permettono una significativa raccolta di seme a breve termine); finalizzati alla conservazione della biodiversità (la raccolta di seme da questi popolamenti è strettamente legata ad interventi di recupero ambientale o ricostituzioni boschive nell'area d'origine).

Gli studi svolti sfociarono in una serie di atti amministrativi da parte della Regione Piemonte:

– la DGR n. 119-705 del 31.07.2000, con la quale si disponeva che il certificato di provenienza poteva essere concesso unicamente a sementi raccolte nei popolamenti iscritti al Libro Nazionale dei Boschi da Seme e negli ambiti territoriali individuati dalla Regione;

– successive Determinazioni della Direzione regionale Economia Montana e Foreste degli anni 2000, 2001 e 2003 con le quali si approvavano gli elenchi dei popolamenti per la raccolta, con le relative schede descrittive e cartografie.

Al fine di rendere agevole l'archiviazione delle numero-

se informazioni contenute in ogni singola scheda di descrizione del popolamento, fu costituita una banca dati dei materiali di base, successivamente modificata ed integrata per rendere le informazioni coerenti con quanto contenuto nel Decreto Legislativo del 10 novembre 2003, n. 386 "Attuazione della Direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione".

L'approvazione del Decreto Legislativo del 10 novembre 2003, n. 386, che sostituisce la Legge 269 del 1973, ha introdotto diverse novità legislative, tra cui:

– *materiali di base*: distinti in 6 classi di cui due individuabili in bosco: le fonti di semi (gli alberi o gli arbusti di una determinata zona dove si raccolgono i semi) e i soprassuoli (una popolazione di alberi ed arbusti identificata che presenta una sufficiente uniformità di composizione);

– *categorie*: i materiali forestali di moltiplicazione sono classificati in quattro categorie commerciali: identificati alla fonte, selezionati, qualificati, controllati, i cui requisiti sono indicati negli Allegati II, III, IV, V; i boschi possono fornire le prime due categorie.

L'attività svolta dal 2003 ad oggi si è concentrata sull'attribuzione dei materiali di base già individuati alle categorie Identificati alla fonte o Selezionati, con una metodologia condivisa e certificabile d'interpretazione dei requisiti, tenuto conto di attribuire "la debita importanza" ai singoli requisiti di valutazione, soprattutto quelli contenuti nell'Allegato III del D.Lgs 386/03 per i materiali "Selezionati". Questo processo ha portato ad una naturale separazione fra specie per le quali è possibile attivare le procedure di valutazione dei requisiti previsti per i materiali "Selezionati" (faggio, farnia, larice, pino silvestre, ciliegio, frassino maggiore, ecc.) e quelle per le quali è preferibile individuare solo materiali "Identificati alla Fonte" (ontani, betulla, carpino nero, ecc.). Inoltre, si ritiene che i registri dei materiali di base non debbano essere intesi come meri elenchi, ma debbano costituire una "Rete funzionale", a cui fare riferimento in base alle esigenze di utilizzo. Ciò significa superare l'interpretazione secondo cui si ricorre ai materiali "Identificati alla fonte" solo se non sono disponibili materiali "Selezionati": questi, proprio perché di qualità superiore, vanno destinati in prevalenza ad ambiti in cui è fondamentale la rapidità di accrescimento, la qualità del legname e la produttività; all'opposto, per la medesima specie, se l'utilizzo è per il recupero ambientale, può essere sufficiente utilizzare materiale "Identificato alla fonte", che dia comunque garanzia di adattamento.

Per i materiali "Identificati alla Fonte", la norma (Allegato II del D.Lgs 386/03), dà la possibilità ad ogni singolo Stato membro e, di conseguenza, alle Regioni di dettagliare i requisiti di ammissibilità, oltre che dichiarare la Regione di Provenienza, l'ubicazione, l'altitudine del luogo o dei luoghi in cui sono raccolti i materiali di moltiplicazione e l'origine; si è pertanto ritenuto ragionevole utilizzare, anche per i materiali "Identificati alla Fonte" alcuni requisiti previsti per quelli "Selezionati" quali: l'entità della popolazione, l'età e sviluppo e l'adeguatezza alla raccolta.

Per i materiali "Selezionati" (Allegato III del D.Lgs 386/03), sono stati valutati tutti i requisiti previsti (origine, isolamento, entità della popolazione, età e sviluppo, omogeneità, adeguatezza/rappresentatività, stato sanitario e resistenza, produzione quantitativa, qualità del legno, forma e portamento), ma ognuno ha assunto un peso differente in

funzione della specie. Fra i parametri che maggiormente hanno condizionato la scelta dei soprassuoli sono stati: l'isolamento, in particolare per le querce, le caratteristiche genetiche, in particolare per le conifere, e l'età dei portaseme. L'età è stata particolarmente significativa per il faggio e le latifoglie mesofile. Parametri quali la produzione e l'omogeneità sono state valutate con un peso inferiore per le difficoltà di analisi oggettive. Valutazioni delle caratteristiche tecnologiche del legno, da parte del Dipartimento Agro.Selvi.Ter. dell'Università di Torino (Zanutini *et al.*, 2001), sono state effettuate su alcune popolamenti di farnia, rovere, larice e faggio.

Oltre ai requisiti previsti dai sopraccitati allegati sono stati aggiunti altri 4 (però poi ne elenchiamo 4!) parametri definiti di "Validità alla raccolta", da intendersi come misura delle reali possibilità di raccolta: accessibilità, percorribilità del soprassuolo, sicurezza di mantenimento dei portaseme e proprietà pubblica. Oltre a quest'attività, fra il 2003 e 2007, è proseguita l'attività di integrazione e revisione della banca dati.

Attualmente (2008) l'archivio generale dei materiali di base del Piemonte consta di 94 schede; di queste 83 contengono specie di cui è possibile la raccolta, suddivise in 14 fonti di seme, 58 soprassuoli e 11 Aree di raccolta, per un totale di circa 20.00 ha totali.

Le specie idonee e valide per la raccolta sono inserite in due elenchi, rispettivamente dei *materiali di base* (MB,) rispettivamente *identificati alla fonte* (in numero di 232) e *selezionati* (in numero di 33), approvati con DGR del febbraio 2008 e con DD n. 1984 dell'11-9-2008.

Di seguito si fornisce uno stralcio dell'Elenco dei "materiali Selezionati" (Tabella 1), con l'indicazione del Bosco da Seme iscritto nel corrispondente registro previsto dalla 269/73. A tal proposito occorre ricordare che, dei 13 Boschi già iscritti al Libro Nazionale dei Boschi da Seme:

- 10 sono stati ammessi alla categoria Selezionati;
- 2 sono stati ammessi come Identificati alla fonte: Chiotspars (abete bianco) e Alevè (pino cembro), rispettivamente per le difficili condizioni di accesso e per l'elevata omozigosi;
- 1 (bosco di larice delle Navette) è stato scartato a causa della incerta origine spontanea.

## 2. DEMARCAZIONI DI REGIONI DI PROVENIENZA DI BASE PER IL PIEMONTE (AMBITI ECOLOGICAMENTE OMOGENEI)

L'art. 10 del D.Lgs. 386/2003 prevede:

- l'indicazione delle "regioni di provenienza" per le categorie di materiali "identificati alla fonte" e "selezionati";
- la demarcazione delle regioni di provenienza da parte degli organismi ufficiali, tramite apposite cartografie, realizzate secondo criteri omogenei definiti dalla Commissione tecnica di cui all'art. 14 del medesimo decreto.

Per Regione di Provenienza (di seguito RP), si intende "territorio o insieme dei territori soggetti a condizioni ecologiche sufficientemente uniformi e sui quali si trovano soprassuoli o fonti di semi con caratteristiche fenotipiche o genetiche analoghe, tenendo conto dei limiti altimetrici ove appropriato". Da questa definizione si evince come la delimitazione RP non è di facile soluzione, soprattutto in ragione dell'orografia tormentata del nostro Paese e della secolare utilizzazione dei boschi che raramente permette di valutare le caratteristiche fenotipiche e le potenzialità reali delle specie.

In funzione di quanto già realizzato in altri Paesi membri dell'Unione Europea, in base alle attuali conoscenze e positiva esperienza maturata sul progetto sperimentale di individuazione di aree forestali geneticamente omogenee per la produzione di seme di elevata qualità per il frassino maggiore per l'Italia settentrionale (Belletti P., Camerano P. *et al.*, 2004), l'approccio metodologico utilizzato per la demarcazione delle Regioni di Provenienza per il Piemonte è stato un metodo misto, basato sia su criteri di omogeneità ambientale (livello ecologico) che sulla valutazione della variabilità genetica dimostrata dalle specie forestali d'interesse, almeno per le principali. Il livello ecologico (RP di base o Ambiti ecologici omogenei), rappresenta la base su cui inserire la distribuzione delle singole specie o gruppi di specie e successivamente da correlare con le indagini genetiche; tale livello ha permesso di definire unità capaci di analizzare in modo coordinato i vari aspetti ambientali, le loro interazioni e il loro peso. Il livello genetico permette di definire le distanze fra le diverse popolazioni e la loro struttura genetica e, incrociato con il precedente livello le RP. Tale approccio metodologico, inoltre, sembra rispecchiare meglio la volontà del legislatore, che, con il D.Lgs 386/2003, riprende il concetto di uniformità territoriale e omogeneità fenotipica e genetica dei soprassuoli da cui raccogliere il seme, già definito dalla Direttiva europea 105/1999.

La delimitazione dei settori ecologici omogenei è stata possibile grazie alla disponibilità di documenti cartografici d'insieme, quali: Carta dei Paesaggi agrari e forestali (scala 1: 250.000), Carta dei Suoli (scala 1: 250.000), Carta forestale del Piemonte su base Tipologica (scala 1: 25.000), eccetera. In Piemonte sono stati definiti 5 ambiti ecologici omogenei (Figura 1) (Pianura Padana occidentale, Rilievi collinari interni, Appennino Ligure-Piemontese, Settori endalpici delle Alpi Cozie Codice, Settore mesalpico delle Alpi Occidentali), da utilizzare come "Regioni di Provenienza" temporanee per le specie arboree principali (abete bianco, larice, pino cembro, faggio, farnia, frassino maggiore, acero di monte, ecc.), ovvero RP per specie arboree accessorie (acero campestre, ontano bianco, betulla, ecc.) o arbustive. In base alle attuali conoscenze si ritiene che i 5 ambiti individuati siano sufficienti a garantire la rappresentatività della variabilità "ambientale" regionale, nonché la funzionalità della gestione del materiale di propagazione per la vivaistica forestale ed il contenimento dei costi. Nell'applicazione del metodo, nella fattispecie, i diversi fattori ambientali non hanno tutti il medesimo peso; in particolare nelle catene montuose i fattori climatici, intesi come bioclima (Ozenda, 2002), sono di fondamentale importanza, mentre in ambiti collinari e pianiziali gioca un ruolo importante il tipo di suolo (IPLA S.p.A., 2007). In considerazione del fatto che le unità individuate sono molto ampie, per poter valorizzare le diverse realtà e a titolo precauzionale, è stato proposto un sistema gerarchico simile a quelli in uso nella definizione delle Unità di Terra o di paesaggio, che si articola in Regioni e subregioni di provenienza (per esempio Ambito ecologico di base: Pianura Padana occidentale, sub-ambito: Terrazzi alluvionali antichi e morene del Piemonte settentrionale).

Parallelamente all'approvazione degli elenchi di cui alla sopraccitata (DD n. 1984 dell'11-9-2008), considerato peraltro che la Commissione tecnica di cui all'art. 14 del D.Lgs.

386/2003 non è stata ancora attivata e che gli studi finora effettuati hanno evidenziato come una razionale delimitazione delle regioni di provenienza superi i confini regionali, la Regione Piemonte ha ritenuto opportuno, al momento attua-

le, non approvare una cartografia delle regioni di provenienza per il Piemonte, ma unicamente una "Carta degli ambiti ecologici omogenei", come riferimento non vincolante per l'utilizzo dei materiali di moltiplicazione forestale.

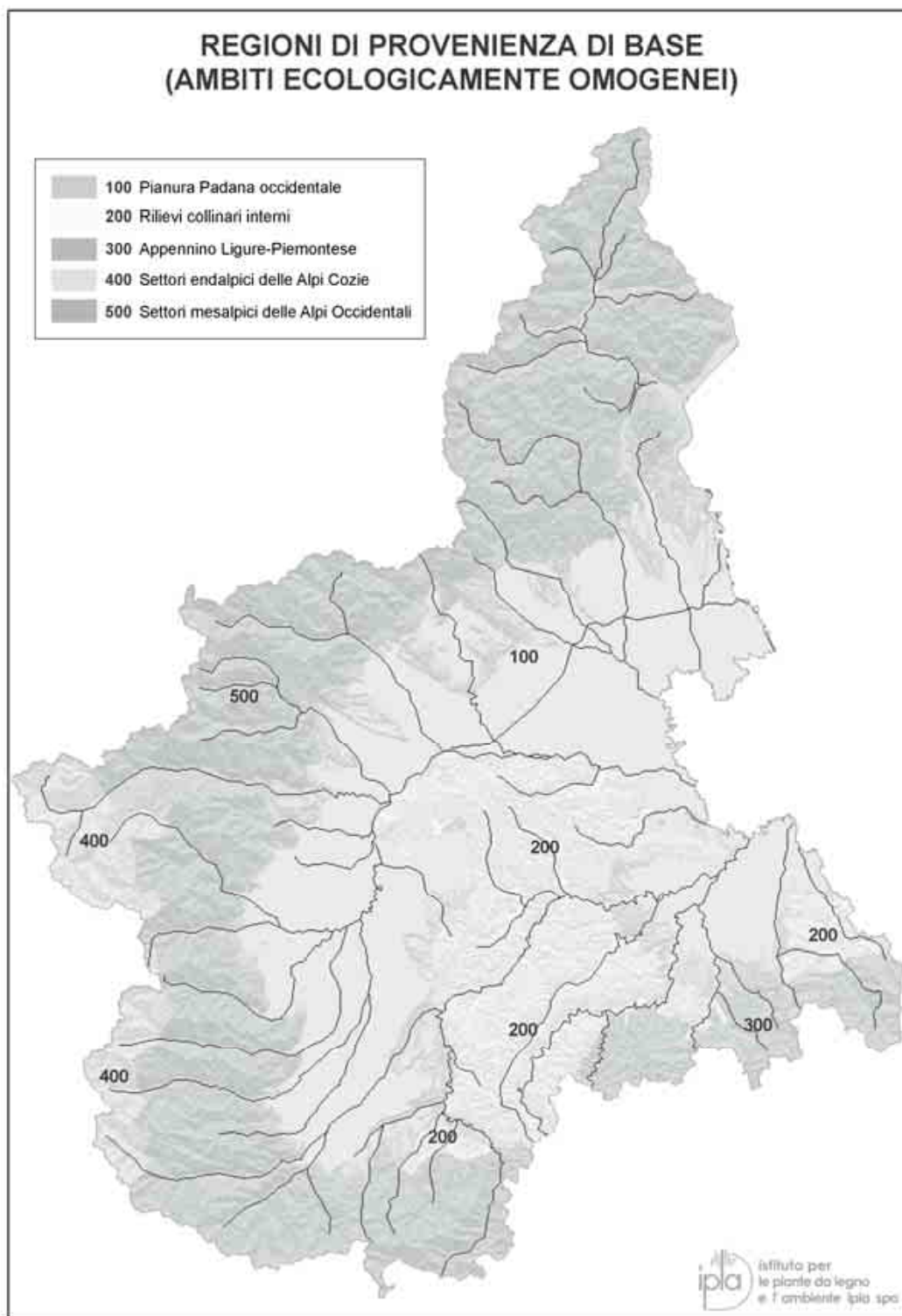


Figura 1. Regioni di Provenienza di base in Piemonte.  
Figure 1. Region of Provenance of Piedmont (ecological level).  
Figure 1. Région de Provenance au Piémont (secteurs écologiques).



Elenco dei materiali selezionati - Regione Piemonte

Specie*	Stato	Cod. Ind.	Prov	Comuni	Coordinate UTM		Quota	Origine	Finalita
					Est	Nord			
Aal <sup>1</sup>	IT	400-aal-0054	TO	Oulx, Pragelato, Salbertrand	335120	4990942	1800	autoctono	Rec. amb.
Aal <sup>2</sup>	IT	500-aal-0017	CN	Chiusa di Pesio	392972	4896790	1300	autoctono	Rec. amb.
Aal <sup>3</sup>	IT	520-aal-0046	TO	Salza di Pinerolo	345801	4977637	2150	autoctono	Rec. amb.
Aal <sup>4</sup>	IT	530-aal-0042	CN	Pietraporzio	342187	4911619	1750	autoctono	Rec. amb.
Aps	IT	500-aps-0016	CN	Chiusa di Pesio	392683	4897877	1200	autoctono	Arboricolt.
Aps	IT	540-aps-0055	CN	Bagnasco	426143	4903042	700	autoctono	Arboricolt.
Fex	IT	500-fex-0016	CN	Chiusa di Pesio	392683	4897877	1200	autoctono	Arboricolt.
Fex	IT	110-fex-0009	CN	Racconigi	395151	4959381	255	autoctono	Arboricolt.
Fex	IT	530-fex-0027	CN	Valloriate	367623	4910262	1000	autoctono	Arboricolt.
Fsy	IT	500-fsy-0016	CN	Chiusa di Pesio	392683	4897877	1200	autoctono	Rec. amb.
Fsy	IT	510-fsy-0029	BI	Mosso S. Maria	428374	5061546	900	autoctono	Rec. amb.
Lde <sup>5</sup>	IT	520-lde-0048	TO	Pragelato	339653	4987465	1900	autoctono	Rec. amb.
Lde	IT	400-lde-0041	TO	Cesana Torinese	328536	4973579	2050	autoctono	Rec. amb.
Pab <sup>6</sup>	IT	400-pab-0054	TO	Oulx, Pragelato, Salbertrand	335120	4990942	1800	autoctono	Rec. amb.
Pab	IT	510-pab-0051	VB	Toceno	459042	5111933	1300	autoctono	Rec. amb.
Pav	IT	210-pav-0005	TO	Castagneto Po	414438	4998819	420	autoctono	Arboricolt.
Pav	IT	110-pav-0010	TO	Nichelino, Orbassano	389134	4982219	250	autoctono	Arboricolt.
Pav	IT	520-pav-0049	CN	Sampeyre	358079	4938614	1250	autoctono	Arboricolt.
Pce	IT	400-pce-0050	CN	Casteldelfino, Pontechianale	348243	4941390	1650	autoctono	Biodiversità
Pce <sup>7</sup>	IT	400-pce-0052	TO	Salbertrand	336061	4992248	2050	autoctono	Biodiversità
Psy <sup>8</sup>	IT	400-psy-0044	TO	Fenestrelle	348174	4988663	1450	autoctono	Rec. amb.
Psy	IT	400-psy-0053	TO	Oulx	323789	4991990	1650	autoctono	Rec. amb.
Psy	IT	510-psy-0051	VB	Toceno	459042	5111933	1300	autoctono	Rec. amb.
Pun <sup>9</sup>	IT	400-pun-0039	TO	Pragelato	337671	4982095	1900	autoctono	Rec. amb.
Pun	IT	510-pun-0047	VB	Trasquera	439214	5119259	1400	autoctono	Rec. amb.
Qpe	IT	210-qpe-0005	TO	Casalborgone, ecc..	414438	4998819	420	autoctono	Arboricolt.
Qpe	IT	310-qpe-0025	AL	Bosio	483236	4934700	800	autoctono	Arboricolt.
Qpe	IT	520-qpe-0049	CN	Sampeyre	358079	4938614	1250	autoctono	Arboricolt.
Qro	IT	100-qro-0001	NO	Cameri	477360	5042389	120	autoctono	Arboricolt.
Qro <sup>10</sup>	IT	110-qro-0009	CN	Racconigi	395151	4959381	255	autoctono	Arboricolt.
Qro	IT	110-qro-0004	VC	Trino	442006	5008400	170	autoctono	Rec. amb.
Qro	IT	120-qro-0008	TO	Aglie'	404131	5024243	280	autoctono	Arboricolt.
Tco	IT	510-tco-0035	VC	Pila, Piode	427866	5068585	800	autoctono	Arboricolt.

Corrispondenze con L.N.B.S.: <sup>1</sup> scheda- 87 (Granbosco superiore) e 113 (Granbosco inferiore); <sup>2</sup> scheda 11 - Bosco del Prèl Boscaie; <sup>3</sup> scheda 7 - Salza di Pinerolo; <sup>4</sup> scheda 9 - Prazzo; <sup>5</sup> Scheda 6 - Pragelato; Scheda 88 - Salbertrand; <sup>7</sup> Scheda 89 - Bosco dell'Alevé; <sup>8</sup> Scheda 86 - Fenestrelle; <sup>9</sup> Scheda 8 - Inverso di Laval; <sup>10</sup> Scheda 142 - Racconigi.

\*Aal: *Abies alba*; Aps: *Acer pseudoplatanus*; Fex: *Fraxinus excelsior*; Fsy: *Fagus sylvatica*; Lde: *Larix decidua*; Pab: *Picea abies*; Pav: *Prunus avium*; Pce: *Pinus cembra*; Psy: *Pinus sylvestris*; Pun: *Pinus uncinata*; Qpe: *Quercus petraea*; Qro: *Quercus robur*; Tco: *Tilia cordata*.

Tabella 1. Stralcio dell'Elenco dei Materiali Selezionali della Regione Piemonte.

Table 1. Regional register of the basic material for the categories "Selected".

Tableau 1. Registre des matériels de base pour les catégories "matériels sélectionnés".

## SUMMARY

### BIODIVERSITY CONSERVATION OF FOREST SPECIES IN PIEDMONT

In the last years there is an increasing interest towards the forest ecosystems, not only from the productive point of view but also as crucial elements for a sustainable management of the territory and biodiversity conservation.

In this framework is also relevant the growing demand of forest propagation (nursery) material that, due to the poor availability of autochthonous broadleaves seeds, could be accomplished only through supply of materials coming from abroad.

Considering these requirements, a number of studies and experimentations were carried out in Piedmont Region in order to get a better knowledge of the characteristics and potential supply of the local propagation material. The

researches on this theme, involving IPLA and University of Turin, allowed to identify 83 stands suitable for collecting seeds of 78 hardwood and shrubs species. In the same time another research field concerning the definition and delineation of provenance regions as a basis for the propagation material management was developed. This work, carried out in collaboration with the BIOFORV project research team, produced as a result the delineation of 5 provenance regions on ecological basis and, for some species, also on a genetic basis.

## RÉSUMÉ

### LA CONSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ DES ESPECES FORESTIERES AU PIEMONTE

Dans ces dernières années on a assisté à une augmentation d'intérêt concernant les écosystèmes forestiers, non seulement en tant que unités productives, mais aussi en tant que éléments fondamentaux pour un aménagement durable du territoire et pour la conservation de la biodiversité. Dans ce cadre il s'ajoute une demande de plants en pépinière de plus en plus importante, surtout pour ce qui concerne les feuillus arborescents et arbustifs, souvent satisfaite par l'importation de plants provenant de pays étrangers; ceci à cause de la faible disponibilité de matériel autochtone dans les pépinières publiques et privées, à cause de défaut de peuplements feuillus à graines.

Sur la base de ces exigences, à partir de 1995, au Piémont ont démarré nombreuses études et approfondissements avec le but de mieux connaître le patrimoine végétal local et les possibilités effectives d'approvisionnement de matériel pour la propagation; ces activités, qui ont vu la collaboration entre l'I.P.L.A. et l'Université de Turin avec la coordination de la Région Piémont, ont porté à repérer 83 peuplements aptes à la récolte concernant 78 espèces forestières, avec décret officiel régional.

En parallèle, tenu compte que la gestion du matériel de propagation doit être effectuée dans le cadre de "Régions de Provenance", ont démarré des études pour leur définition sur le terrain en collaboration aussi avec le Groupe de travail BIOFORV. Au Piémont ceci a porté à délimiter 5 Régions de provenance sur base écologique et pour certaines espèces (frêne, pin sylvestre, merisier, chêne pédonculé) sur base génétique aussi.

## BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (a cura di Ducci F.), 2002 – *Linee guida per il reperimento e l'impiego dei materiali forestali di base per l'applicazione della Direttiva 1999/105/CE*. Programma Finalizzato MiPAF, Riselvitalia 1.1 "Biodiversità e Produzione di Materiale Forestale di Propagazione". Ed. Compagnia delle Foreste, Arezzo.

AA.VV., 1996-97 – *Caratterizzazione e valutazione di stazioni piemontesi di farnia, rovere, frassino maggiore e*

*ciliegio selvatico idonee per la raccolta di materiale di propagazione da destinare alla vivaistica forestale*. IPLA, Regione Piemonte (inedito).

AA.VV., 1998 – *Individuazione e caratterizzazione sul territorio regionale di Aree idonee per la raccolta di materiali di propagazione di specie arboree ed arbustive autoctone da destinare alla vivaistica forestale*. IPLA, Regione Piemonte (inedito).

AA.VV., 2001- 2003 – *Valorizzazione delle provenienze piemontesi di specie forestali con impianti comparativi, arboreti da seme, piani di gestione aree di raccolta*. IPLA, Regione Piemonte (inedito).

Belletti P., Varetto A., Monteleone I., Pividori M., Motta R., Nosenzo A., Boetto G., Cuffolo E., Giordano A., Quaglino E., Rusco E., 1996 – *Individuazione e caratterizzazione di popolamenti piemontesi di farnia e rovere per la produzione di seme*. Relazione conclusiva. Università degli Studi di Torino, inedito.

Belletti P., Giordano A., Quaglino E., Motta R., Nosenzo A., Pividori M., Boetto G., 1995 – *Individuazione e caratterizzazione di popolamenti piemontesi di faggio (Fagus sylvatica L.) per la produzione di seme*. Relazione generale. Università degli Studi di Torino, inedito.

Belletti P., Camerano P., Ferrazzini D., Grieco C., Monteleone I., 2004 – *Individuazione di aree forestali geneticamente omogenee per la produzione di seme di elevata qualità: il frassino maggiore*. Progetto finanziato da APAT e realizzato in collaborazione con il gruppo BIO.FOR.V.

Belletti P., Monteleone I., Pividori M., Motta R., Nosenzo A., Boetto G., Giordano A., Quaglino E., 1997 – *Individuazione e caratterizzazione di popolamenti piemontesi di frassino per la produzione di seme*. Relazione conclusiva. Università degli Studi di Torino, inedito.

Camerano P., Terzuolo P., Roberto P., 1998 – *Individuazione di popolamenti idonei alla raccolta di ciliegio (Prunus avium)*. IPLA – Regione Piemonte (inedito).

Camerano P., Terzuolo P., Roberto P., Camoriano L., Belletti P., Monteleone I., 2004 – *I Popolamenti forestali piemontesi per la raccolta del seme*. Ages Arti Grafiche S.p.A., Torino – Aprile 2004.

IPLA S.p.A., 2007 – *La carta dei suoli del Piemonte (SCALA 1:250.000)* redatta nell'ambito della realizzazione della Carta Pedologica Nazionale (Programma Interregionale Agricoltura e Qualità).

Ozenda P., 2002 – *Prospective pour une Géobiologie des montagnes*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.

Terzuolo P., Camerano P., Roberto P., Camoriano L., Aadduci M.G., Belletti P., Monteleone I., 2002 – *I popolamenti da seme in Piemonte*. Sherwood, n. 75 e n. 76.

Zanuttini R., Boetto G., Cremonini C., Fragnelli G., 2001 – *Caratterizzazione fisico-meccanica di legname proveniente da popolamenti piemontesi di larice, farnia e rovere, faggio*. (Inedito).

## MANTENIMENTO DELLE AREE APERTE E CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ IN UN'AREA PROTETTA DELL'APPENNINO TOSCO-EMILIANO

(\*) Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università degli Studi di Firenze

(\*\*\*) Dipartimento di Scienze Agronomiche e Gestione del Territorio Agroforestale, Università degli Studi di Firenze

Il processo di abbandono delle attività agricole ha assunto dal dopoguerra un'estrema rilevanza nelle aree montane, favorendo nelle aree pascolive lo sviluppo di alcune specie indesiderate, che espandendosi riducono la superficie pascolabile a disposizione dei domestici e della fauna selvatica come il cervo (*Cervus elephus*), il capriolo (*Capreolus capreolus*) e il cinghiale (*Sus scrofa*). Una delle specie infestanti più invasive è la felce aquilina (*Pteridium aquilinum*) la cui presenza è riscontrata spesso in aree aperte una volta utilizzate. La vegetazione erbacea sotto la felce è limitata o pressoché assente a causa del forte ombreggiamento, dell'ostruzione fisica e della grande quantità di lettiera che questa pianta lascia accumulata al suolo, con forti conseguenze negative sulla biodiversità vegetale. Il presente lavoro espone i risultati di uno studio di sistemi di gestione contro le infestazioni della felce nelle aree aperte una volta utilizzate come pascoli e situate nel Parco Regionale dei Laghi di Suviana e Brasimone (BO). La raccolta dei dati ha riguardato lo studio della vegetazione in termini di composizione botanica, ricchezza floristica e biodiversità prima e dopo gli interventi agronomici realizzati. Sono stati inoltre impiegati indici di brucatura per rilevare le specie maggiormente utilizzate dagli ungulati selvatici. I risultati dei rilievi sulla vegetazione hanno confermato che la qualità del pascolo risulta incrementata e l'infestazione ridotta ed hanno inoltre fornito indicazioni utili sull'effettiva utilizzazione di molte specie da parte della fauna selvatica.

*Parole chiave:* miglioramenti ambientali, biodiversità, ungulati selvatici, pascolo, tasso di brucatura.

*Key words:* environmental improvements, biodiversity, wild ungulates, pasture, defoliation rate.

*Mots clés:* amélioration de l'environnement, biodiversité, ongulés sauvages, pâturage, taux d'abrutissement.

### 1. INTRODUZIONE

Dalla metà del secolo scorso lo spopolamento delle aree montane ha determinato profondi cambiamenti nell'uso del territorio e del paesaggio italiano. Le cause dell'abbandono dei terreni agricoli e pastorali montani sono da ricercarsi nei cambiamenti socio-economici avvenuti in modo determinante in Italia a partire dagli anni cinquanta del secolo scorso (Genghini, 2007). Una delle conseguenze più evidenti dovuta all'abbandono è la contrazione della superficie occupata dagli habitat aperti, soprattutto di prato e pascolo, nelle aree marginali (Lombardi *et al.*, 2001). Tale progressiva "chiusura" ha come conseguenza la notevole riduzione della biodiversità in questi territori, in particolare nei confronti di alcune specie vegetali. Il grande valore ecologico, e conseguentemente anche faunistico, delle aree aperte che comprendono fasce di ecotono ovvero di passaggio fra una zona a copertura arborea e un'area aperta, si manifesta con un significativo aumento di specie in queste fasce di transizione (Argenti *et al.*, 2000). Questa complessità vegetazionale attira la presenza di animali i quali scelgono queste aree come zone di alimentazione e di riproduzione. Durante il processo di successione secondaria che segue l'abbandono dei terreni dalle pratiche agro-silvo-pastorali, le specie ecologicamente più specializzate tendono a scomparire in favore di specie più competitive. Tutto ciò provoca una forte riduzione della biodiversità vegetale e una rapida scomparsa di associazioni erbacee, endemismi e piante da fiore geofite per cui in generale si assiste ad una semplificazione floristica e vegetazionale delle aree pastorali non più utilizzate (Staglianò *et al.*, 2003).

In questo contesto si inserisce un progetto di ricerca avviato in passato nell'area del Parco Regionale dei Laghi di Suviana e Brasimone (BO) che aveva come scopo quello di valutare le possibilità di controllo della felce aquilina (*Pteridium aquilinum*), specie particolarmente invadente che può determinare un rapido peggioramento delle condizioni ambientali degli habitat aperti e abbandonati dei territori marginali di collina e montagna (Pakeman e Marrs, 1992; Le Duc *et al.*, 2000). I primi risultati hanno confermato lo scarso valore naturalistico, pascolare e faunistico delle aree invase dalla felce (Cervasio *et al.*, 2007), in quanto questa pianta deprime notevolmente la diversità floristica rendendo eccessivamente omogenei e poveri gli ambienti infestati (Ouden, 2000). In questo lavoro si prende in considerazione l'evoluzione delle caratteristiche vegetazionali ed ecologiche in aree aperte sottoposte a programmi di miglioramento ambientale per quanto riguarda la biodiversità, la ricchezza floristica ed il valore pascolare della vegetazione, nell'ottica di un utilizzo della risorsa erbacea da parte di specie animali selvatiche.

### 2. MATERIALI E METODI

I rilievi sono stati svolti in un'area aperta chiamata "La Lamaccia" considerata rappresentativa delle aree aperte del Parco Regionale dei Laghi di Suviana e Brasimone. L'area si estende per una superficie di 2,6 ettari circa, a 1150m di altitudine su un territorio per la maggior parte pianeggiante. Nell'area sono stati realizzati nel 2004 interventi di miglioramento del pascolo che hanno previsto

lo sfalcio della vegetazione invasiva, di cui la felce rappresentava oltre il 40% della copertura vegetale e l'aratura e la semina di un miscuglio di specie foraggere adatte alle condizioni pedo-climatiche della zona (30% *Bromus inermis*, 30% *Dactylis glomerata*, 25% *Festuca ovina*, 10% *Trifolium pratense*, 5% *Lotus corniculatus*). Negli anni successivi il pascolo ripristinato è stato regolarmente sfalcio fino al 2006 per mantenere la nuova vegetazione. L'effetto dello sfalcio ha in qualche modo simulato il pascolamento o gli sfalci da fienagione che un tempo venivano effettuati regolarmente in queste aree. Nei mesi estivi dal 2004 al 2008 sono stati raccolti dati sulla copertura della felce e sulla composizione botanica, realizzando 8 indagini per rilievo mensile, usando il metodo delle analisi lineari proposto da Daget e Poissonet (1969). Questo metodo prevede il rilievo della vegetazione lungo dei transect lineari, che nel nostro caso erano lunghi 6,60m con letture della presenza delle specie ogni 20cm. Con tale procedimento viene rilevata la frequenza di ogni singola specie lungo la linea e calcolato il suo contributo specifico  $Cs$  (apporto percentuale individuale alla composizione complessiva della vegetazione), che viene poi impiegato nel calcolo del valore pastorale  $VP$  secondo la formula:  $VP = \sum (Cs_i \times Is_i) / 5$ , dove  $Is_i$  è l'indice specifico, variabile da 0 a 5, che sintetizza il valore pabulare di ciascuna specie presente (Cavallero *et al.*, 2002; Roggero *et al.*, 2002). Il valore pastorale permette un rapido giudizio quali-quantitativo della risorsa analizzata determinando il reale potenziale foraggero della vegetazione pascoliva studiata (Cavallero *et al.*, 2007). La ricchezza floristica è stata valutata tramite l'indice di Shannon-Wiener  $H'$ , generalmente usato per esprimere la biodiversità, e che considera due caratteristiche della formazione vegetale analizzata, la numerosità delle specie presenti (*richness*) e la loro equilibrata distribuzione (*evenness*). Esso viene calcolato mediante la seguente formula:  $H' = -\sum p_i \ln p_i$ , dove  $p_i$  è la frequenza specifica percentuale espressa in forma decimale (Magurran, 2004). La valutazione dell'effetto degli interventi di ripristino sulla composizione floristica del cotico erboso è stata ottenuta dal confronto, tramite ANOVA, dei valori pastorali e degli indici di biodiversità e ricchezza calcolati per ciascun anno di rilievo. Per analizzare la reale utilizzazione del nuovo pascolo da parte degli ungulati selvatici, ed il loro diretto impatto sulle differenti specie, è stato rilevato al momento dell'ultimo rilievo botanico (giugno 2008) il tasso di defogliazione ( $DR$ ) secondo il metodo proposto da Orth *et al.* (1998) e che prevede, durante il rilevamento della vegetazione lungo il transect lineare, il giudizio sull'effettiva percentuale di prelievo di ogni specie che viene censita. In tal modo, dal rapporto tra tasso di defogliazione ottenuto e percentuale di presenza è possibile stimare se la specie viene altamente ricercata dagli animali utilizzatori (rapporto maggiore di 1) oppure se il tasso di prelievo è in linea con la presenza percentuale della specie all'interno del pascolo.

### 3. RISULTATI E DISCUSSIONE

I risultati ottenuti dai rilievi sulla composizione floristica del pascolo esaminato hanno mostrato una sostanziale evoluzione negli anni per quanto riguarda la conforma-

zione del cotico dal punto di vista della presenza di specie di interesse pabulare (Figura 1). Prima degli interventi agronomici si osserva una massiccia presenza di felce aquilina che opprimendo le piante sottostanti ha sicuramente limitato l'affermarsi di famiglie di interesse pabulare come ad esempio le leguminose, caratterizzate in genere da elevata eliofilia. Nei tre anni successivi agli interventi si è assistito ad un sostanziale aumento di presenza delle famiglie di maggiore interesse foraggero, come graminacee e leguminose: in particolare queste ultime sono state favorite dagli sfalci di mantenimento eseguiti nel 2005 e nel 2006. Anche le specie appartenenti alle altre famiglie botaniche sono riuscite a reintrodursi trovando un buon equilibrio durante i primi anni nella composizione complessiva del pascolo. La non utilizzazione dell'area degli ultimi anni, però, ha fatto registrare un leggero decremento di graminacee e leguminose ed un significativo aumento di altre specie spontanee alcune delle quali di scarso valore pabulare, che attraverso adeguati sfalci venivano invece limitate nella diffusione.

Le analisi sul pascolo hanno inoltre permesso di mettere in luce il graduale ma marcato incremento del valore pastorale, condizionato negativamente dalla presenza della felce prima degli interventi agronomici (Figura 2). L'incremento di questo valore durante i primi anni può essere attribuito all'apporto, attraverso la semina, di specie interessanti dal punto di vista foraggero e dagli sfalci di mantenimento eseguiti fino al 2006. Negli ultimi anni, la trascurata gestione dell'area ha determinato un prevedibile peggioramento della qualità del pascolo, confermato dalla progressiva diminuzione in percentuale delle famiglie botaniche più interessanti. Tuttavia i valori significativamente crescenti di biodiversità ( $H'$ ) e di numero di specie presenti ( $R$ ) visualizzati in Figura 3 esprimono una potenziata diversità floristica in continua espansione, e tale evoluzione ha sicuramente riscontri positivi nella funzione di richiamo per gli animali selvatici che questi pascoli sono chiamati oramai a svolgere, essendo quasi definitivamente tramontata la loro utilizzazione da parte del bestiame domestico.

Nella Tabella 1, infatti, è dimostrata l'effettiva utilizzazione da parte degli ungulati di molte delle specie presenti nell'area ripristinata. È stata rilevata la brucatura mediante la metodologia del tasso di defogliazione ( $DR$ ) sia di alcune delle specie seminate, e quindi di sicuro interesse pabulare e provviste pertanto di un indice specifico ben determinato, sia delle specie spontanee che hanno in molti casi indice specifico pari a 0 e quindi un interesse pabulare nullo, almeno per gli animali domestici per cui tali indici sono stati messi a punto. In questa tabella quindi si mette a confronto il tasso di defogliazione effettivamente registrato con l'indice specifico proposto per il calcolo del valore pastorale che è stato utilizzato in questa sperimentazione. È interessante notare che nel pascolo considerato, frequentato solamente da fauna selvatica, non c'è una stretta relazione fra l'indice specifico e il parametro  $DR/Cs$  che identifica se una specie subisce una reale ricerca da parte degli animali utilizzatori. Si può infatti osservare come molte specie con  $Is$  ridotto o uguale a zero sono comunque apprezzate e brucate dagli animali selvatici. Ad esempio si può vedere che specie ritenute di nessun interesse foraggero per i domestici come *Hypericum*



*perforatum* e *Lamium album* hanno subito un prelievo molto elevato, mentre specie di notevole qualità pabulare, come i trifogli o i logli riscontrati nell'area esaminata, sono stati effettivamente utilizzati in misura molto ridotta. La presenza, anche diffusa, di alcune specie ad indice specifico basso o nullo può quindi giustificare la riduzione del valore pastorale registrata nelle fasi finali della ricerca, ma essa non comporta automaticamente una bassa disponibilità alimentare dell'area analizzata quando l'utilizzazione avviene da parte di selvatici che hanno esigenze trofiche diversificate rispetto ai domestici.

#### 4. CONCLUSIONI

I risultati ottenuti confermano l'efficacia dei miglioramenti ambientali realizzati in termini di valore pabulare acquisito dell'area ripristinata e in termini di biodiversità botanica e, conseguentemente, anche animale. La conservazione delle aree ripristinate attraverso sfalci annuali risulta però assai importante per limitare lo sviluppo di essenze indesiderate e favorire le specie pabulari che traggono giovamento dal pascolamento o dallo sfalcio, in quanto è stato registrato un rapido declino del valore pastorale dell'area in conseguenza della cessazione dell'utilizzazione. Il mantenimento delle aree aperte attraverso un programma di controllo dei pascoli rappresenta quindi un'azione importante per una corretta gestione dell'ecosistema, al fine di preservare la ricchezza floristica e di conseguenza la biodiversità degli habitat trasformando le praterie in una risorsa di cibo stabile per gli animali selvatici. Infine, lo studio ha messo in luce il differente apprezzamento da parte dei selvatici di specie generalmente considerate di scarso interesse pabulare, e quindi la valutazione del valore pastorale di un'area pascoliva a finalità faunistiche eseguita utilizzando gli indici specifici elaborati per i domestici può portare a conclusioni fuorvianti sul reale potenziale foraggero. Per tali motivi sarebbero necessarie ulteriori ricerche volte a identificare l'effettivo tasso di prelievo delle specie spontaneamente presenti nelle risorse pascolive al fine di individuare appositi indici di valutazione della qualità di ogni specie in relazione all'utilizzazione da parte degli animali selvatici.

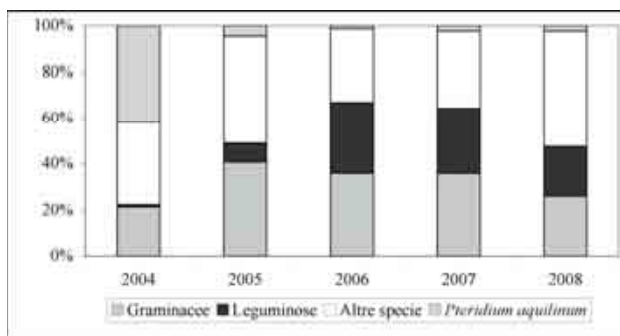


Figura 1. Andamento del contributo specifico di *Pteridium aquilinum* e delle più importanti famiglie botaniche.  
Figure 1. Trend of the specific contribution of *Pteridium aquilinum* and the most important botanical families.  
Figure 1. Tendence de la contribution spécifique de *Pteridium aquilinum* et les familles botaniques plus importantes.

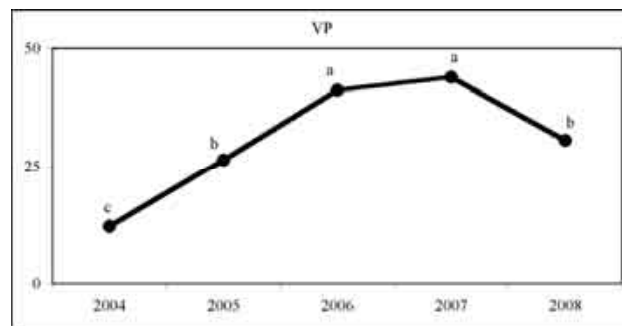


Figura 2. Evoluzione del valore pastorale (VP) nel corso degli anni. I dati con lettere differenti sono significativamente differenti per  $P < 0.01$ .  
Figure 2. Evolution of pastoral value (VP), along years of trial. Data with different letters are significantly different at  $P < 0.01$ .  
Figure 2. Évolution de valeur pastorale (VP) le long d'années. Les valeurs avec lettres différentes sont significativement différentes au  $P < 0.01$ .

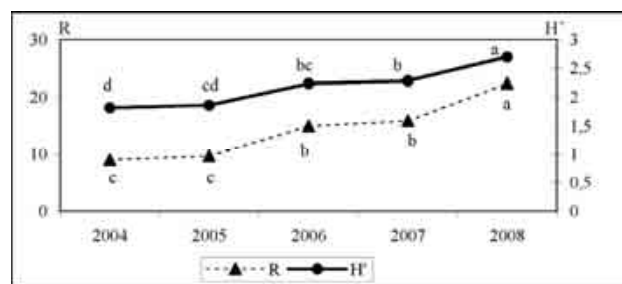


Figura 3. Indice di Shannon-Wiener (H') e ricchezza floristica (R) durante il periodo 2004-2008. I dati con lettere differenti lungo la stessa linea sono significativamente differenti per  $P < 0.01$ .  
Figure 3. Shannon-Wiener index (H') and floristic richness (R) during 2004-2008 period. Data with different letters along the same line are significantly different at  $P < 0.01$ .  
Figure 3. Shannon-Wiener index (H') et richesse floristique (R) pendant 2004-2008 période. Les valeurs avec lettres différentes le long de la même ligne sont significativement différentes à  $P < 0.01$ .

Specie	DR/Cs	Is	Cs
<i>Achillea millefolium</i>	0,73	2	3,96
<i>Cytisus scoparius</i>	1,20	0	0,79
<i>Dactylis glomerata</i>	1,11	5	1,94
<i>Festuca arundinacea</i>	0,49	3	1,08
<i>Galium cruciata</i>	1,43	0	6,64
<i>Galium album</i>	1,22	0	2,10
<i>Hypericum perforatum</i>	4,13	0	0,11
<i>Holcus mollis</i>	1,80	2	15,18
<i>Lamium album</i>	2,10	0	0,15
<i>Lathyrus pratensis</i>	0,82	2	0,58
<i>Lolium multiflorum</i>	0,70	4	0,45
<i>Lolium perenne</i>	0,59	5	0,40
<i>Lotus corniculatus</i>	0,67	3	0,71
<i>Poa trivialis</i>	0,56	2	5,27
<i>Ranunculus acris</i>	1,97	0	1,05
<i>Rubus idaeus</i>	1,27	0	0,25
<i>Rumex acetosella</i>	0,73	0	2,76
<i>Silene vulgaris</i>	1,40	0	0,17

(Segue)

(Segue Tabella 1)

<i>Stellaria graminea</i>	0,89	0	13,25
<i>Stellaria media</i>	0,58	0	0,84
<i>Trifolium pratense</i>	0,60	4	8,42
<i>Trifolium repens</i>	0,91	4	11,31
<i>Veronica chamaedrys</i>	1,43	0	10,36
<i>Viola tricolor</i>	0,95	0	1,77

Tabella 1. Rapporto di utilizzazione (DR/Cs) delle specie pascolate dalla fauna selvatica e rispettivo Is e Cs.

Table 1. Utilization rate (DR/Cs) of species grazed by the wild fauna and respective Is and Cs.

Tableau 1. Taux d'abrouissement (DR/Cs) pour les espèces broutées par la faune sauvage et respectif Is et Cs.

## SUMMARY

### MAINTENANCE OF OPEN AREAS AND BIODIVERSITY CONSERVATION IN A PROTECTED AREA ON THE CENTRAL REGION OF THE APENNINES MOUNTAINS (ITALY)

Agricultural abandonment in Europe reflects a post-war trend of rural depopulation and this has favoured the development in the pastoral resources of some undesirable plant species that reduce the suitability of pastures for domestic livestock and for wild animals such as red deer (*Cervus elephus*), roe deer (*Capreolus capreolus*) and wild boar (*Sus scrofa*). One of the most invasive weeds is bracken fern (*Pteridium aquilinum*) whose presence is often observed in open areas once used as pastures. Vegetation under bracken is often depauperated and sometimes non-existent and this is due either to shading by the bracken canopy, to physical obstruction and to accumulated litter with negative consequences on biodiversity. This study examined the effectiveness of agronomical management systems against bracken fern infestation in open areas, once used as pastures, situated in the Regional Park of Laghi di Suviana e Brasimone (BO). Data collection concerned the study of vegetation, botanical composition, floristic richness and biodiversity before and after the intervention efforts. Moreover, the method used to measure the defoliation rate enabled effective indications to be made concerning the real utilization of several plant species by wild animals. The results confirmed the increase in pastoral value and a decrease in fern presence and they provided useful indications about the real species utilization by wild ungulates.

## RÉSUMÉ

### ENTRETIEN DES ESPACES OUVERTS ET LA CONSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ DANS UNE ZONE PROTÉGÉE DE LA CAMPAGNE TOSCANE-EMILIAN (ITALY)

L'abandon agricole en Europe reflète l'après-guerre tendance d'exode rural et cela a favorisé le développement dans les ressources pastorales de certaines espèces de plantes indésirables qui réduisent la pertinence de pâturages pour le bétail domestique et pour des animaux sauvages comme le cerf rouge (*Cervus elephus*), le chevreuil (*Capreolus capreolus*) et le sanglier sauvage (*Sus scrofa*).

Une des mauvaises herbes les plus envahissantes est la fougère (*Pteridium aquilinum*) dont la présence est souvent observée dans des secteurs ouverts une fois utilisés comme des pâturages. La végétation herbacée sous la fougère est limitée ou presque absente à cause du fort assombrissement, de l'obstruction physique et de la grande quantité de litière qui cette plante laisse cumulée le sol, avec des fortes conséquences négatives sur la biodiversité végétale. Cette étude a examiné l'efficacité des systèmes de gestion agronomiques contre l'infestation de fougère dans les zones ouvertes, une fois utilisées comme pâturages, situées dans le Parc Régional de Laghi di Suviana e Brasimone (BO). La collecte de données concernait l'étude de la végétation, la composition botanique, la richesse floristique et la diversité biologique avant et après l'intervention réalisée. De plus, la méthode également utilisée le taux de défoliation pour détecter les espèces plus utilisées par les ongulés sauvages. Les résultats ont confirmé l'augmentation de la valeur pastorale et une diminution en présence de fougère et ils ont fourni des indications utiles de l'utilisation d'espèce réelle par des ongulés sauvages.

## BIBLIOGRAFIA

- Argenti G., Sabatini S., Stagliano N., Talamucci P., 2000 – *Vegetazione prato-pascoliva infraforestale e biodiversità di un'area alpina orientale*. Atti del II Convegno della Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale, 20-22 ottobre 1999, Bologna, 267-272.
- Cavallero A., Rivoira G., Talamucci P., 2002 – *Pascoli*. In: *Coltivazioni erbacee. Foraggi e tappeti erbosi*, Patron Editore, Bologna, p. 239-294.
- Cavallero A., Aceto P., Gorlier A., Lombardi G., Lonati M., Martinasso B., Tagliatori C., 2007 – *I tipi pastorali delle Alpi piemontesi*. Alberto Perdisa Editore, Bologna.
- Cervasio F., Ponzetta M. P., Argenti G., Di Prinzio M., Sacconi F., Di Leo V., Genghini M., Bolognesi L., 2007 – *Environmental improvement and biodiversity conservation in green areas on an Apennine woodland*. Atti del 14° Simposio dell'European Grassland Federation, Grassland Science in Europe, vol. 12, 386-389.
- Daget P., Poissonet Y., 1969 – *Analyse phytologique des prairies. Applications agronomiques*. CNRS-CEPE, Montpellier, doc. 48.
- Genghini M., 2007 – *Territori di collina e di montagna e politiche agricole: effetti ed opportunità per la fauna selvatica*. In: «Valorizzazione agro-forestale e faunistica dei territori collinari e montani», a cura di Lucifero M., Genghini M. Istituto Nazionale Fauna Selvatica, Ministero delle Politiche agricole, alimentari e forestali, St.e.r.n.a., Toscanella di Dozza (BO), p. 13-42.
- Le Duc M.G., Pakeman R.J., Marrs R.H., 2000 – *Vegetation development on upland and marginal land treated with herbicide, for bracken (Pteridium aquilinum) control, in Great Britain*. Journal of Environmental Management, 58: 147-160.
- Lombardi G., Reyneri A., Cavallero A., Argenti G., Sabatini S., Stagliano N., Talamucci P., 2001 – *La gestione conservativa delle superfici pastorali dell'arco alpino*. In: «Contributi alla conoscenza scientifica», a cura di E.

- Piano, R. Paletti, M. Bassingana. P.F. MiPAF “Gestione delle risorse prato-pascolive alpine”. Aosta, p. 7-15.
- Magurran A.E., 2004 – *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Malden, USA.
- Orth D., Carrère P., Lefèvre A., Duquet P., Michelin Y., Josien E., L’Homme G., 1998 – *L’adjonction de chevaux aux bovines en conditions de sous-chargement modifie-t-elle l’utilisation de la ressource herbagère?* Fourrages, 153: 125-138.
- Ouden J., den, 2000 – *The role of bracken (Pteridium aquilinum) in forest dynamics*. PhD. Thesis, Wageningen University, Wageningen, the Netherlands, 218 pp. (Dutch summary).
- Pakeman R.J., Marrs R.H., 1992 – *Vegetation development on moorland after control of Pteridium aquilinum (L.) Khun with asulam*. Journal of Vegetation Science, 3: 707-710.
- Roggero P.P., Bagella S., Farina R., 2002 – *Un archivio di dati di indici specifici per la valutazione integrata del valore pastorale*. Rivista di Agronomia, 36: 149-156.
- Staglianò N., Argenti G., Albertosi A., Bianchetto E., Sabatini S., 2003 – *La gestione delle risorse pastorali e le relazioni con gli ambienti forestali*. Atti del Convegno “Selvicoltura e paesaggi forestali in Appennino”, 7-8 ottobre 2002, Santuario della Verna, 99-108.

## DANNI DA UNGULATI ALLA RINNOVAZIONE NATURALE DELLE FORESTE. UN CONFRONTO TRA ALCUNE ESPERIENZE DI INDAGINE

(\*) Dipartimento AAEPV, Università degli Studi di Padova, Legnaro (PD)

(\*\*) Dipartimento TESAF, Università degli Studi di Padova, Legnaro (PD)

I danni causati alla rinnovazione forestale da parte degli Ungulati, il cui carico almeno localmente è andato aumentando negli ultimi decenni, è fonte di notevole preoccupazione per i selvicoltori.

Si descrivono sinteticamente in questo lavoro alcune indagini svolte in boschi di località italiane diverse nel corso dell'ultimo quindicennio, al fine di quantificare la presenza di danni da cervidi sulle piantine forestali e di verificare eventuali relazioni con i parametri del popolamento e il trattamento selvicolturale. Vengono esposti in sintesi le metodologie seguite e i risultati ottenuti e si formulano alcune proposte per orientare la prassi operativa nella raccolta dei dati.

*Parole chiave:* cervidi, danni, selvicoltura.

*Key words:* cervids, browsing, silviculture.

*Mots clés:* cervidés, dommages, sylviculture.

### 1. INTRODUZIONE

Come noto, sia in Italia sia all'estero da oltre mezzo secolo viene prestata grande attenzione da parte dei forestali e dei gestori del territorio ai danni causati da prelievi alimentari degli ungulati, soprattutto cervidi, sulla rinnovazione naturale delle specie arboree forestali (Aldous, 1944; Daburon, 1963). Si tratta di danni di origine alimentare e insieme, nel caso dei cervidi, di natura etologica, legata ad alcune caratteristiche del comportamento di questi animali in fase riproduttiva e di sostituzione dei palchi.

Lo *status*, la distribuzione e la gestione del patrimonio faunistico italiano degli ungulati nell'ultimo sessantennio si sono profondamente modificati in virtù di mutate situazioni socio-economiche, di presenza e creazione di aree protette (parchi e demani forestali), di reintroduzioni e di adozione di forme di prelievo più consone alla biologia ed alla dinamica di popolazione delle specie (De Battisti e Masutti, 1995; Pedrotti *et al.*, 2001).

Infatti, il progressivo abbandono delle aree alto-collinari e montane dalla capillare e secolare presenza dell'uomo e delle tradizionali attività rurali, soprattutto zootecniche, ha reso disponibili alla ricolonizzazione forestale ampie aree (Del Favero, 2004) in cui le popolazioni di ungulati, ridotte ai minimi termini dopo il secondo conflitto mondiale del secolo scorso, hanno recuperato spazi e consistenza numerica.

L'ampio effetto di ecotonizzazione delle ex superfici a prato-pascolo, l'abbandono colturale dei cedui e dei boschi a macchiatico negativo, la presenza di estesi demani forestali pubblici (in cui *ope legis* è vietata la caccia) unitamente alla creazione di nuove aree protette (Parchi e Aree di rifugio) hanno permesso un lento ma continuo recupero dei selvatici, sia pur con cadenze e ritmi diversi per specie e contesti territoriali. Inoltre, le numerose reintroduzioni e i rinforzi di popolazioni (Pedrotti *et al.*, 2003), il progressivo diffondersi della caccia di selezione e la scomparsa pressoché totale del nomadismo venatorio (L. 157/92) completano il ventaglio delle condizioni favorevoli succedutesi per le specie considerate.

Oltre alle problematiche già note in campo agrario (Pedrotti *et al.*, *l. c.*), non sempre risulta facile la conciliazione tra la pressione esercitata dalle popolazioni di questi erbivori e le aspettative selvicolturali ed assestamentali, che vorreb-

bero poter contare su una risposta assicurata da parte del bosco in occasione dei tagli di rinnovazione. Esso può anche assumere carattere di gravità in alcune aree protette, dove la mancanza di misure di controllo numerico delle popolazioni di erbivori può arrivare a compromettere la composizione della foresta e la possibilità di permanenza di alcune specie arboree.

### 2. PRESENTAZIONE DELLE INDAGINI SVOLTE

A partire dal 1994 si sono intraprese alcune indagini in boschi di località diverse, volte a identificare sia la tipologia di danno, sia l'entità di questo nei confronti della rinnovazione naturale presente. Le informazioni relative alle località oggetto di indagine e alle diverse metodologie seguite sono sintetizzate in Tab. 1.

Nel corso della prima ricerca, condotta in Foresta di Tarvisio, si è operato per aree di saggio campione localizzate nelle aree in rinnovazione, sia descrivendo le tipologie di danno, sia procedendo alla loro quantificazione (Nanetti *et al.*, 1997).

In Valtellina, in Parco Nazionale d'Abruzzo e in Trentino-Alto Adige si è applicato invece il metodo proposto da Reimoser (1996), così come integrato da Carmignola *et al.* (1997) per le indagini condotte nel Parco Nazionale dello Stelvio e in Provincia Autonoma di Bolzano.

Nella Foresta del Cansiglio si sono sperimentate due metodologie differenti: la prima basata su transetti di lunghezza variabile localizzati nelle aree previste in rinnovazione (Caudullo *et al.*, 2003); la seconda, adottata più di recente, fondata sull'identificazione sul terreno, con l'ausilio di GPS, di punti generati *random* su una maglia quadrata di 300 m di lato e sul successivo tracciamento, in corrispondenza di questi, di aree di saggio permanenti concentriche di 10 e 30 m di raggio. In questo caso sono stati considerati, classandoli in 7 classi di altezza di modulo 50 cm, tutti gli elementi arborei fino al diametro soglia di 12,5 cm a petto d'uomo.

In tutte le località indagate i danni più importanti per brucatura e scortecciatura riguardano la specie bersaglio abete bianco (Gill, 2006; Mysterud, 2006; Bianchi e Paci, 2008); essi sono causati spesso da un effetto di concentrazione degli animali in aree particolari a loro favorevoli in quanto isole di



rifugio stagionali, invernali soprattutto, da forme di disturbo antropico legate all'attività venatoria, a frequentazioni e comunque ad un uso del territorio invasivo dei consueti siti di alimentazione e riposo.

### 3. CONSIDERAZIONI

La pressione dei cervidi sul bosco e il condizionamento che ne subisce la selvicoltura è indubbiamente questione che va risolta attraverso una collaborazione di intenti e una condivisione di conoscenze tra selvicoltori e faunisti. Come molto giustamente osserva Otto (1979, in Reimoser e Gosow, *l.c.*), infatti, solo la comprensione dell'impatto che la gestione forestale esercita sulla selvaggina consente, all'inverso, di interpretare correttamente l'impatto della selvaggina sulla foresta e, conseguentemente, di risolvere o perlomeno attenuare i conflitti.

Da parte dei selvicoltori, pur tenendo conto delle differenze legate al variare di condizioni stazionali, di tipo forestale e di sistema colturale adottato, sarebbe opportuno arrivare a concordare una soglia di danno ritenuta "fisiologica" e come tale accettabile. Nello stabilire quale sia l'entità del danno accettabile vanno considerati sia aspetti di natura ecologica (una certa aliquota di predazione da parte degli erbivori deve essere ovviamente messa in conto in presenza di catene alimentari equilibrate), sia esigenze di natura più specificatamente colturale, finalizzate alla conservazione di struttura e composizione volute.

Poiché inoltre la soglia di danno accettabile si presume variabile con lo stadio di sviluppo considerato (più elevata nelle piantine molto giovani e più contenuta all'aumentare di

età e dimensioni), altro importante punto da concordare negli inventari dei danni riguarda le dimensioni delle piantine da campionare. Se infatti all'attualità non è stato ancora concordemente stabilito cosa si intenda, dal punto di vista dimensionale, per "rinnovazione forestale" (in letteratura infatti vengono proposte soglie, minime e massime, alquanto diverse, sia di diametro sia di altezza), ancor meno univocità di protocollo sussiste in occasione dei rilevamenti dei danni. Nel caso dei cervidi, la questione è resa più complessa dal fatto che danni di tipo diverso (brucatura, scortecciatura e fregoni) interessano effettivamente piantine di stadi di crescita diversi.

Altro elemento cui si vuole dedicare attenzione riguarda l'opportunità di disporre di rilevamenti ripetuti e confrontabili negli anni, al fine di seguire la dinamica del fenomeno nel tempo, anche al mutare delle condizioni strutturali del bosco. Ciò è rigorosamente fattibile solo ricorrendo a superfici di campionamento permanenti, quali ad esempio quelle che si sono volute adottare nelle ultime indagini svolte in Cansiglio; in questo caso crescono tuttavia, come è facilmente intuibile, i tempi richiesti per il tracciamento e il rilevamento delle aree di conseguenza aumentano anche i costi.

Un aspetto critico per quanto riguarda i costi del campionamento è poi quello relativo al rigore statistico che si intende seguire nell'impostazione del disegno sperimentale e nella successiva elaborazione dei dati raccolti. La lievitazione delle spese conseguente all'adozione di un livello elevato di attendibilità statistica, se va messa doverosamente in conto in campo sperimentale, non sempre è altrettanto giustificabile nella prassi operativa.

Rilevatore	Nanetti L.	Ghilotti R.	Caudullo G., Breda A.	Pizzuto C.	Meraner G.	Bortoluzzi A., Meneghetti A., Segat L.
Anno dei rilievi	1994	1999	2000/2001	2002	2003	2005
Area d'indagine	Foresta di Tarvisio (UD)	Valtellina (SO)	Foresta del Cansiglio (BL, TV, PN)	Parco nazionale d'Abruzzo Lazio e Molise (AQ)	V. D'ultimo (BZ)/ alta V. Di Non (TN)	Foresta del Cansiglio (BL,TV, PN)
Tipo forestale	Piceo-faggeta; pecceta	Pecceta; piceo- larici- cembra	Abieteto; Faggeta	Faggeta	Pecceta montana	Abieteto; Faggeta
Piano di gestione	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Modalità di campionamento	Aree di saggio	Carmignola <i>et al.</i> ,1993	Transetti	Carmignola <i>et al.</i> , 1993	Carmignola <i>et al.</i> , 1993	Punti <i>gps random</i> su maglia quadrata 300 m + a.d.s.
Dimensione area campione	1256 mq	(25x2m) su quadranti di 50 ha	Largh 10m x lungh. Variabile	(25x2m) su quadranti di 50 ha	(25x2m) su quadranti di 50 ha	314mq
Rinnovazione censita: Soglia h	> 0,20 m	<3 m	> 0,50 m	<3 m		0,0 - 3,50 m (per classi di 50 cm)
Rinnovazione censita: Soglia d.b.h.	< 12,5 cm	-	< 12,5 cm	-	-	< 12,5 cm
N° piantine sopra soglia censite	Tutte	Almeno 20 tra 10 e 50 cm	Tutte	Almeno 20 tra 10 e 50 cm	Almeno 20 tra 10 e 50 cm	Tutte
Tipologia danni rilevati	Brucatura Scortecciatura Sfregamento	Brucatura Scortecciatura Sfregamento	Brucatura Scortecciatura Sfregamento	Brucatura Scortecciatura Sfregamento	Scortecciatura	Brucatura Scortecciatura Sfregamento
Elaborazione dati	Statistica descrittiva	Statistica descrittiva	Analisi CART	Statistica descrittiva	Statistica descrittiva	Analisi CART

Tabella 1. Descrizione sintetica delle aree indagate e delle metodologie seguite.  
Table 1. Synthetic description of the surveyed sites and of the followed methods.  
Tableau 1. Description synthétique des terrains explorés et des méthodologies suivies.

## SUMMARY

### UNGULATES DAMAGES TO FOREST NATURAL REGENERATION. A COMPARISON BETWEEN SOME SAMPLING EXPERIENCES

The size of Ungulates population has considerably increased in the last decades, at least locally, and the damages caused by them to forest regeneration is of great concern for silviculture. Some surveys carried out in the last fifteen years in different forest sites in Italy are briefly presented here; the aim was to quantify the damages caused by deers to young forest trees and to verify possible relationships with stand attributes and forest systems. The methods followed and the results obtained are synthetically presented here and some proposals for operating practice during damage inventories are discussed.

## RÉSUMÉ

### DOMMAGES DE LA PART DES ONGULES A LA REGENERATION FORESTIERE. UNE COMPARAISON ENTRE QUELQUES RECHERCHES EXPERIMENTALES

Les dommages causés lors de la régénération forestière de la part des Ongulés, dont la présence numérique, au moins localement, a de plus en plus augmenté dans les dernières années, est source de considérables préoccupations pour les sylviculteurs. Dans cet écrit quelques recherches déroulées dans des bois de différentes localités italiennes au cours de la dernière période de quinze ans, afin de quantifier la présence de dommages de la part des cervidés sur les petites plantes forestiers et de vérifier les relations éventuelles avec les paramètres du peuplement et le mode de traitement. L'on expose en résumé les méthodologies suivies et les résultats obtenus e l'on formule quelques propositions pour orienter la pratique opérationnelle dans l'inventaire des dommages.

## BIBLIOGRAFIA

Aldous S.E., 1944 – *A deer browse survey method*. Journal of Mammalogy, 130-136.

Bianchi L., Paci M., 2008 – *Dinamica evolutiva e gestione delle abetine toscane: sintesi di quarant'anni di ricerche*. Forest@ 5: 122-130 [online: 2008-05-21] URL: hyperlink <http://www.sisef.it/forest@/>.

Carmignola G., Erlacher H., Noggler W., Staffler J., 1997 – *L'influsso della selvaggina sul bosco in Alto Adige*. Ufficio caccia e pesca della Provincia Autonoma di Bolzano, 74 pp.

Caudullo G., De Battisti R., Colpi C., Vazzola C., Da Ronch F., 2003 – *Ungulate damage and silviculture in the Cansiglio Forest (Veneto Prealps, NE Italy)*. Journal for Nature Conservation, 10: 233-241.

Daburon H., 1963 – *Les dégâts de cerf et de chevreuil en forêt*. Revue Forestière Française, 11: 860-874.

De Battisti R., Masutti L., 1995 – *Piano faunistico-venatorio per la Provincia di Belluno*. Castaldi, Feltre.

Del Favero R., 2004 – *I boschi delle regioni alpine italiane. Tipologia, funzionamento, selvicoltura*. CLEUP, Padova, 599 pp.

Gill R., 2006 – *The influence of large herbivores on tree recruitment and forest dynamics*. In: "Large Herbivore Ecology, Ecosystem Dynamics and conservation", Danell K., Duncan P., Bergstroem R., Pastor J. (eds.) Cambridge University Press, p. 170-202.

Mysterud A., 2006 – *The concept of overgrazing and its role in management of large herbivores*. Wildl. Biol., 12: 129-141.

Nanetti L. M., De Battisti R., De Martin Topranin P., 1997 – *Metodologia di analisi dei danni da Cervo alla rinnovazione naturale delle piante arboree di interesse forestale nel comprensorio della Foresta di Tarvisio (Alpi Orientali)*. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina XXVII: 661-666.

Pedrotti L., Duprè E., Preatoni D., Toso S., 2001 – *Banca dati Ungulati. Status, distribuzione, consistenza, gestione delle popolazioni di Ungulati in Italia*. Biol. Cons. Fauna, 109, 110 pp.

Pedrotti L., Monaco A., Scherini G.C., 1997 – *Progetto camoscio Monte Baldo*. Provincia di Verona, Settore Tutela Faunistico Ambientale, 278 pp.

Reimoser F., Gossow H., 1996 – *Impact of ungulates on forest vegetation and its dependence on the silvicultural system*. Forest Ecology and Management, 88: 107-119.

## LA MILLENARIA FORESTA DI TARVISIO

(\*) Ufficio Territoriale per la biodiversità di Tarvisio, Corpo Forestale dello Stato, Tarvisio (UD)

La Foresta di Tarvisio si estende per quasi 24.000 ettari, dei quali circa 15.100 boscati, e viene gestita dal Corpo Forestale dello Stato.

Il territorio ricade interamente nella Valcanale e confina con Austria e Slovenia.

Quella di Tarvisio è una Foresta millenaria: infatti le prime notizie storiche risalgono all'anno 1007 e tuttora il 90% della superficie forestale è gravata da diritti di servitù di legnatico di origine medioevale.

La gestione selvicolturale è di lunga tradizione, da oltre un secolo trovano infatti applicazione i Piani di assestamento.

I boschi tarvisiani vengono gestiti secondo i criteri ecologici della selvicoltura naturalistica, che ricerca i modelli colturali più consoni ad ottenere la rinnovazione naturale delle specie autoctone oltre alla stabilità dei popolamenti.

Le singole tipologie forestali sono soggette a specifici trattamenti che prevedono tagli moderati e scalari nel tempo, tali da mantenere una copertura arborea continua.

La piceo-faggete con diverso grado di mescolanza tra conifere (*Picea abies*, *Abies alba*, *Larix decidua* e *Pinus sylvestris*) e latifoglie (*Fagus sylvatica*) è la formazione più produttiva ed estesa.

La modalità di trattamento è elastica, al fine di perpetuare un patrimonio boschivo a composizione mista, a struttura tendenzialmente disetaneiforme, dove la rinnovazione naturale si insedi in piccole radure. La forma di trattamento adottata è quella dei tagli successivi a gruppi tipo *Femelschlag*.

Il patrimonio forestale risulta di notevole consistenza e valore, tanto da annoverare piante di Abete rosso (*Picea abies*), dette "di risonanza", atte alla realizzazione di strumenti musicali.

*Parole chiave:* selvicoltura, assestamento, tipologie forestali, gestione sostenibile.

*Key words:* silviculture, forest management, forest typology, sustainable management.

*Mots clés:* sylviculture, aménagement forestier, typologie forestière, gestion durable.

### 1. NOTE INTRODUTTIVE

L'Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Tarvisio del Corpo Forestale dello Stato gestisce la Foresta di proprietà del Fondo Edifici di Culto (F.E.C.) ente del Ministero dell'Interno.

La proprietà, estesa per quasi 24.000 ettari, dei quali 15.100 di bosco, ricade interamente nella Valcanale in Friuli Venezia Giulia e risulta delimitata a Nord, verso l'Austria, dalle Alpi Carniche e verso la Slovenia, a Sud-Est, dalla catena delle Alpi Giulie occidentali.

Le prime notizie storiche sulla Foresta di Tarvisio risalgono all'anno 1007, quando l'Imperatore di Germania, Enrico II "Il Santo", concedeva la Foresta al Vescovo di Bamberg nell'odierna Baviera.

Questo principato ecclesiastico durerà sette secoli e mezzo, sino al 1759, quando fu acquistata dall'Imperatrice Maria Teresa d'Austria.

Alla fine della prima guerra mondiale, con il Trattato di pace di San Germano, la Valcanale passò all'Italia e la Foresta confluì nel patrimonio del Fondo per il Culto per essere affidata in gestione, tramite apposita convenzione, al Corpo Forestale dello Stato.

Il 90% circa della superficie forestale è gravata da diritti di servitù di legnatico a beneficio delle case censite a metà 800 (quasi 700 realtà).

I principali indirizzi della gestione prevedono la valorizzazione e cura continua di questo notevole patrimonio fondiario che comprende boschi e fauna, laghi e corsi d'acqua, edifici di valore storico, strade, sentieri e rifugi, oltre alle

due Riserve Integrali di Rio Bianco e Cucco estese per 401 ettari.

L'opera dei forestali è basata, quindi, sia sull'aspetto economico legato al reddito fondiario, sia sulle funzioni pubblicistiche correlate con la conservazione ambientale e con la fruizione sostenibile della Foresta.

Questi obiettivi vengono perseguiti con un'attenta gestione selvicolturale e faunistica, senza tralasciare i compiti propri del Corpo Forestale dello Stato: difesa dagli incendi boschivi, soccorso pubblico, monitoraggio ambientale, divulgazione naturalistica, ecc.

Sul territorio operano tre Posti Fissi del Corpo Forestale dello Stato, situati a Malborghetto, Camporosso e Tarvisio, dove ha sede pure una Unità Operativa Territoriale, posta ad ulteriore presidio del territorio.

### 2. AMBIENTE

Il clima locale è particolarmente favorevole all'instaurarsi di una vegetazione forestale in quanto può essere interpretato come forma di transizione tra il clima oceanico e continentale: temperature medie annue di 5-6 °C, un'escursione media annua di oltre 20 °C e un andamento pluviometrico ben distribuito (1500-2000 mm annui), con due picchi, uno autunnale ed uno secondario primaverile e minime nel periodo invernale.

Da un punto di vista geologico prevalgono nettamente le matrici calcaree di diversa epoca e consistenza litologica; le rocce silicatiche si riscontrano in pochi siti delle Alpi Carniche.

I suoli migliori, di medio versante (terre brune, rendzina), derivano dai litotipi più antichi, di consistenza terrosa (calcarei marnosi, arenaria e marne werfeniane) mentre i suoli più superficiali di fondovalle (di origine glaciale) o d'alta quota (umocarbonati, rendzina acido per lisciviazione) derivano da formazioni più recenti (Dolomia del Norico, calcari dolomitici dello Schlern, ecc.).

La presenza nel territorio (le cui quote spaziano da un minimo di 750 m s.l.m. fino ad un massimo di 2753 m s.l.m.) di gruppi montuosi geologicamente diversi ed influssi climatici mutabili in poco spazio, consente la vita in Foresta di molte specie vegetali.

Le specie prevalenti sono, tra le resinose, l'Abete rosso (*Picea abies*) (54%), l'Abete bianco (*Abies alba*) (7%), il larice (*Larix decidua*) (5,5%) e il Pino silvestre (*Pinus sylvestris*) e Pino nero (*Pinus nigra*) (4,5%); mentre il faggio (*Fagus sylvatica*) (29%) risulta essere la latifolia più diffusa.

La biodiversità della Foresta è dimostrata dalla ricchezza della fauna selvatica presente, soprattutto per quanto riguarda ungulati e tetraonidi, di grande importanza è anche la presenza di aquila, orso e lince.

### 3. GESTIONE SELVICOLTURALE

La gestione selvicolturale della Foresta di Tarvisio è di lunga tradizione: infatti, da oltre un secolo, trova applicazione nei Piani di Assestamento.

Questi sono la base normativa per ripartire annualmente il gravame imposto alla Foresta per il soddisfacimento delle servitù di legnatico di ogni singolo Comune catastale, che di conseguenza coincide con le unità di gestione della Foresta (Distretti).

I boschi sono suddivisi in due categorie gestionali: quella che raggruppa le particelle forestali a funzione protettiva, non soggette cioè ad utilizzazioni ordinarie, e per questo lasciate alla libera evoluzione naturale, e quella delle particelle forestali produttive che a seconda delle proprie caratteristiche strutturali determinano le modalità di intervento selvicolturale e l'aliquota di massa legnosa da prelevare.

I boschi tarvisiani sono gestiti secondo i criteri ecologici della selvicoltura naturalistica, che ricerca i modelli culturali più consoni per ottenere la rinnovazione naturale delle specie autoctone e la stabilità biologica dei popolamenti.

Questa gestione naturalistica è basilare per la conservazione della biodiversità, escludendo a priori qualsiasi apporto antropico esterno quale il rimboschimento artificiale e le lavorazioni del suolo (concimazione), oltre che il taglio raso e la monocoltura.

Pertanto, le singole tipologie forestali sono soggette a specifici trattamenti selvicolturali che mirano alla continuità del bosco nello spazio e nel tempo.

Infatti, in assenza di avversità naturali sono la frequenza e l'intensità dei tagli a determinare la struttura, la tessitura e la composizione del bosco.

Nei boschi tarvisiani l'osservazione puntuale dei meccanismi ecologici che regolano l'insediamento e lo sviluppo della rinnovazione nei diversi soprassuoli, riveste un ruolo fondamentale per la scelta del trattamento selvicolturale più appropriato: infatti, si osserva come la densità e struttura del bosco esercitino un notevole condizio-

namento sui fattori ecologici che regolano l'insediamento del novellame, in particolare sulla disponibilità di luce nel sottobosco.

In linea generale, nelle particelle forestali a prevalenza di Abete rosso (peccete montane e altimontane, piceofaggete) la rinnovazione si insedia principalmente in gruppi localizzati ai margini di piccoli spazi aperti o sotto coperture rade o irregolari, in presenza quindi di sufficiente illuminazione per le piantine.

La situazione ottimale per tale rinnovazione si osserva in presenza di boschi a struttura irregolare, dove le diverse fasi evolutive si alternano in gruppi più o meno estesi.

Alla luce di queste considerazioni, la forma di trattamento attualmente adottata in Foresta è quella dei "tagli successivi", adattati alle esigenze dei singoli popolamenti: si passa dai tagli successivi marginali e a quelli a gruppi tipo *Femmel Schlag*.

Questi trattamenti tendono a creare zone diradate nei boschi giunti a maturità, che in seguito verranno ampliate mano a mano che vi si insedia la rinnovazione naturale. L'intensità dei prelievi (tagli di preparazione, di sementazione, secondari) risulta correlata all'insediamento ed affermazione della rinnovazione naturale, spesso già presente ai margini o all'interno del bosco.

Da un punto di vista selvicolturale ed assestamentale le cenosi forestali vengono raggruppate nei seguenti tipi (tabella n. 1 allegata):

- la piceo-faggeta del piano montano;
- la pecceta montana;
- la pecceta subalpina;
- la faggeta mista del piano montano;
- la pineta di Pino nero e/o Pino silvestre del piano montano.

Di seguito vengono elencati i trattamenti selvicolturali relativi alle formazioni forestali più diffuse in Foresta.

Le piceo-faggete con diverso grado di mescolanza di conifere e latifoglie sciafile (faggio soprattutto), a seconda delle condizioni edafiche e climatiche, risultano essere le formazioni forestali più produttive ed estese della Foresta, andando a ricoprire buona parte dei versanti dell'orizzonte montano (900 - 1400 m s.l.m.).

Le specie più rappresentative, Abete rosso e faggio (raramente codominante), si accompagnano all'Abete bianco, dalle scarse potenzialità, e al larice e pino silvestre solamente negli stadi evolutivi marcatamente transitori. Da un punto di vista fitosociologico sono inquadrabili nell'*Anemone trifolia fagetum (Tregulov)* per la presenza di elementi tipici quali l'*Anemone trifolia*, *Cardamine trifolia*, *Helleborus niger*, *Cyclamen purpurascens*.

La modalità di trattamento ben si adatta al diverso grado di mescolanza delle specie, al fine di perpetuare un bosco di composizione mista il più possibile vicino alla naturalità, con strutture tendenzialmente disetaneiformi quanto più ampie sono le particelle.

Schematizzando il trattamento si rifà ai "tagli successivi a gruppi" e trova applicazione nei diversi stadi evolutivi presenti entro la particella secondo le seguenti fasi:

- il taglio di preparazione detto anche di regolarizzazione strutturale. Si effettua circa 20 anni prima del taglio di sementazione con lo scopo di creare all'interno della particella avviata alla maturità piccole aree diradate favorevoli per un primo insediamento del novellame. Questo taglio, in prevalenza a carattere culturale, risulta poco intenso (15% di prelievo di massa);



- il taglio di sementazione: effettuato normalmente all'inizio della vera e propria fase di rinnovazione prelevando almeno il 20-30% del soprassuolo ormai giunto a maturità. In questa fase il novellame, a volte già presente in forma mista (genere *Picea*, *Fagus*, *Abies*) sotto copertura, viene favorito nel suo insediamento e ampliamento;
- il taglio secondario: viene effettuato a circa 20 anni dal taglio di sementazione con lo scopo di potenziare ed ampliare i gruppi di rinnovazione. In situazioni di scarso dinamismo può risultare necessario un ulteriore taglio secondario;
- il taglio di sgombero: effettuato circa 30-40 anni dopo dal primo insediamento della rinnovazione con lo scopo di asportare completamente le piante mature ancora presenti del vecchio ciclo.

Nella fase di rinnovazione il soprassuolo si presenta a struttura irregolare, localmente pluristratificata, con gruppi coetanei di dimensione variabile (1.000 - 3.000 m<sup>2</sup>) a seconda della specie presenti: così i consorzi aventi un'alta percentuale di Abete bianco presentano gruppi più ristretti mentre quelli composti da un'elevata percentuale di Abete rosso (i più diffusi in Foresta) gruppi più estesi; maggiore stratificazione si nota dove il faggio partecipa con un piano accessorio curato e preservato con trattamenti adeguati.

La densità del popolamento si mantiene sempre su valori elevati in assenza di vuoti colturali, poiché i tagli seguono il processo di rinnovazione.

Il periodo di rinnovazione e il *turn-over* viene convenzionalmente fissato rispettivamente in 30-40 e 140 anni per l'Abete rosso, 30 e 80 anni per il faggio. Le stature rilevate raggiungono spesso i 33-35 m per l'Abete rosso e 24-26 m per il faggio.

Gli interventi colturali a carico della massa intercalare risultano necessari per consentire un'evoluzione dei soprassuoli verso consorzi più stabili, capaci di fornire assortimenti migliori da un punto di vista qualitativo.

La pecceta montana si ritrova nel fondovalle (quota media 900 m s.l.m. - orizzonte montano) dove il ristagno di umidità e l'aria fredda provocano l'insorgenza di un'inversione termica altitudinale (continentalismo di valle).

Tipico di queste formazioni è lo strato micro-arbustivo composto da *Vaccinium myrtillus*.

La struttura della pecceta si presenta coetanea, spesso monoplana, con Abete rosso dominante e il scarso Abete bianco codominante, mentre il faggio compare nel piano dominato (strato accessorio secondo Hofmann). Tali formazioni sono molto stabili, presentano un'elevata densità e fertilità, con stature che raggiungono anche i 34-36 metri.

Il dinamismo del bosco si evidenzia nella facilità di insediamento di un'abbondante rinnovazione nelle zone di margine (fino a 10/m<sup>2</sup> piantine di 0,5 m) non appena si apre la copertura arborea.

Le peccete montane localmente vengono trattate con i tagli successivi marginali e/o a gruppi estesi, con un periodo di rinnovazione relativamente breve (20 anni) e creazione di gruppi coetanei di superficie pari ad almeno 5.000 m<sup>2</sup>.

Solamente nelle particelle forestali più estese (20 ha) il periodo di rinnovazione può risultare più lungo e le strutture possono assumere un carattere più irregolare, ma comunque tendenzialmente coetaneo.

Nelle particelle mature il processo di rinnovazione ha inizio con un taglio di sementazione di media intensità (30%) con la messa in luce dei punti più favorevoli per l'insediamento del novellame, che forma tappeti talmente fitti e vigorosi da non richiedere l'applicazione dei tagli secondari.

Il taglio di sgombero viene effettuato, generalmente, entro i 20 anni dal taglio di sementazione con asportazione completa del soprassuolo del vecchio ciclo.

Anche per questa tipologia viene fissato convenzionalmente un periodo di rinnovazione di circa 20 anni e un *turn-over* dell'Abete rosso in 120 anni.

Gli interventi colturali sulla massa intercalare sono molto importanti per consentire un'evoluzione dei soprassuoli verso consorzi più stabili con un numero di alberi ad ettaro correlato al singolo stadio evolutivo.

Pertanto, sono necessari i diradamenti possibilmente precoci nelle spessine e selettivi nella fase di perticaia.

#### 4. PIANIFICAZIONE FORESTALE

La Foresta di Tarvisio, dai primi piani di gestione, datati 1888, viene suddivisa in 11 comuni catastali.

Attualmente i piani di gestione sono 12 (il dodicesimo comprende le particelle libere da servitù) ed il particellare in uso viene detto "austriaco" in quanto suddivide la Foresta in 167 Sezioni e 1300 sottosezioni (particelle forestali).

Il patrimonio forestale risulta di notevole consistenza sia in termini assoluti che in valori ad ettaro. A fronte di un taglio previsto pari a 2 m<sup>3</sup>/ha ed una crescita del bosco pari a 4 m<sup>3</sup>/ha, si registra un aumento della provvigione totale che attualmente si attesta su valori di ottimo livello (250 m<sup>3</sup>/ha).

In Italia sono veramente poche le proprietà forestali che possono vantare oltre un secolo di gestione attraverso i Piani di assestamento.

Va precisato che è sempre difficile comparare dati provenienti da documenti così lontani nel tempo, sia per la diversa accuratezza dei rilievi, sia per l'applicazione di diverse metodologie di acquisizione dei dati.

In linea generale, si evidenziano in modo chiaro alcune tendenze (tabella n. 2 allegata):

- la superficie forestale è cresciuta nell'ultimo secolo nonostante le perdite di superficie dovute alla riconfinazione di Stato del 1919 (cessione del bosco Kesselwald) ed espropri occupazioni per pubblica utilità (strade, metanodotti, elettrodotti, ecc.). Si sono registrati, infatti, numerosi acquisti di terreni, boschi e prati, successivamente rimboschiti;

- la provvigione è notevolmente cresciuta da un lato per l'aumento della superficie forestale, dall'altro per un risparmio dell'incremento legnoso, dovuto a livelli di utilizzazione inferiori alla previsione di taglio;

- la massa legnosa ad ettaro, essendo correlata alla massa totale, è parimenti cresciuta; in particolare risulta aumentata la partecipazione del faggio, che è stato oggetto di un taglio meno incisivo, soprattutto nel dopoguerra, da parte degli Aventi diritto di servitù di legnatico;

- la ripresa prevista, sia in termini assoluti che unitari, è stata sempre fissata, in modo del tutto prudenziale, su valori che oscillano da 1,5 a 2,5 m<sup>3</sup>/ha.

Le linee di indirizzo della recente pianificazione fore-



stale (tabella n. 3 allegata) privilegiano l'equilibrata distribuzione delle classi cronologiche della fustaia, correlata con una buona entità di rinnovazione naturale in termini di superficie occupata sia a livello di singola particella che di incluso.

Nell'ultima revisione dei Piani di gestione è stata accertato un leggero deficit della superficie occupata dalla rinnovazione (il 13% della superficie boscata produttiva) e una carenza di classi intermedie (boschi giovani).

In questa fase si sta cercando, con i trattamenti selvicolturali, da un lato di incrementare ulteriormente le aree a rinnovazione con tagli di sementazione, dall'altro di mettere in piena luce i nuclei di novellame già affermato (taglio di sgombero) per accelerare al massimo il loro accrescimento verso il bosco intermedio.

La massa utilizzata annualmente si mantiene su livelli consolidati di circa  $m^3$  25.000, comprensivi delle servitù di legnatico che assorbono circa il 60% del quantitativo.

È un assegno ad offerta rigida che tiene conto delle esigenze selvicolturali, delle necessità di lavoro delle circa cinquanta maestranze che traggono dalla Foresta la materia prima per le loro attività, della costanza d'assegno delle servitù di legnatico e dell'andamento del mercato del legno.

La conifera più comune e pregiata è l'Abete rosso, che nobilita la qualità tecnologica delle misure normali di provenienza tarvisiana e nel contempo è indice di qualità dei boschi, i quali per almeno 2/3 riscontrano buone, se non ottime, condizioni di crescita.

In tema di valorizzazione delle produzioni della Foresta, si è intrapreso l'iter di certificazione forestale secondo lo schema PEFC, per una maggiore rispondenza tra criteri gestionali sostenibili ed esigenze del mercato del legno.

Di rilievo è la presenza dell'abete rosso di risonanza, presente in tutte le formazioni forestali, ma con maggior accentuazione nei versanti meno esposti e nei soprassuoli misti.

Condizioni di forte naturalità e assenza di cause di disturbo per circa 150-200 anni, consentono la formazione di particolari assortimenti legnosi, anche di considerevoli dimensioni, idonei alla costruzione delle più esigenti tavole armoniche.

Concludendo il quadro generale della gestione della Foresta si ritiene che, in futuro, giocheranno un ruolo sempre più importante le componenti naturalistiche, turistico – ricreative e culturali. Esiste già il Museo della Foresta sito a Bagni di Lusnizza e la storia della Valcanale assicura all'area quella specifica identità che a partire dall'anno 1007 ha di diritto acquisito la denominazione di "Foresta di Tarvisio - millenaria".



Foto 1. Foresta di Tarvisio, Piceo-faggeta in Val Saisera.  
Photo 1. Forest of Tarvisio, Mixed spruce-beech stands in Val Saisera.  
Photographie 1. Forêt de Tarvisio, Peuplements mixtes d'Épicéa-Hêtre en Val Saisera.



Foto 2. Foresta di Tarvisio, Rinnovazione naturale in località Rutte.  
Photo 2. Forest of Tarvisio, Natural regeneration in Rutte.  
Photographie 2. Forêt de Tarvisio, Régénération naturelle à Rutte.



Foto 3. Foresta di Tarvisio, Boschi pendici Cima Cacciatore.  
Photo 3. Forest of Tarvisio, Forests on the slopes of Cima Cacciatore.  
Photographie 3. Forêt de Tarvisio, Forêts sur le flanc de Cima Cacciatore.

<i>Tipologia Piani di gestione</i>	<i>Piano altimetrico Metri s.l.m.</i>	<i>Trattamento selvicolturale indicato</i>	<i>Struttura verticale</i>	<i>Struttura orizzontale</i>	<i>Ampiezza gruppi (m<sup>2</sup>)</i>
Piceo faggeta	Montano 1000-1400	- tagli successivi a gruppi	- irregolare - pluristratificata	A gruppi	< 3.000
Pecceta subalpina	Subalpino 1400-1600	- tagli successivi a gruppi - tagli marginali	- monoplana - irregolare	A gruppi	Variabile
Pecceta montana	Montano 900-1400	- tagli successivi per ampi gruppi	- monoplana - biplana	Omogenea	> 3.000
Faggeta mista	Montano 900-1200	- tagli successivi per ampi gruppi	- nonoplana	Omogenea	> 3.000
Pineta	Montano 800-1200	- taglio colturale	- monoplana - irregolare	A gruppi	Variabile

Tabella 1. Foresta di Tarvisio. Linee guida della gestione selvicolturale.

Table 1. Forest of Tarvisio. Forestry guidelines.

Tableau 1. Forêt de Tarvisio. Directives de gestion forestière.

<i>Piano di gestione (anno)</i>	<i>Superficie forestale (ha)</i>	<i>Massa legnosa (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Massa unitaria (m<sup>3</sup>/ha)</i>	<i>Ripresa lorda prevista (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Ripresa unitaria (m<sup>3</sup>/ha)</i>
1890	13.711	2.223.810	162	21.182	1,54
1900	13.899	2.155.846	155	24.115	1,73
1909	13.811	2.224.730	161	23.153	1,68
1924	13.956	2.538.158	182	27.631	1,98
1939	14.088	2.446.503	174	26.333	1,87
1953	15.204	3.247.868	214	34.248	2,25
1970	15.388	3.492.244	227	37.663	2,45
1994	15.142	3.790.669	250	30.000	1,98

Tabella 2. Foresta di Tarvisio. Evoluzione provvigione e ripresa nell'ultimo secolo.

Table 2. Forest of Tarvisio. Progress of forest standing volume vs. volume of cuttings over the last century.

Tableau 2. Forêt de Tarvisio. Evolution du volume sur pied par rapport au volume des coupes au dernier siècle.

<i>Tipologia Piani di gestione</i>	<i>Età media piante mature *</i>	<i>Ripartizione ottimale stadi evolutivi (superficie in %)</i>			<i>Età rinnovazione **</i>
		<i>Rinnovazione</i>	<i>Bosco giovane diametro &lt; 32,5 cm</i>	<i>Bosco adulto e maturo diametro &gt; 32,5 cm</i>	
Piceo faggeta	140	15	25	60	30
Pecceta subalpina	160	10	25	65	40
Pecceta montana	120	15	30	55	20
Faggeta mista	100	20	30	50	20
Pineta	Formazioni forestali a funzione protettiva				

\* Età media delle piante (espressa in anni) delle classi diametriche > 45 cm

\*\* Età media delle pianticelle (espressa in anni) di metri 2 di altezza e diametro inferiore a 7,5 cm

Tabella 3. Foresta di Tarvisio. Linee guida della gestione assestamentale.

Table 3. Forest of tarvisio. Forest management guidelines.

Tableau 3. Forêt de Tarvisio. Directives d'aménagement forestier.

## SUMMARY

### THE MILLENIUM FOREST OF TARVISIO

The Forest of Tarvisio covers an area of approximately 24,000 hectares, of which 15,100 are forested, and is managed by the Italian Corpo Forestale dello Stato (State Forest Service).

The territory is part of the Valcanale, bordering with Austria and Slovenia.

The Forest of Tarvisio is a millenary forest: the first historical notions date back to the year 1007 and even now 90% of the forest is under rights of easement (servitude or wood profits) which originated in the Middle Ages.

Forest management has a long tradition: the first forest management plans date back to more than a century ago.

The forest is treated according to the ecological principles of naturalistic silviculture, applying specific models to enhance the natural regeneration of

autochthonous species and the stand stability. Each forest typology undergoes specific treatments, most of all light and gradual cuttings, tending to a continuous forest cover.

A spruce-beech mixed forest with different proportions of conifers (*Picea abies*, *Abies alba*, *Larix decidua* e *Pinus silvestris*) and broadleaves (*Fagus sylvatica*) is the main and most productive type, covering most of the area.

The type of treatment is flexible, in order to keep the forest composition mixed, uneven-aged in structure, with natural regeneration in the scattered openings. The treatment applied is the group-shelterwood method locally known as Femelschlag.

The forest estate is considerable in value and production; it includes plants of *Picea abies* of "resonance" type, suitable for the manufacture of musical instruments.

## RÉSUMÉ

### LA FORÊT MILLENAIRE DE TARVISIO

La Forêt de Tarvisio s'étend sur une surface d'environ 24.000 hectares, dont 15.100 hectares sont boisés; la Forêt est gérée par le Corpo Forestale dello Stato (Service Forestier National).

Le territoire se trouve dans la Valcanale et confine à l'Autriche et la Slovenie.

La Forêt de Tarvisio est une forêt millénaire: les premiers renseignements historiques remontent à l'année 1007 et maintenant 90% du terrain est soumis aux servitudes d'origine médiévale.

La gestion sylvicole a une tradition importante: la forêt est soumise aux plans d'aménagement depuis un siècle.

Les bois sont gérés selon les principes de la sylviculture écologique qui cherche les modèles de culture les plus appropriés pour obtenir une régénération naturelle des espèces autochtones et la stabilité des peuplements forestiers.

Chaque type écologique forestier est objet d'un traitement sylvicole spécifique comprenant des coupes modérées et graduelles pour maintenir une couverture arborescente continue.

Les peuplements mixtes d'Epicéa-Hêtre, avec un mélange en différentes proportions des conifères (*Picea abies*, *Abies alba*, *Larix decidua* e *Pinus silvestris*) et feuillus (*Fagus sylvatica*) est la formation boisée la plus productive et étendue.

Les pratiques sont flexibles, avec le but de maintenir la composition mixte des peuplements, avec une structure irrégulière non équienne, où la régénération a lieu sur des petites clairières. Il s'agit d'un traitement à coupes progressives en petits groupes, appelé localement *Femelschlag*.

Le patrimoine forestier a une importance et une valeur remarquables; dans la forêt on trouve des arbres d'Epicéa dits "de résonance", indiqués pour la production des instruments de musique.

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1997 – *L'abete rosso del tarvisiano*. CATAS, San Giovanni al Natisone, Udine.
- A.S.F.D., 1960 – *L'azienda di Stato per le foreste demaniali*, a cura di Alberto Maria Camaiti. Società A.B.E.T.E., Roma, Vol. 1 Tomo 1: 278-289.
- Hofmann A., 1971 – *Piano di assestamento per il quindicennio 1971-1985. Distretto di Rutte*. A.S.F.D., Tarvisio.
- Hofmann A., 1974 – *La flora e la fauna*. In: «Il tarvisiano». Stabilimento tipografico Carnia, Tolmezzo, p. 99-135.
- Volpini C., 1958 – *I diritti di servitù sulle foreste demaniali del tarvisiano*. Edizioni centro studi critici, Mogliano Veneto, Treviso.

G. GARFÌ (\*) - L. ABBATE (\*) - L. BALDONI (\*\*) - A. BUONAMICI (\*\*\*) - F. CARIMI (\*)  
A. CARRA (\*) - M. SIRAGUSA (\*) - B. VENDRAMIN (\*\*\*)

## CARATTERIZZAZIONE DELL'OLIVO SELVATICO SICILIANO MEDIANTE ANALISI DEI MICROSATELLITI PER LA CONSERVAZIONE E LA VALORIZZAZIONE DELLE RISORSE GENETICHE VEGETALI

(\*) Istituto di Genetica Vegetale, CNR, Palermo

(\*\*) Istituto di Genetica Vegetale, CNR, Perugia

(\*\*\*) Istituto di Genetica Vegetale, CNR, Sesto Fiorentino (FI)

Nell'ambito delle problematiche di conservazione della biodiversità e di valorizzazione del germoplasma vegetale locale è stata effettuata un'analisi genetica, mediante marcatori molecolari, su 10 popolazioni di olivastro provenienti da diverse aree della Sicilia. Il materiale selvatico è stato, inoltre, confrontato con cinque cultivar siciliane, scelte fra quelle più diffusamente coltivate nel territorio regionale.

I risultati hanno evidenziato l'assenza di affinità genetica fra i popolamenti selvatici e le varietà coltivate, confermando l'ipotesi secondo cui il processo di domesticazione dell'olivo sia avvenuto esternamente al territorio isolano. Nonostante le attuali cenosi con olivastro siano, in generale, lembi di foreste relitte ormai estremamente frammentate e degradate, la specie conserva ancora una certa variabilità genetica, sia intra- che inter-popolazione. Il pool genico di olivo selvatico siciliano costituisce quindi una risorsa tuttora inesplorata e potenzialmente di grande interesse a fini agronomici che forestali.

*Parole chiave:* disturbo antropico, diversità genetica, domesticazione, foreste relitte, marcatori molecolari.

*Key words:* anthropic disturb, genetic diversity, olive domestication, relic forests, molecular markers.

*Mots clés:* perturbation anthropique, diversité génétique, domestication de l'olivier, forêts résiduelles, marqueurs moléculaires.

### 1. INTRODUZIONE

Le popolazioni naturali di molte entità tassonomicamente apparentate o affini alle specie coltivate (*Crop Wild Relatives - CWR*) sono sempre più esposte al rischio di estinzione a causa di diversi fattori, tra cui: il passaggio dall'agricoltura tradizionale a quella intensiva, la degradazione degli habitat naturali, l'inquinamento, gli incendi della vegetazione, lo sviluppo non sostenibile, i cambiamenti climatici. (Meilleur e Hodgkin, 2004; Brehm *et al.*, 2008). In relazione a ciò, per promuovere la salvaguardia della diversità genetica dei *CWR* e frenare la perdita di biodiversità è necessario e urgente identificare le specie e le popolazioni maggiormente in pericolo, per sviluppare strategie integrate di conservazione.

Ai fini della conservazione della biodiversità, oltre che per le sue potenzialità per il miglioramento genetico, l'olivastro (*Olea europaea* L. var. *sylvestris* Brot.) rappresenta un esempio di *CWR* particolarmente emblematico. Si tratta di una specie che, per la sua diretta relazione parentale con l'olivo, coltura-simbolo dell'agricoltura mediterranea, acquista un valore ed un significato dalle molteplici implicazioni, che comprendono aspetti socio-economici, storico-culturali e, non ultimi, naturalistici e ambientali. Inoltre, la duplice valenza, agronomica e forestale, rende il *pool* genico di questa specie di estremo interesse per un'ampia gamma di possibili impieghi: potenziale fonte di alleli per un migliore adattamento ad ambienti difficili e per controllare l'architettura delle varietà coltivate, resistenza a determinati fattori patogenici, interventi di ricostituzione boschiva secondo i principi della sostenibilità, restauro ambientale, selezione di ecotipi per la produzione di assortimenti legnosi di pregio, etc. (Mulas *et al.*, 2001; Bronzini de Caraffa *et al.*, 2002).

In Sicilia, l'olivastro è abbastanza diffuso allo stato spontaneo su tutto il territorio dell'isola. Popolazioni di una certa consistenza si riscontrano, però, soltanto nell'ambito di rare formazioni forestali relitte, ancora relativamente integre, mentre, più comunemente, la specie si rinviene allo stato sporadico e frammentario in aree naturali più o meno degradate a causa di una prolungata e pesante pressione antropica.

Presupposto indispensabile per la corretta gestione delle risorse genetiche delle forme selvatiche di olivo è la caratterizzazione genetica delle diverse popolazioni. L'acquisizione di conoscenze adeguate relativamente alla struttura genetica delle popolazioni diventa un'azione prioritaria, sia per l'attivazione di strategie di conservazione, sia per la valorizzazione e l'individuazione degli ecotipi più idonei ai diversi tipi di utilizzo. A tal fine, il presente lavoro, incentrato sullo studio della struttura genetica di alcune popolazioni siciliane di olivastro mediante l'impiego di marcatori molecolari (microsatelliti, SSRs), costituisce un contributo alla conoscenza del germoplasma di olivo selvatico esistente nell'isola.

### 2. MATERIALE E METODI

#### 2.1 Materiale vegetale e siti di campionamento

Il materiale analizzato proviene da 10 differenti siti della Sicilia (tab. 1, fig. 1), individuati sulla base di dati di bibliografia (Crescimanno e Musillami, 1955) e di conoscenze personali. In genere, le formazioni vegetali considerate sono rappresentate da complessi boschivi, più o meno degradati per il pascolo e gli incendi, e da cenosi riferibili a garighe, in cui pochi e sporadici olivastri rappresentano gli unici elementi della componente arborea. In qualche caso



sono stati riscontrati anche segni di pratiche colturali pregresse, come la presenza di muretti a secco e terrazzamenti. Del tutto particolari sono i siti di Santo Pietro e Bosco Pisano, rispettivamente in territorio di Caltagirone (CT) e Buccheri (SR), in quanto caratterizzati da una vegetazione boschiva più o meno densa, dominata da sughera e olivo selvatico, con esemplari di olivastro vetusti e imponenti. Anche in queste aree, comunque, l'impatto antropico è stato rilevante e di durata plurisecolare. Si tratta, infatti, di cedui abbandonati, più o meno regolarmente utilizzati fino al secondo dopoguerra per la produzione di carbone e legna da ardere, oltre che come terreni pascolivi. Attualmente, la principale destinazione d'uso è rappresentata dal pascolo, esercitato in maniera intensa e non controllata.

Le piante di ciascun sito sono state campionate in modo casuale. Al fine di consentire la raccolta di ulteriori campioni per la validazione dei dati, ogni pianta è stata contrassegnata da un numero e ne è stata rilevata la posizione mediante GPS con precisione sub-metrica.

Allo scopo di verificare l'eventuale esistenza di relazioni parentali fra le popolazioni di olivastro e le varietà domestiche, il materiale selvatico è stato posto a confronto con cinque cultivar siciliane, scelte fra quelle più diffusamente coltivate nel territorio regionale (tab. 1). Il materiale campionato è costituito da foglie che, nel caso delle cultivar, sono state prelevate dalla parte alta della chioma dell'albero, allo scopo di evitare confusione con l'eventuale portinnesto.

## 2.2 Estrazione e amplificazione del DNA

Le foglie raccolte sono state congelate in azoto liquido e conservate a  $-80^{\circ}\text{C}$ . I campioni sono stati pestati in un mortaio con azoto liquido ed il DNA genomico è stato isolato secondo il protocollo descritto da Lodhi et al. (1994). Il DNA è stato infine quantificato con uno spettrofotometro misurando la OD<sub>260</sub>, come descritto da Sambrook et al. (1989).

Sono state utilizzate sei coppie di primers per l'amplificazione di regioni SSR (DCA3, DCA7, DCA13, DCA15, DCA 17 e DCA18) (Sefc et al., 2000), che sono state combinate a gruppi di tre per poter effettuare un'analisi *multiplex*. Le estremità 5' dei primers *forward* di ciascuna tripletta sono state marcate con fluorocromi FAM (6-carbossifluoresceina), HEX (esaclorofluoresceina) e TAMRA (6-carbossitetrametilrodamina).

Ciascuna reazione di PCR è stata effettuata mediante il kit Qiagen Multiplex PCR, utilizzando le concentrazioni dei reagenti ed il profilo termico di amplificazione consigliate dal protocollo della casa produttrice. L'amplificazione è stata eseguita in un termociclatore 96-well GeneAmp® PCR System 9700 (Applied Biosystem – Foster City, Calif.) dotato di Hot Bonnet.

I prodotti di amplificazione sono stati analizzati con il sequenziatore di DNA MegaBace 1000 (Ge Healthcare) e con il software MegaBACE fragment profiler, versione 1.2 (GE Healthcare).

## 2.3 Analisi dei dati

I parametri di diversità genetica delle popolazioni selvatiche e delle cultivars sono stati stimati utilizzando il software POPGENE 1.31 (Yeh et al., 1999). In particolare sono stati stimati: numero osservato ( $N_a$ ) ed effettivo ( $N_e$ ) di alleli (Kimura e Crow, 1964), indice di diversità di Shannon (I)

(Lewontin, 1972), eterozigosi osservata ( $H_o$ ) e attesa ( $H_e$ ) (Levene, 1949), eterozigosi attesa di Nei ( $H_eN$ ) (Nei, 1978) e indice di fissazione intra-popolazione ( $F_{IS}$ ) (Wright, 1978).

Per ciascun parametro è stato calcolato anche il valore medio fra le popolazioni. L'omogeneità delle frequenze alleliche tra le popolazioni, infine, è stata valutata mediante la determinazione del flusso genico ( $N_m$ ).

La differenziazione tra popolazioni è stata valutata attraverso  $F_{ST}$ , mentre la distanza genetica (DG) tra le popolazioni è stata stimata in accordo con Nei (1978). E' stato quindi costruito un dendrogramma utilizzando il metodo UPGMA (*Unweighted Pair Group Method of Arithmetic Average*) (Sneath e Sokal, 1973) ed è stata condotta un'analisi delle componenti principali, sia considerando le popolazioni selvatiche che i singoli individui, utilizzando rispettivamente la distanza genetica di Nei (1978) e il coefficiente di similarità di Jaccard. E' stata infine calcolata l'analisi della varianza molecolare intra-popolazione per ciascuna popolazione (SSWP) e per tutte le popolazioni (SS) effettuando 999 permutazioni

## 3. RISULTATI

Sei loci microsatelliti sono stati amplificati tramite PCR *multiplex* negli individui delle 10 popolazioni selvatiche campionate e nelle 5 varietà coltivate. Cinque coppie di primers (DCA3, DCA7, DCA13, DCA15 e DCA18) hanno prodotto ottimi amplificati e sono stati utilizzati per il successivo studio della variabilità genetica; di contro, non sono state ottenute buone amplificazioni per il locus DCA 17, che è stato dunque escluso dalle analisi. I cinque loci SSR utilizzati in questo studio si sono mostrati altamente polimorfici in tutte le popolazioni, permettendo di discriminare tutti gli individui selvatici e le varietà analizzate, ad eccezione di due piante della popolazione di Santo Pietro (SPI12 e SPI13).

I risultati relativi alla diversità genetica delle popolazioni selvatiche (tab. 2) mettono in evidenza delle differenze fra le popolazioni. Nel complesso, nella popolazione TIB è stata riscontrata la maggiore variabilità. Al contrario, le popolazioni POC, SEC e CEL mostrano i valori più bassi di diversità. Il valore medio di  $N_e$  è piuttosto basso nella maggior parte delle popolazioni (media=2,92). I valori maggiori sono stati osservati nelle popolazioni PAR (3,69±1,92) e TIB (3,66±1,21), sebbene anche GIG e PIS abbiano mostrato un numero di alleli superiore alla media (3,24±0,73 e 3,09±1,88, rispettivamente). Il minor numero di alleli per locus è stato riscontrato nella popolazione CEL (3,2±1,10). Ad eccezione di TIB, l'indice di fissazione intra-popolazione  $F_{IS}$  è globalmente elevato in tutte le popolazioni, con un valore medio di 0,38, indicando un significativo eccesso di omozigoti. Il valore di differenziazione tra popolazioni  $F_{ST}$  è piuttosto basso (0,17) e conseguentemente il coefficiente di flusso genico risulta elevato ( $N_m = 1,21$ ).

Nel dendrogramma (fig. 2) si individuano 2 gruppi distinti (DG = 0,48): il primo gruppo (A) è costituito esclusivamente dalle popolazioni di olivastro, il secondo (B) è rappresentato invece da tutte le cultivar analizzate. Tra le popolazioni di olivo selvatico sono individuabili due cluster principali (A1 e A2; GD = 0,24), che mostrano in parte una certa relazione con la distanza geografica delle popolazioni. Infatti, il cluster A1 comprende quasi tutte le



popolazioni del settore settentrionale/occidentale, mentre A2 include 4 popolazioni su 5 della Sicilia sud-orientale.

Anche tra le varietà coltivate, quelle raccolte nell'areale palermitano ('Giarraffa' e 'Ogliarola Messinese') appaiono riunite in un singolo cluster (DG = 0,10), non molto distanti dalla varietà trapanese 'Cerasuola' (DG = 0,18); la 'Tonda iblea' e la 'Nocellara Messinese' si raggruppano, invece, in un cluster a parte.

Nell'analisi delle componenti principali, effettuata solo per l'olivo selvatico (fig. 3), le prime due componenti spiegano rispettivamente il 50,54% e il 15,28% della varianza totale. I raggruppamenti osservati confermano, nella maggior parte dei casi, le relazioni tra le popolazioni identificate nel dendrogramma UPGMA. L'unica effettiva differenza riguarda la popolazione CEL, che appare differenziata dalle altre popolazioni del palermitano.

L'analisi delle componenti principali relativa a tutti gli individui, cultivar incluse (fig. 4), sembra indicare un certo gradiente geografico lungo il primo asse: le popolazioni orientali, con l'eccezione di PIS, tendono a raggrupparsi nei quadranti inferiori, mentre quelle occidentali si distribuiscono, ma in maniera più dispersa, in quelli superiori. Le varietà domestiche mostrano invece un alto grado di raggruppamento nel quarto quadrante. Gli individui TIB1, TIB2 e GIG 6, localizzatisi in prossimità delle varietà, potrebbero rappresentare delle forme ferali, come già ipotizzato in fase di campionamento. Bisogna comunque sottolineare che le prime due componenti principali spiegano soltanto una parte ridotta della variabilità riscontrata (10,93% e 9,01% della varianza totale, rispettivamente).

Un certo livello di raggruppamento nelle popolazioni è riscontrabile anche dal dendrogramma (fig. 5), dalla cui rappresentazione sono stati esclusi i tre individui supposti ferali. Anche in questo caso le varietà coltivate si raggruppano in un cluster, mentre gli individui di PIS appaiono particolarmente dispersi.

L'analisi della varianza molecolare, infine, mostra che la varianza osservata nelle popolazioni selvatiche è attribuibile per il 90% alle differenze tra individui entro popolazioni e per il 10% alle differenze tra popolazioni.

#### 4. DISCUSSIONE

Il risultato di più immediata percezione è che le popolazioni di olivo selvatico siciliano risultano geneticamente distanti dalle cultivar analizzate. Ciò è in accordo con le osservazioni di Angiolillo *et al.* (1999), i quali hanno rilevato, attraverso l'uso di marcatori AFLP, che in Sicilia le varietà coltivate sono significativamente differenziate dalle forme selvatiche. Studi condotti con il DNA mitocondriale di olivo, ad ereditarietà materna, hanno permesso di individuare un mitotipo tipico del Mediterraneo orientale in quasi tutte le varietà di olivo provenienti dall'Italia continentale, dalla Sicilia e dalla Sardegna (Besnard e Bervillè, 2000; Bronzini de Caraffa *et al.*, 2002). Ciò dimostrerebbe che in Italia, e in particolare in Sicilia, le forme selvatiche e quelle coltivate non sono geneticamente affini e che le varietà coltivate molto probabilmente provengono dall'est del Mediterraneo. Quindi, contrariamente alle ipotesi avanzate per la Spagna (Terral *et al.*, 2004) o per altre aree del Mediterraneo (Contento *et al.*, 2002), le attuali forme coltivate della Sicilia non sembrano essersi originate in seguito a processi di selezione

o ibridazione a partire da materiale selvatico autoctono (Baldoni *et al.*, 2006). Inoltre, riguardo alle varietà domestiche analizzate, sembra esserci una certa affinità geografica nell'ambito di ognuna delle due provenienze principali, orientale e occidentale, diversamente da quanto osservato da La Mantia *et al.* (2005). È necessario, comunque, sottolineare che i risultati di questo studio devono essere presi con cautela in considerazione del ridotto numero di cultivar analizzate e del limitato campionamento del materiale selvatico, sia in termini di popolazioni che di individui all'interno di ciascuna popolazione.

Nonostante la scala d'indagine ridotta rispetto ad altri lavori (Angiolillo *et al.*, 1999; Besnard *et al.*, 2002; Belaj *et al.*, 2007), nel presente lavoro sono state riscontrate popolazioni selvatiche con struttura genetica piuttosto diversa (DG media = 0,30). I due raggruppamenti della Sicilia settentrionale/occidentale e quella sud-orientale sono abbastanza chiaramente distinti; questa differenziazione può essere imputata alla distanza geografica fra i due gruppi, da una parte, e alla forte frammentazione dell'areale della specie, dall'altra. Anche se il polline di olivo può essere in teoria trasportato a lunghe distanze (Ribeiro *et al.*, 2005 in Belaj *et al.*, 2007), in tale scenario è possibile ipotizzare una notevole riduzione degli scambi genici. Inoltre, anche un'influenza da flussi genici diversi, come eventuali contaminazioni di varietà domestiche a diffusione locale (Angiolillo *et al.*, 1999; Besnard e Bervillè, 2000; Besnard *et al.*, 2002; Belaj *et al.*, 2007), può avere contribuito a determinare questa differenziazione geografica.

Tuttavia, l'avvio di eventuali processi di *breeding* con materiale coltivato può avere avuto implicazioni piuttosto complesse o addirittura contrastanti sulla struttura genetica delle popolazioni. La popolazione TIB, che mostra i parametri di diversità genetica globalmente più elevati, è stata campionata nell'ambito di formazioni boschive attualmente in successione secondaria, dopo la definitiva cessazione delle utilizzazioni forestali. Fra gli individui di olivastro presenti, molte piante isolate o a piccolissimi gruppi presentavano visibili evidenze di vecchi innesti, riferibili a una delle tecniche di propagazione più comuni in Sicilia nei secoli passati (Garfi e Di Pasquale, 1988; Baldoni *et al.*, 2006). L'estrema esiguità della scala di coltivazione è inquadabile unicamente in un contesto economico di pura sussistenza o di autoconsumo, in cui anche le produzioni di un singolo albero erano funzionali a soddisfare le esigenze dei ceti più poveri. Non si può escludere, perciò, che fra gli esemplari campionati possa essere stata compresa qualche forma ferale (es. TIB1 e TIB2), che potrebbe avere contribuito ad innalzare il livello della variabilità genetica.

Al di là di questi casi particolari, il grado di differenziazione osservato può essere interpretato facendo riferimento soprattutto alle dinamiche storiche e ai processi evolutivi che hanno interessato, in generale, la copertura forestale della Sicilia, così come dell'intera regione mediterranea (Zohary e Spiegel Roy, 1975; Thirgood, 1981). Le attuali cenosi con olivastro sono ormai rappresentate da nuclei più o meno ridotti, residui di complessi forestali molto più estesi, che in epoca storica ricoprivano buona parte del territorio isolano. Nel corso dei secoli, la forte frammentazione dell'areale di distribuzione della specie, dovuta al disturbo antropico (Thirgood, 1981), ha probabilmente indotto delle modificazioni sostanziali nel pool genico dell'olivastro,

rispetto alla situazione originaria. Ad esempio, le popolazioni ISU e PIS, la prima puntiforme e completamente isolata, la seconda estesa qualche centinaio di ettari e relativamente ben conservata, mostrano un profilo genetico piuttosto differente rispetto alle popolazioni geograficamente più prossime (figg. 2 e 3). In questi casi, eventi di deriva genetica e/o la riduzione di flusso genico, potrebbero essere stati sufficienti ad originare un certo grado di divergenza rispetto alle popolazioni vicine. E' d'altro canto possibile che situazioni di pressione selettiva abbiano innescato fenomeni di collo di bottiglia (*bottleneck*), associati ai seguenti fattori: *i*) azioni antropiche dirette, come ceduazione e incendio, responsabili di selezione spontanea di genotipi più resistenti al disturbo (Ducci *et al.*, 2004); *ii*) cause naturali o di indiretta influenza umana, come ibridazione con materiale domestico (Belaj *et al.*, 2007).

In altre situazioni, i fenomeni di inincrocio (*inbreeding*) dovuti alla frammentazione e all'esiguità demografica, possono avere coinvolto, nel corso delle ultime generazioni, soprattutto gli individui più giovani dei nuclei maggiormente degradati, innescando ugualmente fenomeni di deriva genetica e, in taluni casi, un evidente processo di fissazione degli alleli (per esempio nelle popolazioni CEL, ISU e VIT, che mostrano valori piuttosto elevati di  $F_{IS}$ ).

La diversità intra-popolazione appare essersi mantenuta ancora a livelli cospicui. Oltre a TIB cui si è già accennato, un valore di  $N_e$  superiore alla media ottenuto anche per PAR, GIG e PIS (tab. 2) potrebbe essere spiegato facendo riferimento alla notevole longevità della specie (Angiolillo *et al.*, 1999; Mulas *et al.*, 2001) e/o alle elevate dimensioni di queste popolazioni. Questi aspetti hanno molto probabilmente fatto sì che, soprattutto nelle popolazioni meglio conservate (es. PIS e PAR), sia stato possibile reperire del materiale proveniente da individui plurisecolari, portatori di un *pool* genico ancora piuttosto ricco e diversificato.

Al contrario, le popolazioni CEL e POC posseggono livelli di diversità genetica più bassi. Però, pur mostrando

similitudini, CEL è una popolazione di piccole dimensioni, prossima ad aree olivicole ancora attive, espressione dunque di una situazione di variabilità ormai molto probabilmente compromessa; POC è una popolazione dove è presente materiale proveniente anche da individui plurisecolari, che potrebbero avere contribuito a ridurre il tasso di consanguineità ( $F_{IS}$  basso) e conservato ancora alleli rari.

## 5. CONCLUSIONI

Il germoplasma di olivo selvatico in Sicilia è globalmente caratterizzato da un grado piuttosto elevato di variabilità genetica. Inoltre, sembra confermato il fatto che le varietà più comunemente coltivate non abbiano relazioni parentali con gli ecotipi selvatici, che costituiscono perciò un *pool* genico ancora completamente inesplorato, che non ha finora ricevuto un'attenzione sufficiente. Esso acquista una particolare valenza in ambito agronomico, poiché apre prospettive estremamente interessanti ai fini del miglioramento genetico, soprattutto in uno scenario di futuri cambiamenti climatici, che potrebbero far insorgere problemi ad oggi sconosciuti nei confronti di un'olivicoltura finora basata esclusivamente su cultivar tradizionali. Analogamente, in campo forestale l'utilizzo di olivastro autoctono fra le specie dei futuri interventi di forestazione o restauro ambientale, offrirebbe maggiori garanzie di efficienza ecologica e funzionale rispetto alle provenienze alloctone, sia ai fini della lotta all'erosione e alla desertificazione, sia nell'ambito dei problemi di conservazione della biodiversità e di una gestione sostenibile delle risorse naturali.

Tuttavia, bisogna considerare che il continuo flusso genico tra forme selvatiche e domestiche, oltre agli ancora ricorrenti fenomeni di disturbo antropico (incendi, pascolo), possono condurre ad un'ulteriore, lenta ma costante, erosione del *pool* genico della specie (Belaj *et al.*, 2007), per cui è necessario definire ed adottare con urgenza opportune misure per la salvaguardia di questa preziosa risorsa.



Figura 1. Localizzazione dei siti di campionamento.

Figure 1. Localization of sampled sites.

Figure 1. Localisation des sites d'échantillonnage.

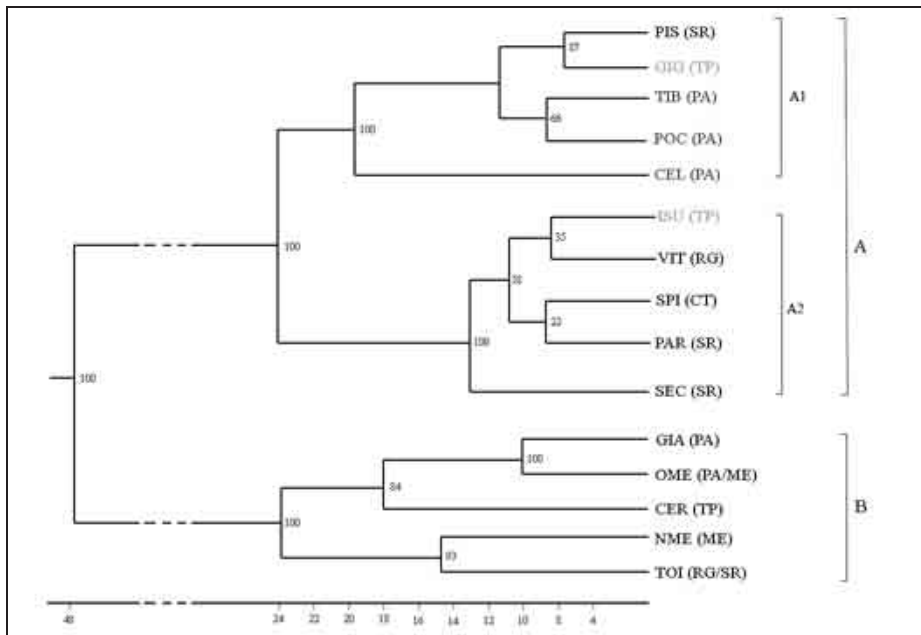


Figura 2. Albero filogenetico UPGMA delle popolazioni di olivo selvatico e delle cultivar ottenuto dai valori di distanza genetica di Nei.  
 Figure 2. Dendrogram UPGMA of wild olive populations and cultivars obtained from Nei's genetic distances.  
 Figure 2. Dendrogramme UPGMA des populations d'olivier sauvage et des cultivars obtenu à partir de la distance génétique de Nei.

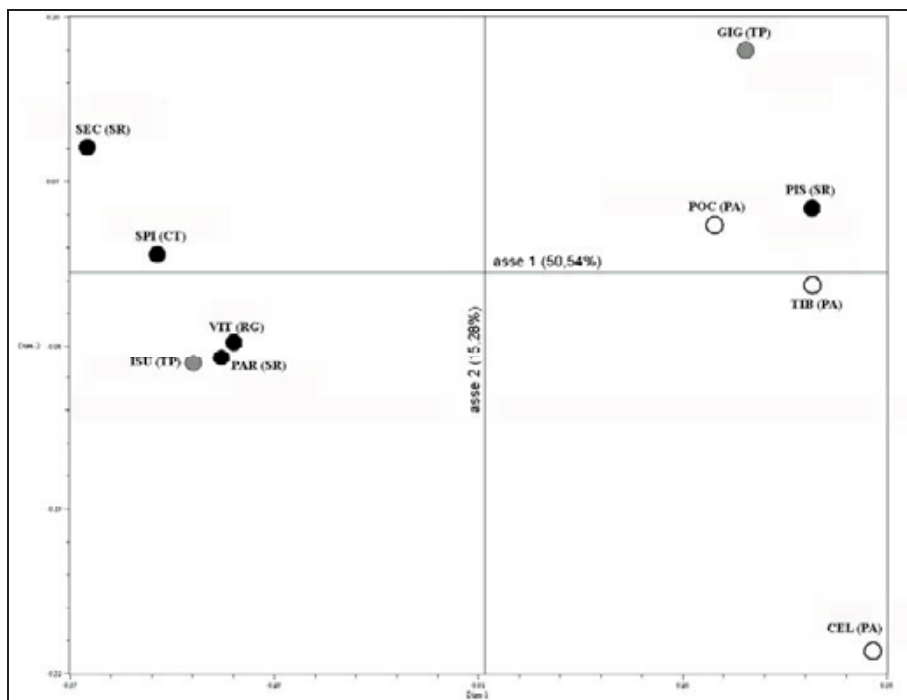


Figura 3. Analisi delle componenti principali delle popolazioni di olivo selvatico e delle varietà coltivate ottenuta dai valori di distanza genetica di Nei.  
 Figure 3. Principal components analysis of wild olive populations and cultivars obtained from Nei's genetic distance.  
 Figure 3. Analyse des composantes principales des populations d'olivier sauvage et des cultivars obtenue à partir des valeurs de la distance génétique de Nei.

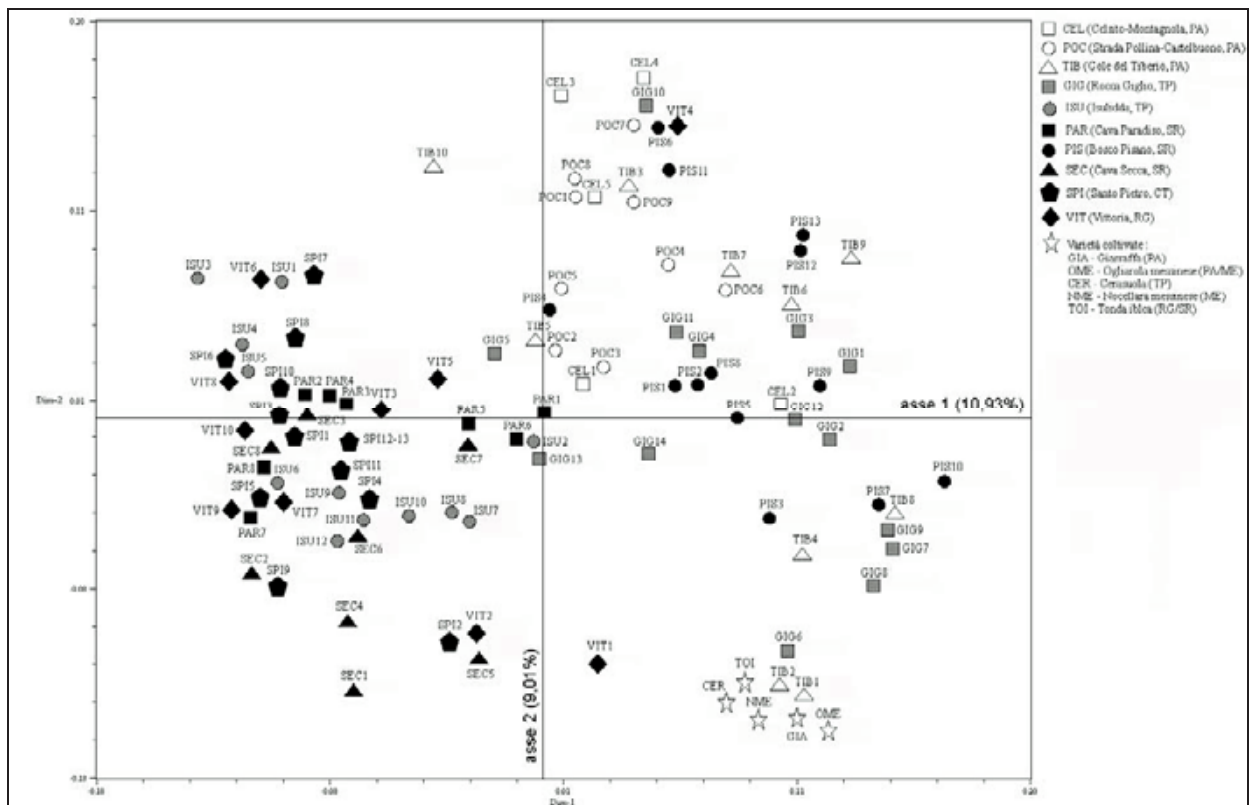


Figura 4. Analisi delle componenti principali delle singole piante di olivo selvatico e delle varietà coltivate ottenute dai coefficienti di similarità di Jaccard.  
 Figure 4. Principal components analysis of wild olive plants and cultivars obtained from Jaccard similarity coefficients.  
 Figure 4. Analyse des composantes principales des individus d'olivier sauvage et des cultivars obtenue à partir des coefficients de similarité de Jaccard.

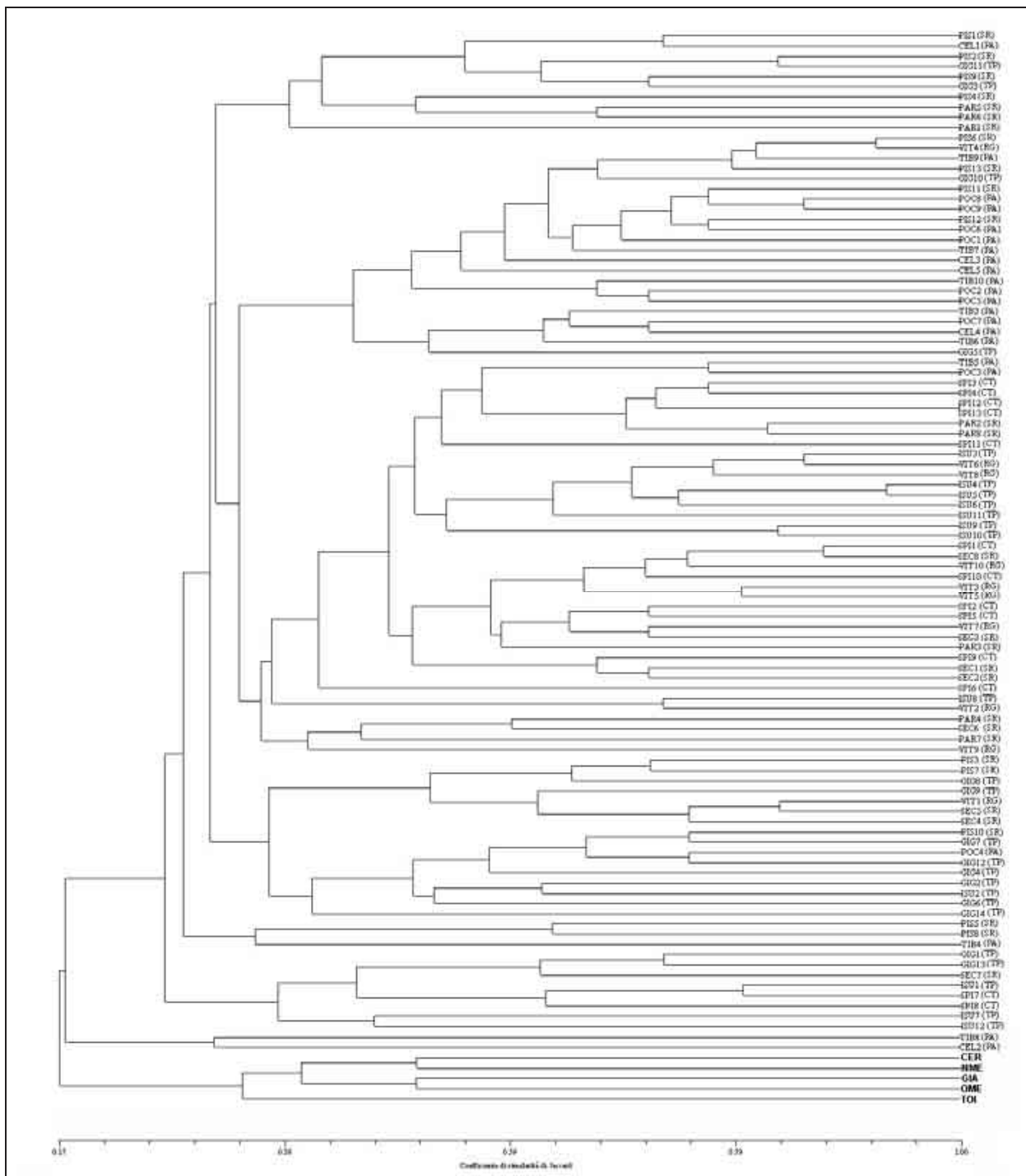


Figura 5. Albero filogenetico UPGMA delle singole piante di olivo selvatico e delle varietà coltivate ottenuto dai coefficienti di similarità di Jaccard.  
 Figure 5. Dendrogram UPGMA of wild olive plants and cultivars obtained from Jaccard similarity coefficients.  
 Figure 5. Dendrogramme UPGMA des individus d'olivier sauvage et des cultivars obtenu à partir des coefficients de similarité de Jaccard.



	<i>popolazione</i>	<i>sito di campionamento/provenienza</i>	<i>tipologia forestale</i>	<i>n. piante utilizzate</i>
<i>popolazioni selvatiche</i>	TIB	Gole Del Tiberio ( <i>S. Mauro Castelverde</i> , PA)	Macchia-foresta densa, relativamente estesa; popolazione numerosa; episodi colturali pregressi puntiformi	10
	POC	Strada Pollina-Castelbuono (PA)	Arbusteto rado; estensione ridotta; piante sparse, con esemplari vetusti, monumentali, talvolta coltivati in passato	9
	CEL	Celsito-Montagnola ( <i>Castelbuono</i> , PA)	Arbusteto rado; estensione ridotta; piante sparse; episodi colturali pregressi diffusi	5
	ISU	Isulidda ( <i>San Vito Lo Capo</i> , TP)	Arbusteto rado; estensione ridotta; piante sparse; presunti episodi colturali pregressi diffusi	12
	GIG	Rocca Giglio ( <i>Valderice</i> , TP)	Gariga; estensione ridotta; poche piante sparse; oliveti limitrofi	14
	PIS	Bosco Pisano ( <i>Buccheri</i> , SR)	Macchia-foresta densa; ceduo abbandonato; estensione notevole; popolazione molto numerosa; molti esemplari vetusti	13
	PAR	Cava Paradiso ( <i>Rosolini</i> , SR)	Macchia-foresta densa, relativamente estesa; popolazione numerosa; episodi colturali pregressi puntiformi	8
	SEC	Cava Secca ( <i>Canicattini Bagni</i> , SR)	Gariga; estensione ridotta; poche piante sparse; oliveti limitrofi	8
	SPI	Santo Pietro ( <i>Caltagirone</i> , CT)	Macchia-foresta densa; ceduo abbandonato; estensione notevole; popolazione molto numerosa; molti esemplari vetusti	13
	VIT	Riserva Naturale Pino d'Aleppo ( <i>Vittoria</i> , RG)	Gariga; estensione ridotta; poche piante sparse; oliveti limitrofi	10
<i>cultivar domestiche</i>	OME ( <i>Ogliarola Messinese</i> )	Messina/Palermo		1
	GIA ( <i>Giarraffa</i> )	Palermo		1
	CER ( <i>Cerasuola</i> )	Trapani		1
	NME ( <i>Nocellara Messinese</i> )	Messina		1
	TOI ( <i>Tonda Iblea</i> )	Ragusa/Siracusa		1

Tabella 1. Caratteristiche principali delle popolazioni analizzate.  
Table 1. Main features of the investigated populations.  
Tableau 1. Caractéristiques principales des populations analysées.

<i>Sito</i>	<i>Na</i>	<i>Ne</i>	<i>I</i>	<i>Ho</i>	<i>He</i>	<i>HeN</i>	<i>F<sub>IS</sub></i>
TIB	5,4 ± 1,14	3,66 ± 1,21	1,42 ± 0,26	0,50 ± 0,31	0,75 ± 0,09	0,70 ± 0,08	0,19
GIG	5,2 ± 1,79	3,24 ± 0,73	1,33 ± 0,28	0,37 ± 0,20	0,70 ± 0,08	0,68 ± 0,08	0,40
SPI	4,8 ± 2,17	2,99 ± 1,49	1,17 ± 0,50	0,43 ± 0,18	0,62 ± 0,19	0,60 ± 0,18	0,31
PIS	4,8 ± 2,05	3,09 ± 1,88	1,14 ± 0,60	0,37 ± 0,31	0,58 ± 0,26	0,56 ± 0,25	0,40
PAR	4,4 ± 2,30	3,69 ± 1,92	1,27 ± 0,51	0,40 ± 0,31	0,71 ± 0,17	0,67 ± 0,16	0,35
VIT	4,4 ± 1,52	2,72 ± 1,59	1,10 ± 0,46	0,32 ± 0,11	0,58 ± 0,20	0,55 ± 0,19	0,48
ISU	4,0 ± 2,55	2,68 ± 1,33	1,03 ± 0,55	0,32 ± 0,31	0,57 ± 0,21	0,55 ± 0,20	0,48
POC	3,6 ± 1,52	2,19 ± 0,66	0,90 ± 0,37	0,44 ± 0,26	0,53 ± 0,19	0,50 ± 0,18	0,29
SEC	3,6 ± 1,14	2,53 ± 0,97	1,01 ± 0,37	0,40 ± 0,16	0,59 ± 0,18	0,55 ± 0,17	0,35
CEL	3,2 ± 1,10	2,45 ± 1,10	0,92 ± 0,43	0,28 ± 0,18	0,58 ± 0,24	0,52 ± 0,22	0,54
Media	4,42 ± 1,84	2,98 ± 1,35	1,14 ± 0,45	0,38 ± 0,23	0,63 ± 0,19	0,59 ± 0,18	0,38

Note: *Na* = numero di alleli osservati; *Ne* = numero di alleli effettivi; *I* = indice di diversità di Shannon; *Ho* = eterozigotità osservata; *He* = eterozigotità attesa; *HeN* = eterozigotità attesa di Nei; *F<sub>IS</sub>* = indice di fissazione  
*Na* = number of alleles; *Ne* = effective number of alleles; *I* = Shannon index; *Ho* = observed heterozygosity; *He* = expected heterozygosity; *HeN* = Nei's expected heterozygosity; *F<sub>IS</sub>* = fixation index  
*Na* = nombre d'allèles observés; *Ne* = nombre d'allèles effectifs; *I* = indice de Shannon; *Ho* = hétérozygotité observée; *He* = hétérozygotité attendue; *HeN* = hétérozygotité attendue de Nei; *F<sub>IS</sub>* = indice de fixation

Tabella 2. Indici di diversità genetica e deviazione standard calcolati per ciascuna popolazione.  
Table 2. Genetic diversity coefficients and standard deviation computed for each population.  
Tableau 2. Indices de diversité génétique et déviation standard calculés pour chaque population.

## SUMMARY

### GENETIC CHARACTERISATION THROUGH MICROSATELLITES ANALYSIS OF SICILIAN WILD OLIVE FOR CONSERVATION AND VALORISATION OF NATURAL GENETIC RESOURCES

Within the issues related to biodiversity conservation and valorisation of local plant germplasm a genetic analysis, through molecular markers, was carried out on 10 wild olive populations, from different areas of Sicily. Moreover, wild material was compared with five Sicilian cultivars, selected among the most widespread at regional scale.

Results pointed out the absence of genetic affinities between wild populations and domestic varieties, supporting the assumption that domestication processes took place outside the regional territory. Although current oleaster communities are usually small relics of fragmented and degraded forests, this species still exhibits a certain intra- and inter-population genetic diversity. These results demonstrate that the gene pool of Sicilian wild olive represents a remarkable, but so far not sufficiently explored resource, of potential great concern both in agronomy and forestry.

## RÉSUMÉ

### CARACTERISATION DE L'OLIVIER SAUVAGE EN SICILE A TRAVERS ANALYSE DES MICROSATELLITES POUR LA CONSERVATION ET LA VALORISATION DES RESSOURCES GENETIQUES VEGETALES

Dans le cadre des problématiques de conservation de la biodiversité et valorisation du germoplasme végétal local une analyse génétique a été effectuée, par l'emploi de marqueurs moléculaires, sur 10 populations d'olivier sauvage provenant de plusieurs zones de la Sicile. De plus, le matériel sauvage a été comparé avec cinq cultivars siciliens, choisis parmi ceux les plus diffusément cultivés dans le territoire régional.

Les résultats ont mis en évidence, d'abord, l'absence d'affinités génétiques entre les peuplements sauvages et les variétés cultivées, confirmant l'hypothèse selon laquelle les processus de domestication de l'olivier ont eu lieu à l'extérieur du territoire sicilien. Malgré les communautés actuelles à olivier sauvage ne soient, en général, que des forêts résiduelles très fragmentées et dégradées, cette espèce conserve encore une certaine diversité génétique, soit intra- que inter-population. En considération de ça, le pool génique de l'olivier sauvage sicilien représente une ressource importante et encore insuffisamment explorée, potentiellement de grand intérêt a des fins soit agronomiques que forestiers.

## BIBLIOGRAFIA

Angiolillo A., Mercuccini M., Baldoni L., 1999 – *Olive genetic diversity assessed using amplified fragment length polymorphism*. Theor. Appl. Genet., 98: 411-421.  
Baldoni L., Tosti N., Ricciolini C., Belaj A., Arcioni S., Pannelli

G., Germanà M.A., Mulas M., Porceddu A., 2006 – *Genetic structure of wild and cultivated olives in the Central Mediterranean Basin*. Annals of Botany, 98: 935-942.  
Belaj A., Muñoz-Diez C., Baldoni L., Porceddu A., Barranco D., Satovic Z., 2007 – *Genetic diversity and population structure of wild olives from North-western Mediterranean assessed by SSR markers*. Annals of Botany, 1-10.  
Belaj A., Satovic Z., Cipriani G., Baldoni L., Testolin R., Rallo L., Trujillo I., 2003 – *Comparative study of the discriminating capacity of RAPD, AFLP and SSR markers and of their effectiveness in establishing genetic relationships in olive*. Theor. Appl. Genet., 5: 736-744.  
Besnard G., Bervillè A., 2000 – *Multiple origins for Mediterranean olive (Olea europea L. ssp. europea) based upon mitochondrial DNA polymorphisms*. Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Paris (Sciences de la Vie) 323: 173-181.  
Besnard G., Khadari B., Baradat P., Bervillè A., 2002 – *Olea europea (Oleaceae) phylogeography based on chloroplast DNA polymorphism*. Theor. Appl. Gen.; 104: 1353-1361.  
Brehm J.M., Maxted N., Ford-Lloyd B.V., Martin-Loução M.A., 2008 – *National inventories of crop wild relatives and wild harvested plants: case-study for Portugal*. Genet. Resour. Crop Evol., 55: 779-786.  
Bronzini de Caraffa V., Maury J., Gambetti C., Breton C., Bervillè A., Giannettini J., 2002 – *Mitochondrial DNA variation and RAPD mark oleasters, olive and feral olive from Western and Eastern Mediterranean*. Theor. Appl. Genet., 104: 1209-1216.  
Contento A., Ceccarelli M., Gelati M.T., Maggini F., Baldoni L., Cionini P.G., 2002 – *Diversity of Olea genotypes and the origin of cultivated olives*. Theor. Appl. Genet., 104: 1229-1238.  
Crescimanno F.G., Musillami S., 1955 – *Indagini sulla situazione dell'olivastro in Sicilia*. Sicilia Agricola e Forestale, nn. 6-7-8.  
Dice L.R., 1945 – *Measures of the amount of ecologic association between species*. Ecol. 26: 297-302.  
Ducci F., Proietti R., Cantiani P., 2004 – *Struttura genetica e sociale in un ceduo di cerro in conversione*. Ann. Ist. Sper. Selv., vol. 33: 143-158.  
Garfi G., Di Pasquale G., 1988 – *First results of an ecological case-history in Sicily: the wood of Buccheri*. In Salbitano F. (ed.), *Human influence on forest ecosystems development in Europe*, ESF FERN-CNR, Bologna, 353-356.  
Kimura M., Crow J.F., 1964 – *The number of alleles that can be maintained in a finite population*. Genetics 49: 725-738.  
La Mantia M., Lain O., Caruso T., Testolin R., 2005 – *SSR-based DNA fingerprints reveal the genetic diversity of Sicilian olive (Olea europaea L.) germplasm*. J. Hort. Sci. and Biotechn., 80 (5): 628-632.  
Levene H., 1949 – *On a Matching Problem Arising in Genetics*. The Annals of Mathematical Statistics, 20 (1): 91-94.  
Lewontin R.C., 1972 – *The apportionment of human diversity*. Evol. Biol., 6: 381-398.  
Lodhi M.A., Guang-Ning Ye G.N., Weeden N.F., Reisch B.I., 1994 – *A simple and efficient method for DNA extraction from grapevine cultivar, Vitis species and Ampelopsis*. Plant Molecular Biology Report 12: 6-13.

- Meilleur B.A., Hodgkin T., 2004 – *In situ conservation of crop wild relative: status and trends*. Biodiversity and Conservation 13: 663-684.
- Mulas M., Cauli E., Francesconi A.H.D., 2001 – *Valorizzazione delle forme selvatiche di Olea europea L. per gli usi forestali della specie*. Monti e Boschi LII (2): 47-54.
- Nei M., 1978 – *Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals*. Genetics 89: 583-590.
- Sambrook J., Fritsch E.F., Maniatis T., 1989 – *Molecular Cloning. A laboratory manual*. Ed. 2 Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring, NY.
- Sefc K.M., Lopes M.S., Mendonca D., Santos M.R.D., Machado M.L.D.C., Machado A.D.C., 2000 – *Identification of microsatellite loci in olive (Olea europaea) and their characterization in Italian and Iberian olive trees*. Mol. Ecol., 9 (8): 1171-1173.
- Sneath P.H., Sokal R.R., 1973 – *Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification*. W.H. Freeman Ed., San Francisco.
- Terral J.F., Alonso N., Buxò I., Capdevila R., Chatti N., Fabre L., Fiorentino G., Marinval P., Pèrez Jordà G., Pradat B., Rovina N., Alibert P., 2004 – *Historical biogeography of olive domestication (Olea europea L.) as revealed by geometrical morphometry applied to biological and archeological material*. Journal of Biogeography, 31: 63-77.
- Thirgood J.V., 1981 – *Man and the Mediterranean forest: a history of resource depletion*. London and New York, Academic Press, 194 p.
- Wright S., 1978 – *Evolution and the genetics of populations. Vol. 4. Variability within and among natural populations*. University of Chicago Press, Chicago.
- Yeh F.C., Yang R.C., Boyle T., 1999 – *POPGENE, Version 1.31*. Center for International Forestry Research and University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada.
- Zohary D., Spiegel Roy P., 1975 – *Beginnings of fruit growing in the Old World*. Science, 187 (4174): 319-327.

## TRASFORMAZIONI DEL PAESAGGIO E CONSERVAZIONE DEGLI HABITAT NELLA ZONA UMIDA DI VENDICARI (SICILIA)

(\*) Dipartimento di Colture Arboree, Università degli Studi di Palermo

(\*\*) Dottore Forestale, Bivona (AG)

(\*\*\*) Dottore Forestale, S. Stefano Quisquina (AG)

Il sito Natura 2000 “Vendicari” (ITA090002) si colloca in un più ampio sistema di zone umide costiere della Sicilia Sud-orientale. La particolarità di questi ambienti è legata alla presenza di lagune costiere e di formazioni vegetali che generalmente si trovano a contatto con esse. Questi ambienti costituiscono l’habitat per diverse specie, nonché esclusivi punti di sosta per molti uccelli migratori. Queste aree, un tempo più estese in Sicilia, durante il secolo scorso sono state sottoposte a disturbi e trasformazioni ambientali e paesaggistiche con conseguente riduzione della biodiversità. Le cause che hanno determinato maggiormente tali trasformazioni sono legate allo sfruttamento agricolo intensivo del suolo, che ha portato alla riduzione della complessità e della resilienza degli ecosistemi ed alla semplificazione del paesaggio. Nelle strategie di conservazione della biodiversità la valutazione degli impatti delle attività agricole sulle aree naturali è fondamentale per qualsiasi azione di intervento. Il presente lavoro propone un’analisi sull’influenza delle trasformazioni del paesaggio agrario sulla conservazione degli habitat presenti a Vendicari. Tale valutazione è stata eseguita attraverso l’analisi multitemporale delle trasformazioni del paesaggio avvenute tra il 1955 e il 2007 mediante la fotointerpretazione in ambiente GIS di foto aeree storiche e ortofoto recenti. L’indagine è stata completata con l’elaborazione di indici spaziali che hanno permesso di analizzare le trasformazioni e le dinamiche del paesaggio avvenute nel periodo analizzato. Nel sito gli impatti provocati dai processi di intensificazione dell’uso del suolo sono diminuiti nel tempo in conseguenza anche dell’istituzione della riserva che ha determinato una riduzione della pressione antropica in prossimità degli habitat.

*Parole chiave:* zone umide costiere, Habitat Natura 2000, matrice agricola, intensità culturale.

*Key words:* humid coastal area, Natura 2000 Habitat, agricultural matrix, agricultural practices intensity.

*Mots clés:* zones humides côtières, Habitat Nature 2000, matrice agricole, intensité culturale.

### 1. INTRODUZIONE

Secondo la Convenzione di Ramsar (1971) il termine Zone Umide comprende le “zone di acquitrino, palude o torbiera o acqua libera, sia naturali che artificiali, temporanee o permanenti, tanto con acqua ferma che corrente, dolce, salmastra o salata, incluse le zone di acqua marina la cui profondità, durante la bassa marea, non superi i sei metri...” (Davis, 1994). Questi ambienti sono utilizzati a scopi trofici e riproduttivi da un elevato numero di specie animali che includono, tra le altre, tutte le classi dei vertebrati. Tra queste gli uccelli ricoprono un ruolo preponderante. In Italia sono presenti ben 469 specie diverse di uccelli (Amori *et al.*, 1993), e oltre il 40% di esse è, in maniera più o meno stretta, legata agli ambienti umidi.

La Convenzione di Ramsar ha finora designato nel mondo come meritevoli di tutela 1758 zone umide corrispondenti a 161 milioni di ettari (6% della superficie terrestre). In Italia sono presenti 244 zone umide (oltre 450.000 ha), di cui 118 protette (Siti Natura 2000, Riserve, Oasi ecc.) (Montemaggiori, 1996) e 50 designate come siti Ramsar. Si tratta di una piccola parte dell’enorme patrimonio ambientale di aree umide che in epoca romana si estendeva per quasi 3.000.000 ettari (1/10 della superficie dell’Italia) (Ramsar Bureau, 1990). In Sicilia sono presenti 17 aree umide per un totale di 11.184 Ha; tra queste Vendicari e il Biviere di Gela sono inserite tra i siti Ramsar.

Negli ultimi 50 anni, le zone umide nel mondo si sono

dimezzate e quelle rimaste sono minacciate dalle attività umane come la distruzione diretta, l’agricoltura, la caccia, l’inquinamento e l’urbanizzazione. Le attività agricole nel loro complesso sono la causa di numerosi disturbi a carico degli habitat naturali, ovvero di processi potenzialmente in grado di alterare la struttura degli ecosistemi, causando mutamenti nell’ambiente e quindi nella disponibilità di risorse (Pickett e White, 1985).

La trasformazione dell’uso del suolo da naturale ad agricolo è storicamente tra le cause che hanno maggiormente determinato la scomparsa di zone umide, considerate da sempre impropriamente ambienti “ostili e malsani” (Serpieri, 1957). Le minacce più importanti legate alle attività agricole sono l’uso dei fertilizzanti e dei pesticidi. Circa 2 milioni di tonnellate di fertilizzanti, utilizzati ogni anno nel nostro Paese (F.A.O., 1994), finisce nelle acque dei fiumi, dei laghi e delle altre aree umide per poi finire in mare, causando fenomeni di eutrofizzazione, e di conseguenza perdita di biodiversità.

Il presente lavoro propone un’analisi sull’influenza delle trasformazioni del paesaggio agrario sulla conservazione degli habitat presenti a Vendicari attraverso un’analisi multitemporale dei cambiamenti della copertura del suolo negli ultimi 50 anni.

### 2. AREA DI STUDIO

Il sito Natura 2000 “Vendicari” (ITA090002), esteso 1507,94 ha, è localizzato nella Sicilia Sud orientale,



all'interno del territorio del comune di Noto (fig. 1). Il territorio del sito coincide per il 98% con quello della Riserva Naturale Regionale "Oasi Faunistica di Vendicari", istituita nel 1984 e gestita dall'Azienda Regionale delle Foreste Demaniali (ARFDS).

L'area si colloca in un ambito climatico a forte impronta mediterranea, rientrando nel termotipo Termomediterraneo, ombrotipo secco superiore (Rivas Martines, 1995). Le precipitazioni medie annue ammontano a 500 mm e sono concentrate nella stagione invernale, mentre la temperatura media annua è di 18 °C (Drago, 2002).

La geologia dell'area è caratterizzata da affioramenti rocciosi riferibili sia a formazioni marine sia continentali che vanno dal Pliocene inferiore all'Olocene (Ruggeri, 1959). In particolare si rivengono affioramenti di natura calcarenitica, calcarea (marne calcaree giallastre e calcareniti) e marnosa (trubi). Alternati a questi si trovano estesi depositi sabbiosi (depositi alluvionali e palustri) che verso l'interno vengono sostituiti da lagune per la presenza di substrati impermeabili di natura argilloso-limoso.

Il sito costituisce un insieme di biotopi di notevole valore naturalistico e paesaggistico. I principali aspetti vegetazionali (Bartolo *et al.*, 1982; Brullo *et al.*, 1980) sono rappresentati da formazioni effimere (*Cakiletea maritima*), da formazioni perenni erbacee (*Ammophiletea*), dalle garighe (*Cisto-Micromerietea*) e dalla macchia a *Juniperus macrocarpa* (*Ephedro-Juniperetum macrocarpa*). La vegetazione che si insedia sulle scogliere marine è costituita da comunità alofile del *Crithmo-Limonietea*, caratterizzata dal *Limonium syracusanum*, endemismo ibleo, e dalle garighe a *Sarcopoterium spinosum* e aspetti di macchia a *Myrtus communis* e *Pistacia lentiscus* (*Myrto-Lentiscetum*). Ben rappresentate sono, inoltre, le comunità alofile delle paludi salmastre retrodunali, con numerose associazioni, *Sarcocornietea fruticosae*, *Thero-Suaedetea*, e *Juncetea maritimi*. Queste aree naturali si collocano prevalentemente nella fascia posta a ridosso del mare che si differenzia da quella più interna, caratterizzata maggiormente da aree agricole intercalate talvolta da lembi di vegetazione di macchia o gariga.

### 3. MATERIALI E METODI

L'analisi dell'influenza delle trasformazioni del paesaggio sulla conservazione degli habitat è stata realizzata attraverso le seguenti fasi:

- analisi dei cambiamenti dell'uso del suolo (1955, 1987 e 2007);
- analisi dei cambiamenti dell'intensità colturale dell'uso agricolo del suolo (1987, 2000 e 2007);
- analisi spaziale sulla frammentazione degli habitat naturali e semi-naturali (1987, 2000 e 2007);
- analisi della diversità paesaggistica (Indice di Shannon).

Gli strati informativi utilizzati per l'analisi dei cambiamenti dell'uso del suolo sono stati realizzati nell'ambito del progetto *ManagMED*; le dinamiche generali dei cambiamenti sono stati determinati attraverso il confronto tra gli strati informativi dell'uso del suolo prodotti per ciascun anno indagato (Rühl *et al.*, 2005) (tab. 1).

L'analisi dell'intensità colturale dell'uso agricolo del suolo è stata effettuata attribuendo a ciascuna categoria i seguenti gradi di intensità colturale in funzione delle tecni-

che agronomiche locali adottate (uso di mezzi meccanici, utilizzo di concimi e/o pesticidi, irrigazioni ecc.) e del loro potenziale impatto sugli habitat naturali e semi-naturali:

- sistemi agricoli a *Bassa* intensità colturale: Seminativi semplici (codice CORINE Land Cover 2111), Mandorleti (2224), Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti (243) e Aree agricole abbandonate (2x);
- sistemi agricoli a *Media* intensità colturale: Vigneti (221), Oliveti (223) e Sistemi colturali e particellari complessi (242);
- sistemi agricoli ad *Alta* intensità colturale: Agrumeti (2226) e Colture in serra (21213).

L'impatto, che le superfici agricole a diversa intensità colturale esercitano sugli ambienti naturali è stato quantificato mediante l'Indice di Contaminazione delle aree agricole ( $IC_{agr}$ ), che tiene conto della pressione esercitata dalle aree agricole sulla superficie di ciascun habitat entro un *buffer* di 300 m:

$$IC_{agr} = \frac{\sum A_{agr}}{\sum A_{hab}} \quad (1)$$

dove:  $IC_{agr}$  è l'indice di contaminazione delle aree agricole per l'habitat in esame,  $\sum A_{agr}$  è la somma delle superfici delle aree agricole entro un *buffer* di 300 m dal bordo dei poligoni dell'habitat, mentre  $\sum A_{hab}$  è la somma delle superfici dei poligoni dell'habitat stesso (modificato da Cinsa, 2005)

La scelta del *buffer* di 300 m è motivata dal fatto che si ritiene che entro tale fascia si manifesta la gran parte dell'influenza delle pratiche agricole sulle aree naturali contigue (Ferrari, 2005).

L'indice è stato elaborato tenendo conto sia dell'intensità agricola complessiva sia come questa si ripartisce nei diversi gradi di intensità colturale (alta, media e bassa).

Per approfondire ulteriormente l'influenza delle trasformazioni del paesaggio intercorse tra il 1987 e il 2007 sono stati elaborati gli indici di ecologia del paesaggio riferiti all'organizzazione spaziale e funzionale degli habitat presenti nel mosaico territoriale del sito (Mcgarigal *et al.*, 1995; Griffith *et al.* 2000; La Mela Veca *et al.*, 2006). Tale indagine è stata estesa anche alle formazioni naturali e seminaturali non inseriti nella Direttiva "Habitat", ugualmente importanti per la loro stretta relazione con gli habitat *sensu* Direttiva. Gli indici adottati hanno lo scopo di descrivere il paesaggio vegetale tenendo conto della composizione, della forma e della configurazione delle *patches* che lo compongono (Rutledge, 2003). Infine per valutare il grado di diversità paesaggistica è stato calcolato l'indice di diversità di Shannon (Shannon *et al.*, 1963) utilizzando come parametro di comparazione la superficie complessiva di ciascun habitat:

$$H_s = \sum_{i=1}^s \left( \frac{A_i}{N} \right) \log \left( \frac{A_i}{N} \right) \quad (2)$$

dove  $H_s$  è l'indice di Shannon,  $A_i$  è la superficie dei poligoni di ciascun habitat ed  $N$  è il numero di habitat presi in considerazione.

### 4. RISULTATI

#### 4.1 Cambiamenti dell'uso del suolo

L'analisi complessiva dei cambiamenti dell'ecomosaico paesistico, nel periodo 1955-1987 (tab. 1 e fig. 2) mostra



che l'evoluzione naturale è stato il cambiamento più rilevante (quasi 9%) a seguito, soprattutto, dell'abbandono delle aree agricole marginali.

Nel periodo successivo (1987-2007), invece, i cambiamenti sono stati meno significativi (96,14% di persistenza), caratterizzati da due andamenti contrapposti, legati all'alternanza delle colture prevalenti: l'estensificazione (+1,60%), legata al passaggio degli agrumeti verso sistemi colturali più estensivi, e l'intensificazione (+1,79) connessa invece all'affermazione delle colture in serra. Complessivamente si evince che la categoria delle Aree agricole è stata quella maggiormente interessata da cambiamenti sia tra i diversi sistemi colturali sia verso aree naturali.

#### 4.2 Analisi dei cambiamenti dell'intensità colturale dell'uso agricolo del suolo

La superficie delle aree agricole del sito ha registrato una contrazione tra il 1987 ed il 2000 ed è rimasta invariata tra il 2000 e il 2007 (tab. 2). L'indice di contaminazione delle aree agricole ha evidenziato come i sistemi colturali a basso impatto hanno avuto una maggiore influenza sulle aree naturali (fig. 3). In particolare tra il 1987 ed il 2000 si osserva una riduzione del 2% delle superficie agricole (-20 Ha) e un aumento dell'intensità colturale (21113 +4% e 2226 +0.6). Questa maggiore intensificazione si è tradotta in un leggero incremento dell'indice generale di contaminazione delle aree agricole (da 1,20 a 1,29), determinato da un aumento della pressione antropica su alcune formazioni naturali poste nella zona più interna del sito come le Praterie aride (3211), la Macchia a lentisco (32312) e i Canneti a cannuccia di palude (4121) (tab. 3). Nel contempo si è avuto un incremento delle aree agricole abbandonate a ridosso degli habitat costieri (classi 331, 3311, 333) e ai pantani (521, 421, 4211), nelle quali successivamente si sono avviati processi di ricolonizzazione da parte della vegetazione naturale.

Nel periodo tra il 2000 e il 2007 si è rilevato invece un decremento dell'indice di contaminazione delle aree agricole da 1,29 a 1,10, da attribuire a una diminuzione delle aree agricole ad elevata intensità colturale (-8% rispetto al 2000). Si osserva, infatti, un decremento dell'intensità colturale nell'area interna del sito, dovuta principalmente alla riduzione delle colture orto-floro-vivaistiche in serra (-50%). Nello stesso periodo si è verificato, inoltre, un'ulteriore evoluzione della gariga verso la Macchia a lentisco (32312) per la quale si registra la diminuzione più significativa dell'indice (- 0,5).

#### 4.3 Analisi della frammentazione del paesaggio

Gli indici elaborati per l'uso attuale del suolo (2007) (tab. 4) evidenziano valori più elevati di frammentazione per gli Arbusteti a ginepro (habitat 2250) e la Vegetazione psammofila litorale (2110 e 2120); essi infatti presentano un indice elevato di sviluppo lineare (MPAR > 800) e un basso valore di estensione media delle tessere (MPS > 2 ha). Valori elevati si riscontrano anche per gli habitat delle Paludi salmastre (1310, 1420) e dei Canneti a imperata cilindrica (MPS 5 e 7,5 Ha). La Macchia a lentisco (5330) ha una distribuzione più compatta rispetto alla Gariga a timo e spinaporci (5430); infatti, a fronte di un elevato numero di tessere (NUMP di 10 e 9) la macchia ha

un valore di distanza media tra le *patches* (MNN 132) inferiore a quello della gariga (MNN 269) e un grado di aggregazione maggiore (IJI rispettivamente 61 e 69). L'habitat delle scogliere (1240) costituisce una cenosi poco estesa ma anche poco frammentata. Le Lagune costiere (1150) e i Canneti a cannuccia di palude hanno i valori più elevati d'estensione media delle tessere (MPS 24,30 e 14,5). In particolare i canneti registrano il valore più elevato dell'indice IJI pari a 73.

Complessivamente gli indici di ecologia del paesaggio per i due periodi considerati (1987-2000 e 2000-2007), hanno registrato oscillazioni poco rilevanti. Infatti i valori medi degli indici si sono mantenuti pressoché invariati per tutti gli habitat, ad eccezione dell'indice MNN che mostra una diminuzione significativa per le classi 3311, 3211 e 4121. Da segnalare, anche, variazioni statisticamente significative per gli Habitat della macchia, della gariga e della vegetazione a cannuccia di palude (32312, 32325, 4121), i quali hanno registrato in entrambi i periodi un aumento della superficie per effetto dell'abbandono delle aree agricole.

#### 4.4 Indice di diversità del paesaggio di Shannon

Considerando il paesaggio nella sua interezza si è registrato per il 2007 un valore dell'indice di diversità pari a 4,61, a fronte di valori pressoché costanti per i due precedenti periodi (circa 2,7). Considerando solamente gli habitat naturali l'indice è rimasto sostanzialmente invariato. In definitiva la maggiore diversità paesaggistica riscontrata nel 2007 è imputabile soprattutto all'aumento della diversificazione delle aree agricole.

#### 4.5 Influenza dei cambiamenti dell'uso del suolo sulla conservazione degli habitat

Il confronto tra gli indici di ecologia del paesaggio e i cambiamenti dell'uso del suolo intercorsi nel periodo 1987-2007 ha fornito indicazioni utili sulla configurazione spaziale degli habitat del sito. In particolare, come descritto precedentemente, nel periodo 1987-2000 si è assistito ad un incremento dell'intensificazione dell'uso agricolo del suolo pari al 3,8%, a fronte di una riduzione delle superfici agricole di circa 20 ha ed un aumento medio dell'indice di contaminazione agricola di 0,09. Tuttavia l'aumento dell'indice è correlato alla maggiore esposizione di alcuni habitat alle superfici agricole in conseguenza dell'evoluzione naturale delle aree agricole abbandonate. Tale tendenza si manifesta anche con un aumento della frammentazione soprattutto in termini di distanza tra le *patch*.

Il periodo 2000-2007 è caratterizzato invece da una minore influenza delle aree agricole (da 1,29 a 1,10) e da una conseguente migliore distribuzione spaziale degli habitat, con, in generale, lievi variazioni positive in tutti gli indici della forma e della configurazione (MPAR, IJI) e più significativi per l'indice medio di aggregazione degli habitat (MNN).

In generale si può osservare che nel periodo 1987-2007 i processi di trasformazione dell'uso del suolo e le variazioni dell'intensità colturale delle aree agricole non hanno inciso profondamente sulla distribuzione spaziale degli habitat, in quanto i cambiamenti dell'uso del suolo più significativi si sono registrati nel trentennio 1955-1987.

Inoltre solo in alcuni casi è stata riscontrata una correlazione diretta tra processi di intensificazione ed aumento della frammentazione degli habitat.

## 5. CONCLUSIONI

La gestione dei siti Natura 2000 ha come obiettivo preminente la conservazione e il mantenimento di habitat e specie in uno stato soddisfacente. Da questo punto di vista, l'individuazione degli impatti e dei rischi antropici che gravano sugli habitat (Cinsa, 2005), hanno un'importanza cruciale ai fini della definizione degli obiettivi e delle strategie di gestione (Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, 2002). Le trasformazioni del paesaggio, connesse alle dinamiche socio-economiche e alle politiche di intervento sul territorio, qualora tendano verso processi di intensificazione irrazionale possono rivelarsi come fattori di alterazione dell'equilibrio ecologico-funzionale degli habitat naturali e seminaturali.

L'indagine condotta, ha dimostrato che gli impatti provocati dai processi di intensificazione dell'uso agricolo del suolo sono complessivamente diminuiti nel tempo in relazione alla diminuita redditività di alcune colture agricole tipiche dell'area (come limoneti e mandarineti) e alle politiche di intervento comunitario (*Set-aside*). Inoltre, l'istituzione della riserva (1984) ha determinato un arresto dell'espansione agricola attorno alle zone umide e alla vegetazione dunale (zona A) grazie anche all'acquisizione al Demanio regionale di alcune aree agricole ad opera dell'ARFDS.

Tuttavia, all'attualità, l'indice di contaminazione delle aree agricole si aggira su valori leggermente superiori a 1; infatti mediamente su ogni singola *patch*, insiste, entro un raggio di 300 m, una superficie agricola con estensione maggiore della stessa *patch*. Ciò è determinato all'aumentata esposizione (rispetto al 1987) di alcuni habitat alla pressione esercitata dalle aree agricole, in conseguenza del loro processo di abbandono e della successiva evoluzione verso forme di vegetazione più complesse.

In definitiva la matrice paesaggistica del sito, derivata dall'alternarsi dei processi di cambiamento dell'uso del suolo intercorsi dal dopoguerra ad oggi, è costituita da una fascia dunale e retrodunale in cui dominano i pantani e le tipologie di vegetazione naturale e da una fascia più interna dominata da colture agrarie a basso impatto ambientale.

## RINGRAZIAMENTI

Lavoro svolto in parti uguali dagli autori nell'ambito di una collaborazione scientifica tra il Dipartimento di Colture Arboree dell'Università di Palermo e l'Azienda Regionale Foreste Demaniali della Regione Sicilia, *partner* italiano del progetto ManagMED "Integrated development and management of Natura 2000 protected areas through innovative techniques in east Mediterranean" del programma INTERREG III B ARCHIMED.

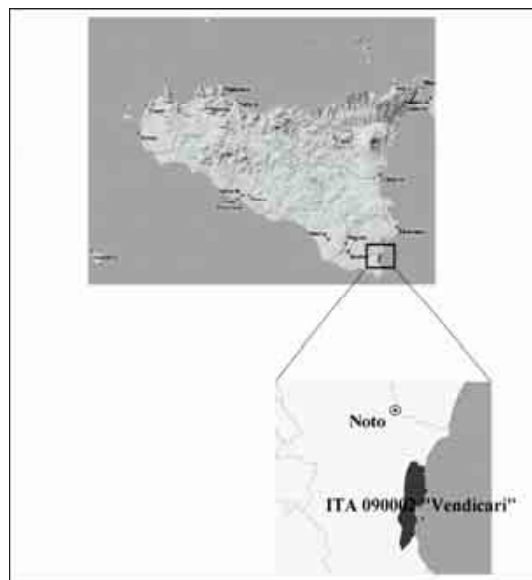


Figura 1. Localizzazione dell'area di studio.

Figure 1. Localization of the study area.

Figure 1. Localisation du site d'étude.

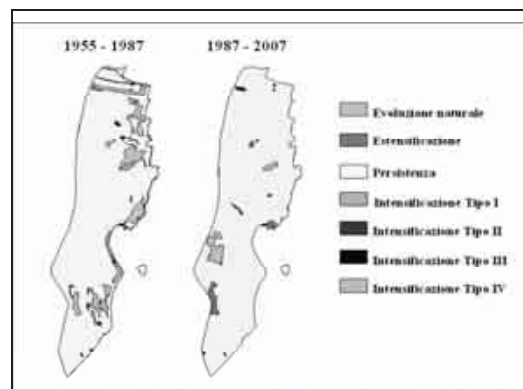


Figura 2. Dinamiche dei cambiamenti di uso del suolo per i periodi 1955-1987 e 1987-2007.

Figure 2. Land use changes during the periods 1955-1987 and 1987-2007.

Figure 2. Dynamique des changements d'utilisation du sol pour les périodes 1955-1987 et 1987-2007.

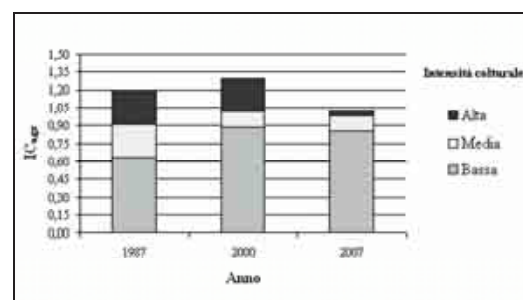


Figura 3. Valore dell'indice medio di contaminazione agricola sugli habitat naturali ripartito in funzione della diversa intensità culturale delle superfici agricole.

Figure 3. Value of the agricultural contamination mean index on the natural habitats as related to the different cultivation intensity of the agricultural areas.

Figure 3. Valeur de l'index moyen de contamination agricole sur les habitats naturels répartis selon les différentes intensités culturales de superficies agricoles.

Tipo di cambiamento	Superficie			
	1955-1987		1987-2007	
	ha	%	ha	%
Evoluzione naturale Tipo I (da Superfici agricole ad Aree Naturali)	129,77	8,61	5,12	0,34
Estensificazione	-	-	24,18	1,60
Persistenza	1361,10	90,26	1449,69	96,14
Intensificazione Tipo I (da Aree Naturali o Zone umide a Superfici Artificiali)	5,63	0,37	-	-
Intensificazione Tipo II (da Aree Naturali o Zone umide a Superfici agricole)	7,10	0,47	2,01	0,13
Intensificazione Tipo III (da Superfici agricole a Superfici artificiali)	1,67	0,11	-	-
Intensificazione Tipo IV (da Superfici agricole a Serre)	2,67	0,18	26,94	1,79
<b>Totale</b>	<b>1507,94</b>	<b>100,0</b>	<b>1507,94</b>	<b>100,0</b>

Tabella 1. Superficie interessata dalla dinamica dell'uso del suolo nei periodi 1955-1987 e 1987-2007.

Table 1. Areas concerned by land use changes during the periods 1955-1987 and 1987-2007.

Tableau 1. Superficie concernée par la dynamique d'utilisation du sol dans les périodes 1955-1987 et 1987-2007.

Intensità colturale	1987		2000		2007		Variazione superficie agricola (Ha)	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	1987 - 2000	2000 - 2007
Bassa (2111; 2224; 243; 2x)	595,54	67,1	530,4	61,1	579	66,7	-65,1	48,6
Media (221; 223; 242)	127,07	14,3	107,7	12,4	135,4	15,6	-19,4	27,7
Alta (2226; 21213)	164,99	18,6	230	26,5	153,7	17,7	65	-76,3
<b>Totale</b>	<b>887,6</b>	<b>100</b>	<b>868,1</b>	<b>100</b>	<b>868,1</b>	<b>100</b>	<b>- 19,5</b>	<b>0</b>

Tabella 2. Variazioni delle superfici agricole a diversa intensità colturale per gli anni 1987, 2000 e 2007.

Table 2. Changes of the agricultural area with different cultivation intensity for the years 1987, 2000 and 2007.

Tableau 2. Variations des superficies agricoles à différente intensité culturale pour les années 1987, 2000 et 2007.

Classi CLC		Codice Habitat Natura 2000	Indice di contaminazione agricola (IC <sub>agr</sub> )		
Codice	Denominazione		1987	2000	2007
3211	Praterie aride calcaree	6220*	0,67	2,57	0,00
32221	Arbusteti costieri a ginepro coccolone	2250*	0,91	0,91	1,74
32312	Macchia a lentisco	5330	1,97	2,02	1,52
32325	Gariga a timo e spinaporci	5430	1,37	1,21	1,27
331	Spiagge, dune e sabbie	-	0,87	0,63	0,63
3311	Vegetazione psammofila litorale	2110 - 2120	0,92	0,93	1,02
333	Aree con vegetazione rada	1240	0,49	0,29	0,29
4121	Canneti a cannuccia di palude	-	2,48	2,66	2,63
421	Paludi salmastre	1310 - 1420	1,79	1,61	1,61
4211	Canneti a imperata cilindrica	1410	0,72	0,53	0,53
521	Lagune costiere	1150*	0,96	0,87	0,87
Media			1,20	1,29	1,10

\* Habitat prioritario

Tabella 3. Valori dell'indice di contaminazione agricola sugli habitat negli anni 1987, 2000 e 2007.

Table 3. Values of the agricultural contamination index on the natural habitats in the years 1987, 2000 e 2007.

Tableau 3. Valeurs de l'index de contamination agricole sur les habitats dans les années 1987, 2000 et 2007.

Codice Classi CLC	NUMP			MPS			MPAR			MNN			LJI		
	1987	2000	2007	1987	2000	2007	1987	2000	2007	1987	2000	2007	1987	2000	2007
3211	1,00	2,00	1,00	6,34	5,73	6,34	173,80	208,00	173,80	0,00	1275,30	0,00	30,86	23,04	22,27
32221	4,00	4,00	4,00	2,03	2,03	2,03	864,40	862,27	864,38	85,25	85,25	85,25	39,72	40,30	41,34
32312	10,00	13,00	10,00	7,62	7,36	10,56	448,41	392,97	378,40	162,10	149,52	132,11	60,29	65,05	61,45
32325	10,00	10,00	9,00	13,40	13,27	13,95	315,10	333,10	313,03	238,81	246,94	269,13	66,39	65,63	69,05
331	6,00	6,00	6,00	2,92	2,92	2,92	655,85	656,02	655,85	263,53	263,53	263,53	58,10	55,71	56,95
3311	4,00	5,00	6,00	3,21	2,68	2,04	800,85	791,42	847,15	1007,38	430,68	368,70	49,32	51,77	50,31
333	4,00	4,00	4,00	5,15	5,15	5,15	646,48	646,48	646,48	419,53	419,53	419,53	39,91	32,86	32,79
4121	7,00	8,00	9,00	18,17	16,00	14,49	418,04	428,00	409,52	425,86	238,30	110,66	66,98	75,58	73,34
421	5,00	5,00	5,00	5,07	5,07	5,07	872,74	872,74	872,82	267,56	267,56	267,56	47,29	49,19	49,17
4211	2,00	2,00	2,00	7,41	7,41	7,41	380,95	380,95	381,00	26,10	26,10	26,00	55,66	55,38	55,38
521	6,00	6,00	6,00	24,30	24,30	24,30	438,53	438,53	438,53	441,78	441,78	442,58	48,18	46,04	46,04
Media	5,36	5,91	5,64	8,69	8,36	8,57	546,83	546,41	543,72	303,44	349,50	216,82	51,15	50,96	50,73

Tabella 4. Valori degli indici di ecologia del paesaggio degli habitat naturali.  
Table 4. Values of the landscape ecology indices of the natural habitats.  
Tableau 4. Valeurs des index d'écologie du paysage des habitats naturels.

## SUMMARY

### LANDSCAPE CHANGES AND HABITAT CONSERVATION IN THE HUMID AREA OF VENDICARI (ITA090002)

“Vendicari” (ITA090002) is localized on a wider coastal humid zone system of the South-eastern Sicily. The particularity of these environments is tied to the presence of coastal lagoons and of vegetation formations that are, generally, found in contact with them. These environments constitute the habitat for various species, as well as exclusive halting stations for many migratory birds. These areas, which were in past times, more extended in Sicily have been, during the past century, subordinates to disturbances and environmental and landscape transformations, with consequent reduction of the biodiversity. The causes that have mainly determined such transformations are linked to the intensive agricultural land use that has caused the reduction of the complexity and the resilience of the ecosystems and the simplification of the landscape. In the conservation strategies of the biodiversity, the evaluation of the impacts of agricultural activities on the natural areas, is fundamental for any action. The present paper proposes an analysis on the influence of the transformations of the agricultural landscape on the conservation of the habitats present in Vendicari. Such evaluation was carried out through the multi-temporal analysis of the transformations of the landscape that took place between 1955 and 2007, by means of the photo interpretation through GIS analysis of historical aerial photos and recent orthophotos. Surveying was completed with the elaboration of spatial indices that allowed to analyze the transformations and the landscape dynamics of the considered period. In the site, the impacts, caused by the intensification processes of land use, have decreased during the last years, also as consequence of the institution of the natural reserve that has determined a reduction of the human pressure in proximity of the habitats.

## RÉSUMÉ

### TRANSFORMATIONS DU PAYSAGE ET CONSERVATION DES HABITAT DANS LA ZONE HUMIDE DE VENDICARI (ITA090002)

“Vendicari” se situe dans un système très vaste de zones côtières humides de la Sicile sud-orientale. La particularité (caractéristique) de ces habitat est liée surtout à la présence de lagunes côtières et aux formations végétales qui sont généralement en contact avec elles/eux. Ces milieux constituent l’habitat pour différentes espèces, ainsi que des endroits exclusifs de halte pour beaucoup d’oiseaux migrateurs. Autrefois plus étendues dans l’île, ces zones ont été soumises, pendant le siècle dernier, à des troubles et à des transformations environnementales et du paysage qui ont réduit la biodiversité. Les causes qui ont déterminé davantage ces transformations sont liés à l’exploitation agricole intensive qui a provoqué la réduction de la complexité et de la résilience des écosystèmes et la simplification du paysage. Pour ce qui concerne les stratégies de conservation de la biodiversité, l’évaluation des impacts des activités agricoles sur les zones naturelles est fondamentale pour n’importe quelle action d’intervention. Cet ouvrage propose une analyse de l’influence des transformations du paysage agricole sur la conservation des habitat présents à Vendicari. Une telle évaluation a été réalisée à travers l’analyse multitemporelle des transformations du paysage survenues entre 1955 et 2007 grâce à la photo-interprétation par le GIS de photos historiques aériennes et d’ortho-photos récentes. La recherche a été complétée avec l’élaboration d’indices spatiaux qui ont permis d’analyser les transformations et les dynamiques du paysage arrivées dans la période analysée. Dans le site les impacts provoqués par les processus d’intensification de l’usage du sol ont diminué au cours du temps. En outre, l’institution de la réserve a déterminé une réduction de la pression anthropique à proximité des habitat.



## BIBLIOGRAFIA

- Amori G., Angelici F. M., Frugis S., Gandolfi G., Groppali R., Lanza B., Relini G., Vicini G., 1993 – *Vertebrata*. In: Minelli A., Ruffo S., La Posta S. (Eds.). Checklist delle specie della fauna italiana, 110. Calderini, Bologna.
- Bartolo G., Brullo S., Marcenò C., 1982 – *La vegetazione costiera della Sicilia sud-orientale. Contributo alla interpretazione delle fasce di vegetazione delle coste mediterranee*. C.N.R. Serie AQ/1/226, pp. 49.
- Brullo S., Fagotto F., Marcenò C., 1980 – *La carta della vegetazione di Vendicari*. Quaderni C.N.R. Serie AQ/1/38: 25-41.
- Cinsa, Consorzio Interuniversitario Nazionale Per Le Scienze Ambientali, 2005 – *Strumenti e indicatori per la salvaguardia della biodiversità*. Regione Veneto.
- Davis T.J., 1994 – *The Ramsar Convention Manual*. Ramsar Convention Bureau, Gland. Switzerland.
- Drago A., 2002 – *Atlante climatologico della Sicilia*. Servizio Informativo Agrometeorologico siciliano, Assessorato Agricoltura e Foreste, Regione Sicilia.
- F.A.O. (Food and Agriculture Organization), 1994 – *Yearbook 1993, Fertilizer*. FAO, Roma.
- Ferrarini A., 2005 – *Analisi e valutazioni spazio-temporale mediante GIS e Telerilevamento del grado di Pressione Antropica attuale e potenziale gravante sul mosaico degli habitat di alcune aree italiane. Ipotesi di pianificazione*. Tesi di Dottorato di Ricerca, Università di Parma, 209 pp.
- Fierotti G., 1988 – *Carta dei suoli della Sicilia*. Regione Sicilia, Assessorato Territorio e Ambiente, Università degli Studi di Palermo.
- Griffith J.A., Martinko E.A., Price K.P., 2000 – *Landscape structure analysis of Kansas at three scales*. Landscape and Urban Planning 52 (2000) 45-61, site: [www.elsevier.com/locate/landurbanplan](http://www.elsevier.com/locate/landurbanplan).
- Hargis C.D., Bissonette J.A., David J.L., 1998 – *The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation*. Landscape Ecology 13: 167-186.
- Krummel J.R., Gardner R.H., Sugihara G., O'Neill R.V., Coleman P.R., 1987 – *Landscape pattern in a disturbed environment*. Oikos 48:321-324.
- La Mela Veca D.S., Clementi G., Cullotta S., Maetzke F., Traina G., 2006 – *Analisi dello stato di conservazione degli habitat Natura 2000 nel Sito di Interesse Comunitario "ITA040005 - Monte Cammarata, Contrada Salaci", Monti Sicani (Sicilia centro-occidentale)*. Forest@ 3 (2): 222-237. [online] URL: <http://www.sisef.it/>.
- Mcgarigal K., Marks B.J., 1995 – *FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. General Technical Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland.
- Ministero dell'ambiente e della Tutela del Territorio, Servizio Conservazione Natura, 2002 – *Manuale delle linee guida per la redazione dei piani di gestione dei siti Natura 2000. Allegato 4: Legenda dell'atlante dell'uso del territorio*. [www.minambiente.it/scn/records](http://www.minambiente.it/scn/records).
- Montemaggiori A. (eds.), 1996 – *Le Zone Umide in Italia*. WWF Italia. Settore Diversità Biologica. Serie Ecosistema Italia. DB2.
- Pichett S.T.A., White P.S. (eds.), 1985 – *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, New York.
- Ramsar Bureau., 1990 – *Directory of wetlands of international importance*. Ramsar Convention Bureau, Gland. Switzerland.
- Rivas Martinez S., 1995 – *Bases para una nueva clasificacion bioclimatica de la Tierra*. Folia Botanica Matritensis 16: 1-29.
- Ruggeri G., 1959 – *Geologia della zona costiera di Torre Vendicari (Sicilia sud-orientale)*. Rivista Mineraria Siciliana, 55: 12-14.
- Rühl J., Chiavetta U., La Mantia T., La Mela Veca D.S., Pasta S., 2005 – *Land cover change in the nature reserve "Sughereta di Niscemi" (SE Sicily) in the 20th century*. In: Erasmi S, Cyffka B, Kappas M (eds). Remote Sensing & GIS for Environmental Studies: Applications in Geography, 54-63.
- Rutledge D., 2003 – *Landscape indexes as measures of the effects of fragmentation: can pattern reflect process?* DOC Science Internal Series 98: 5-27.
- Serpieri A., 1957 – *La Bonifica nella storia e nella dottrina*. Edizioni Agricole, Bologna.
- Shannon C.E., Weaver W., 1963 – *Mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Turner M.G., 1989 – *Landscape ecology: the effect of pattern on process*. Annual Review of Ecology and Systematics, Vol. 20: 171-197.



## BIODIVERSITÀ NELLE MALOIDEAE (ROSACEAE) DELLA SICILIA

(\*) Dipartimento di Scienze Botaniche, Università degli Studi di Palermo

Si riportano i caratteri tassonomici, l'ecologia e la distribuzione di 4 specie legnose afferenti ai generi *Pyrus* e *Malus*, recentemente descritte in Sicilia, al fine di favorirne la valorizzazione attraverso l'impiego in selvicoltura oltre che la conservazione *in situ* ed *ex situ*.

*Parole chiave:* biodiversità, *Rosaceae*, *Pyrus*, *Malus*, Sicilia.

*Key words:* biodiversity, *Rosaceae*, *Pyrus*, *Malus*, Sicily.

*Mots clés:* biodiversité, *Rosaceae*, *Pyrus*, *Malus*, Sicile.

### 1. PREMESSA

Nel corso degli ultimi anni, la biodiversità forestale siciliana si è ulteriormente arricchita grazie alla descrizione di quattro nuove specie (Raimondo *et al.*, 2004; Raimondo *et al.*, 2006a; Raimondo *et al.*, 2006b; Raimondo, 2008) nell'ambito della sottofamiglia *Maloideae* delle Rosacee. Si tratta di tre specie afferenti al genere *Pyrus* (*P. vallis-demonis* Raimondo & Schicchi, *P. sicanorum* Raimondo, Schicchi & Marino e *P. castribonensis* Raimondo, Schicchi & Mazzola) – rispettivamente dei Nebrodi, dei Sicani e delle Madonie - e di una appartenente al genere *Malus* (*M. crescimannoii* Raimondo) (Fig. 1).

Considerato il ruolo ecologico svolto dalle suddette specie nell'ambito dei sistemi forestali siciliani, ed il loro potenziale impiego negli interventi di riqualificazione delle aree boscate, si ritiene opportuno presentarle anche per rimarcare la necessità di attenzionare le risorse locali, sia ai fini della conservazione della biodiversità forestale sia per l'approvvigionamento di postime forestali di origine autoctona da impiegare nelle opere di rimboschimento o di riqualificazione dei boschi naturali esistenti e, ancora, di rinaturazione di formazioni o popolamenti realizzati con elementi esotici.

### 2. PERO DI VAL DEMONE

*Pyrus vallis-demonis* (Fig. 2) è una specie endemica esclusiva del Parco dei Nebrodi. L'epiteto si riferisce a *Val Demona*, nome di una delle tre valli in cui veniva suddivisa la Sicilia dai tempi della dominazione aragonese fino alla sua ripartizione in province; questa comprendeva la porzione nord-orientale dell'Isola e, quindi, anche il comprensorio degli attuali Monti Nebrodi in cui la specie è stata rinvenuta.

#### 2.1 Descrizione

Albero alto fino a 10 m con rami eretto-patenti, aculeati; quelli di 2-3 anni coperti da numerose lenticelle. Foglie glabre o scarsamente pelose alla base. Lamina da ovata ad ellittica. Corimbo di 12-18 fiori, con ricettacolo ricoperto da peli semplici biancastri. Pomo piccolo, piriforme o globoso, color ruggine e coperto da numerose lenticelle. Calice frequentemente deciduo.

#### 2.2 Distribuzione ed ecologia

*P. vallis-demonis* è confinato in una zona ristretta dei Monti Nebrodi posta entro livelli altitudinali compresi tra

1.200 e 1.500 m. La sua presenza è stata accertata oltre che nel *locus classicus* (area di Portella dell'Obolo-Tassita di Caronia), nei pressi del lago Maulazzo, nelle contrade Agrifoglio, Bileci e presso Portella della Miraglia. Si riscontra lungo le fasce di mantello di boschi dominati da *Quercus cerris* L. in associazione con *Rosa canina* L., *Rubus ulmifolius* Schott, *Prunus spinosa* L., *Ruscus aculeatus* L., *Daphne laureola* L., *Malus sylvestris* Mill., *Acer campestre* L. e *Fraxinus excelsior* subsp. *siciliensis* Ilardi & Raimondo. La sua presenza è stata recentemente accertata in altre aree montane dei Nebrodi.

#### 2.3 Stato di conservazione

Secondo le categorie di status definite dall'IUCN (2001), *P. vallis-demonis* va annoverato tra le specie vulnerabili (VU).

### 3. PERO DI CASTELBUONO

*Pyrus castribonensis* (Fig. 3) è un taxon endemico del comprensorio nebroideo, comprendente i Nebrodi e le Madonie. L'epiteto allude a *Castrum Bonum*, nome latino dell'attuale cittadina di Castelbuono (Palermo), nel cui territorio ricade il *locus classicus* della specie.

#### 3.1 Descrizione

Albero di forma più o meno conica, alto 3-8 m; tronco e branche con corteccia grigiastra; rami giovani eretto patenti, spinoscenti, con lenticelle evidenti, glabri o con pochi peli sparsi. Foglie con lamina da ellittica ad ovata. Corimbo di 7-10 fiori con ricettacolo a coppa e ricoperto da peli semplici, biancastri. Pomo di forma tendenzialmente sferoidale e schiacciato ai poli. Calice da persistente a semipersistente.

#### 3.2 Distribuzione ed ecologia

*P. castribonensis* si riscontra ai margini dei sughereti e dei coltivi tradizionali (frassineti ed oliveti) in una vasta area del territorio delle Madonie e dei Nebrodi occidentali, interessante la fascia altimetrica compresa fra 10 e 1.000 m (s.l.m.), su argille e quarzareniti del Flysch Numidico, dove si associa ad elementi degli ordini *Pistacio-Rhamnetales* *alaterni*, *Quercetalia ilicis*, *Prunetalia spinosae* e delle corrispondenti classi, come *Asparagus acutifolius* L., *Artemisia arbore-scens* L., *Calicotome infesta* (Presl) Guss., *Euphorbia characias* L., *Fraxinus ornus* L., *Olea europaea* L. var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus* L., *Quercus suber* L., *Q. virgiliana* (Ten.) Ten., *Rhamnus alaternus* L., *Rubia peregrina* L., *Smi-lax aspera* L., *Prunus spinosa* L., *Crataegus monogyna*

Jacq., *Rubus ulmifolius* Schott, *Rosa canina* L., *R. sempervirens* L. ed altre ancora come *Charybdis pancration* (Steinh.) Speta, *Spartium junceum* L., *Ampelodesmos mauritanicus* (Poiret) Dur. & Sch. e *Acanthus mollis* L.

### 3.3 Stato di conservazione

Secondo le categorie di status definite dall'IUCN (2001), *P. castribonensis* è da annoverare tra le specie vulnerabili (VU).

## 4. PERO DEI SICANI

*Pyrus sicanorum* (Fig. 4) è una rosacea endemica della Sicilia, presente soprattutto nel settore centro-occidentale dell'Isola corrispondente al sistema orografico dei Monti Sicani.

### 4.1 Descrizione

Albero medio, spinescente, eretto, con rami assurgenti e chioma tendenzialmente cilindrica; corteccia da grigio a bruno-rossastra. Foglie con lamina da lanceolata ad ellittica, con margine intero, ondulato o leggermente crenulato; base acuta ed apice da acuto ad acuminato, leggermente mucronato; picciolo glabro o con pochi e sparsi peli semplici. Stipole lineari, precocemente caduche. Corimbo di 5-7 fiori. Calice con sepali lineari-triangulari, lanosi. Corolla con petali da obovati ad oblungi, leggermente asimmetrici, con unghia evidente e pronunciata. Stami 20 di cui 10 più corti. Stili 5, di diversa lunghezza, pelosi nella parte inferiore. Pomo turbinato-cidoniforme, di grossa dimensione. Calice da persistente a semipersistente.

### 4.2 Distribuzione ed ecologia

*Pyrus sicanorum* ha una distribuzione geografica limitata ad un'area localizzata nella parte centro-occidentale della Sicilia. La sua presenza è stata accertata lungo la S.S. 118 tra Filaga e Prizzi, nel Bosco di Rifesi, a Monte Carcaci, a Monte Rose e a Monte Colomba. In tali stazioni ricorre nell'ambito di formazioni pre-forestali di mantello, ai margini di querceti caducifogli mesofili a *Quercus pubescens* s.l. e su suoli carbonatici, nella fascia altimetrica compresa tra 750-1300 m (s. l. m). Si rinviene insieme ad elementi del *Quercion ilicis* e del *Pruno-Rubion ulmifolii* come *Asparagus acutifolius* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Euphorbia characias* L., *Lonicera etrusca* Santi, *Paeonia mascula* subsp. *russoi* (Biv.) Cullen & Heywood, *Prunus spinosa* L., *Rosa canina* L., *Rosa sempervirens* L., *Rubia peregrina* L., *Rubus ulmifolius* Schott, *Ruscus aculeatus* L., *Smilax aspera* L. oltre a *Polygala preslii* Sprengel, *Bellevialia dubia* (Guss.) Kunth subsp. *dubia*, ecc.

### 4.3 Stato di conservazione

Secondo le categorie di status definite dall'IUCN (2001), *P. sicanorum* è da annoverare tra le specie minacciate (EN).

## 5. MELO DI CRESCIMANNO

*Malus crescimannoi* (Fig. 5), riferito alla Sect. *Malus* del genere, è endemico della Sicilia nord-orientale. L'epiteto del binomio ricorda il Prof. Francesco Giulio Crescimanno, noto studioso dell'Ateneo palermitano, già ordinario di Coltivazioni arboree presso la Facoltà di Agraria.

### 5.1 Descrizione

Albero alto fin'oltre 12 m, con portamento assurgente e rametti fertili lunghi e sottili. Foglie più o meno lungamente picciolate, con lamina da lanceolata ad ovato-acuminata e margine serrato. Corimbi di 3-6(7) piccoli fiori con petali esternamente di colore rosa intenso; stami più brevi dei pistilli. Il pomo, sorretto da un peduncolo di lunghezza spesso superiore a 20 mm e di consistenza variabile, ha forma generalmente ovoidale e calice emergente. Fiorisce nella tarda primavera e matura i frutti in autunno.

### 5.2 Distribuzione ed ecologia

Ad oggi, il taxon è presente solo in Sicilia nei Monti Nebrodi. La sua popolazione risulta localizzata nella parte montana del bacino del Fiume Flascio e sulle pendici settentrionali di Monte Soro, dove ricorre con individui, anche annosi, nella fascia dei querceti caducifogli e con trasgressioni all'interno del faggeto. La specie si associa con diverse altre rosacee legnose tra cui *Pyrus spinosa* Forssk., *P. pyraeaster* (L.) Burgsd., *P. vallis-demonis*, *Crataegus monogyna* e *Prunus spinosa*.

### 5.3 Stato di conservazione

Con riferimento alle categorie di status definite dall'IUCN (2001), *M. crescimannoi* è da riferire alla categoria NT.

## 6. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Il presente contributo, oltre ad evidenziare i principali caratteri tassonomici e distributivi delle 4 specie considerate (Fig. 6), ne mette in risalto l'ecologia connessa alle formazioni di mantello ed agli aspetti pre-forestali. Si evidenzia lo stato di conservazione delle popolazioni, compromesso in varia misura dalle attività umane e dalla loro stessa consistenza. Pertanto, si evidenzia la necessità di adottare attente misure per la conservazione sia *in situ* che *ex situ*, prevedendo la possibilità di una regolamentazione su scala regionale per vietare l'innesto di peri e meli selvatici effettuato per scopi produttivi; favorendone così la fruttificazione, la dispersione dei semi e l'incremento del *pool* genetico delle popolazioni di riferimento. Inoltre, si prospetta la necessità di incentivare la moltiplicazione delle specie trattate nei vivai forestali al fine di potere utilizzare il postime autoctono sia per gli interventi di rimboschimento sia per le azioni di riqualificazione ambientale e di rinaturalizzazione di formazioni e popolamenti forestali.

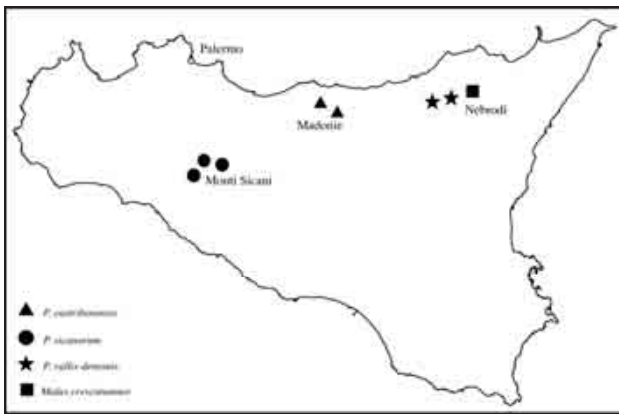


Figura 1. Distribuzione dei *taxa* esaminati nel contesto regionale.  
 Figure 1. Distribution of the examined *taxa* in the regional context.  
 Figure 1. Distribution des *taxa* examinés dans le contexte régional.

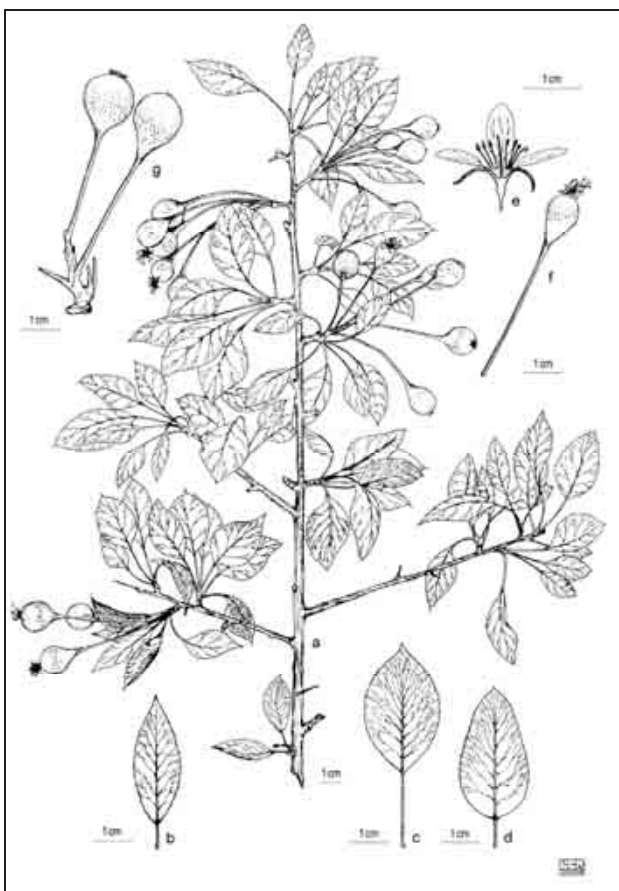


Figura 2. Tavola iconografica di *Pyrus vallis-demonis*: a) ramo con frutti; b-d) foglie; e) sezione longitudinale del fiore; f) frutti immaturi; g) frutti maturi (da Raimondo e Schicchi, 2004).  
 Figure 2. Iconography of *Pyrus vallis-demonis*: a) branchlet with fruits; b-d) leaves; e) longitudinal section of flower; f) immature fruit; g) ripe fruits. (from Raimondo e Schicchi, 2004).  
 Figure 2. Iconographie de *Pyrus vallis-demonis*: a) branche avec fruits; b-d) feuilles; e) section longitudinale de fleur; f) fruits immatures; g) fruits mûrs. (par Raimondo e Schicchi, 2004).

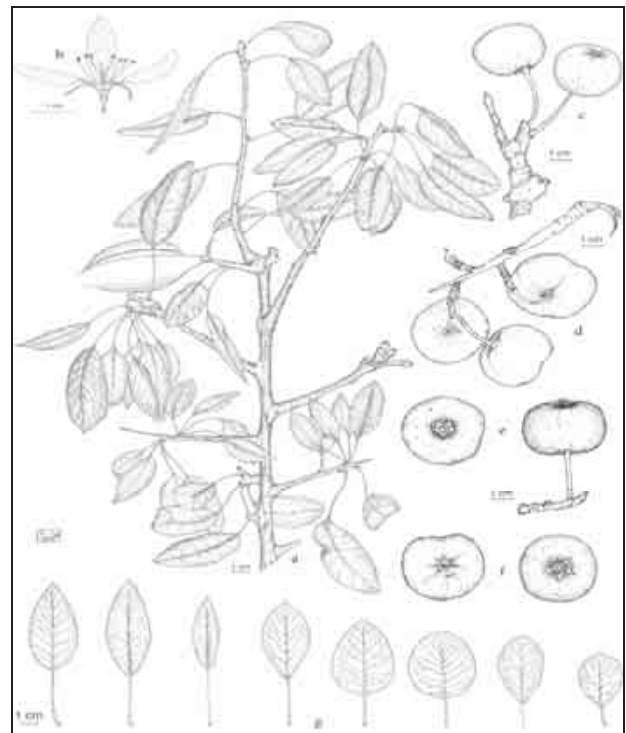


Figura 3. Tavola iconografica di *Pyrus castribonensis*: a) ramo apicale; b) sezione del fiore; c-d-e-f) pomi; g) foglie (da Raimondo *et al.*, 2006a)  
 Figure 3. Iconography of *Pyrus castribonensis*: a) apical twig; b) section of flower; c-d-e-f) pome; g) leaves. (from Raimondo *et al.*, 2006a).  
 Figure 3. Iconographie de *Pyrus castribonensis*: a) apical branche; b) section de fleur; c-d-e-f) pome; g) feuilles. (par Raimondo *et al.*, 2006a).

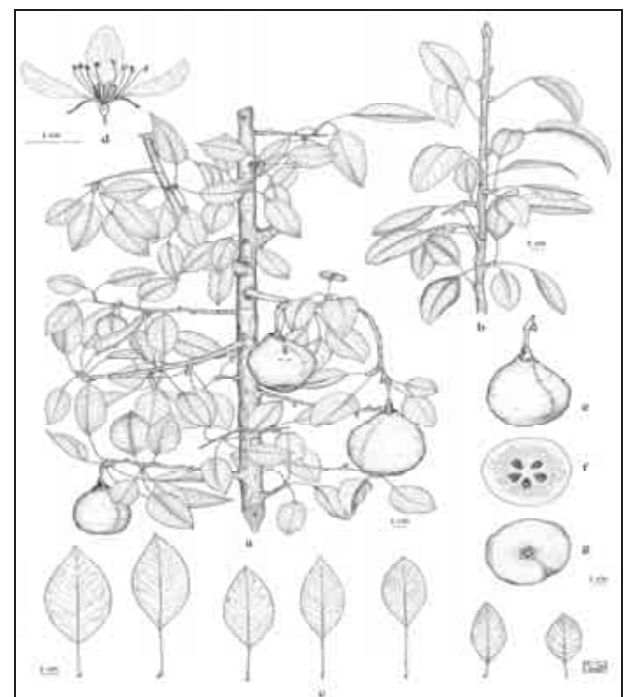


Figura 4. Tavola iconografica di *Pyrus siccanorum*: a) ramo con frutti; b) ramo apicale; c) foglie; d) sezione del fiore; e) pomo maturo; f) sezione del pomo; g) pomo dal basso (da Raimondo *et al.*, 2006b).  
 Figure 4. Iconography of *Pyrus siccanorum*: a) fruiting branch; b) apical twig; c) leaves; d) section of flower; e) mature pome; f) section of pome; g) pome from below. (from Raimondo *et al.*, 2006b).  
 Figure 4. Iconographie de *Pyrus siccanorum*: a) branche avec fruits; b) apical branche; c) feuilles; d) section de fleur; e) fruit mûrs; f) section of fruit; g) fruit d'en bas. (par Raimondo *et al.*, 2006b).



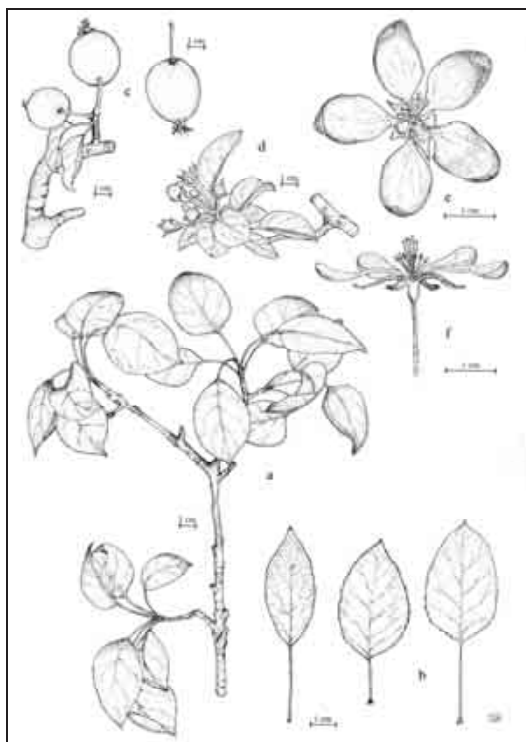


Figura 5. Tavola iconografica di *Malus crescimannoi*: a) ramo; b) foglie; c) pomi; d) boccioli fiorali; e) fiore; f) sezione longitudinale del fiore. (da Raimondo, 2008).

Figure 5. Iconography of *Malus crescimannoi*: a) branchlet; b) leaves; c) pome; d) flower buds; e) flower; f) longitudinal section of flower. (from Raimondo, 2008).

Figure 5. Iconographie de *Malus crescimannoi*: a) branche; b) feuille; c) fruit; d) boutons floraux; e) fleur; f) section longitudinale de fleur. (par Raimondo, 2008).



Figura 6. Particolari dei frutti e delle foglie: a) *Pyrus vallis-demonis*; b) *P. castribonensis*; c) *P. sicanorum*; d) *Malus crescimannoi*.

Figure 6. Detail of fruits and leaves: a) *Pyrus vallis-demonis*; b) *P. castribonensis*; c) *P. sicanorum*; d) *Malus crescimannoi*.

Figure 6. Détail de fruits et feuilles: a) *Pyrus vallis-demonis*; b) *P. castribonensis*; c) *P. sicanorum*; d) *Malus crescimannoi*.

## SUMMARY

### THE BIODIVERSITY IN THE MALOIDEAE (ROSACEAE) FROM SICILY

The taxonomic and ecological characters of four endemic Sicilian species of the genera *Pyrus* and *Malus*, recently described in Sicily, are presented with the aim of encouraging their use in forestry and their *in-situ* and *ex-situ* conservation.

## RÉSUMÉ

### LA BIODIVERSITE DANS LE MALOIDEAE (ROSACEAE) DE LA SICILE

La taxonomie, l'écologie et la distribution de 4 espèces des genres *Malus* et *Pyrus*, endémiques de la Sicile, sont présentés en vue de promouvoir l'emploi dans le secteur forestier et pour la conservation *in-situ* et *ex-situ*.

## BIBLIOGRAFIA

- I.U.C.N., 2001 – *Red List Categories, Version 3.1*. Gland and Cambridge, I.U.C.N. Species Survival Commission.
- Raimondo, F.M., Schicchi, R., 2004 – *Pyrus vallis-demonis (Rosaceae) a new species from the Nebrodi Mountains (NE-Sicily)*. *Bocconea* 17: 325-330. ISSN: 1120-4062.
- Raimondo, F.M., Schicchi, R., Mazzola P., 2006a – *Pyrus castribonensis (Rosaceae) nuova specie della Sicilia*. *Naturalista sicil.*, s. 4, 30 (3-4): 363-370. ISSN: 0394-0063.
- Raimondo, F.M., Schicchi, R., Marino P., 2006b – *Pyrus sicanorum (Rosaceae) a new species from Sicily*. *Fl. Medit.* 16: 379-384. ISSN: 1120-4052.
- Raimondo, F.M., 2008 – *Malus crescimannoi (Rosaceae) a new species from Sicily*. *Fl. Medit.* 18: 5-10. ISSN: 1120-4052.

## LA TEORIA SILVIGENETICA DI OLDEMAN NELLA GESTIONE FORESTALE DI AREE PROTETTE

(\*) Centro Nazionale per lo Studio e la Conservazione della Biodiversità Forestale, Corpo Forestale dello Stato, Verona

Nel 1995, in occasione della formulazione del piano di gestione della riserva naturale "Bosco della Fontana" è stata applicata per la prima volta in Italia il monitoraggio permanente nidificato di Koop. I dati strutturali e compositivi ottenuti sono stati interpretati con la teoria di Oldeman, caratterizzando la dinamica del mosaico silvatico e delle sue eco-unità. La dinamica delle "piccole eco-unità" e un mosaico silvatico in pre-equilibrio su due "stufen" caratterizzano la foresta. Le eco-unità più rappresentate sono formate da carpino bianco (*Carpinus betulus* L.) che raggiunge talvolta i "layers" più alti (20-30 m), arrivando così a dominare anche sulla farnia (*Quercus robur* L.). La quercia rossa (*Quercus rubra* L.), specie aliena introdotta negli anni 1950, prevale sulle specie autoctone minacciando la stessa identità floristica della foresta.

Gli interventi previsti dal piano di gestione mirano al ripristino di una "old growth forest" e riproducono la dinamica naturale di questa foresta.

*Parole chiave:* dinamica forestale, eco-unità, riserve naturali, gestione forestale.

*Key words:* forest dynamics, eco-units, natural reserves, forest management.

*Mots clés:* dynamique forestière, éco-unités, réserves naturelles, gestion forestière.

### 1. INTRODUZIONE

Le basi teoriche per la comprensione del funzionamento delle foreste e dei sistemi selvicolturali rappresenta una branca speciale dell'ecologia per la quale Oldeman (1990) propone il termine di "silvologia". Nella struttura gerarchica per l'analisi della struttura delle componenti di una foresta, l'unità fondamentale è l'eco-unità, definita come "l'unità di vegetazione che inizia il suo sviluppo nel medesimo momento e sulla medesima superficie" (Oldeman, 1983a). Il "supersistema" costruito dalle eco-unità è il "mosaico silvatico" (Oldeman, 1983b) paragonabile all'immagine di un caleidoscopio costituito da frammenti di vetro colorato (le eco-unità) che ad ogni rotazione assumono una diversa configurazione (Oldeman, 1990). Per Oldeman le eco-unità sono sottosistemi caratterizzati da una propria architettura: il loro sviluppo è diviso in quattro fasi: "innovation phase" - rinnovazione (coincidente con la definizione di "rinnovazione" di Amorini e Gambi, 1976), "aggradation phase" - aggregazione (che inizia non appena le chiome si chiudono tra loro), "biostatic phase" - fase biostatica (corrispondente alla *Baumphase* della letteratura tedesca) e infine "degradation phase" o fase di decadimento (corrispondente alla *Zerfallsphase* della letteratura tedesca). Analoghe classificazioni di stadi forestali, non legate al concetto di eco-unità sono fornite da Mayer *et al.* (1979) e da Bormann e Likens (1979).

Oldeman definisce gli eventi, naturali o artificiali, che determinano le dimensioni e la struttura delle eco-unità di un determinato "mosaico silvatico" e il cambiamento del suo *pattern* spaziale e temporale, "shifting events" e si sostanziano nelle "perturbazioni": vento, neve, siccità, parassiti, etc. Gli interventi forestali previsti per la foresta "Fontana" riproducono sostanzialmente la struttura e le dimensioni delle eco-unità caratteristiche di questa formazione. Il monitoraggio nidificato di Koop (1989) ha trovato applicazione per la prima volta in Italia a Bosco della Fontana, attraverso un organico progetto iniziato nel 1995 e reiterato per la seconda volta nel 2006.

### 2. L'AREA DI STUDIO

La foresta "Fontana" si trova in Lombardia, Provincia di Mantova, Comune di Marmirolo, ad una quota di 25 m slm. Ha un'estensione complessiva di 236 ha, è una Riserva naturale statale, Sito di Importanza Comunitaria e Zona di Protezione Speciale. Rientra nella categoria delle "foreste antiche seminaturali" (Peterken, 1996) per essere sempre esistita nel sito ma alterata in alcuni *stands* dall'introduzione di specie aliene, nella fattispecie da quercia rossa, di origine nord americana. La foresta Fontana rappresenta uno degli ultimi relitti di foresta planizaria ancora esistenti nella Pianura Padano-veneta (Mason, 2001), oggi estesa su poco più di 8000 ha, formazione in forte pericolo di estinzione. Del Favero (2002) considera Bosco della Fontana la "variante orientale" del Quercio-carpinetto della bassa Pianura e la aggrega alle formazioni dell'area orientale della Pianura Padana. La foresta è attualmente un ceduo composto invecchiato e non trattato da circa 60 anni di farnia e carpino bianco. La problematica più pressante per la conservazione è il totale isolamento e le dimensioni della foresta (199 ha), al limite dell'Area Dinamica Minima (MDA) (Mason, 2001). La foresta è stata oggetto di organici studi faunistici, in particolare sugli invertebrati (Cerretti *et al.*, 2004a; Cerretti *et al.*, 2004b; Mason *et al.*, 1999; Mason *et al.*, 2002).

### 3. IL MONITORAGGIO DELLA DINAMICA FORESTALE

Il protocollo di Koop (1989) prevede un monitoraggio nidificato strutturato su diversi livelli: "Forest type area" (a scala di *stand*), *Core Area* (140 x 70 m in cui sono rilevati otto parametri biometrici e le coordinate di ogni soggetto arboreo), *Woody transect area* (trasetto di 10 x 100 m disegnato sull'asse della *Core area*), *Herbaceous transect area* (50 *plots*, con il rilievo della vegetazione erbacea). Il protocollo di Koop comprende anche il rilievo qualitativo del legno morto la cui conoscenza è propedeutica.



tica alla gestione e conservazione delle faune di invertebrati saproxilici (Mason *et al.*, 2005), della dinamica della micromorfologia del terreno e di altri parametri complementari.

La struttura delle eco-unità in rinnovazione è stata approfondita anche in altri *stand* con il protocollo di Bruciamacchie *et al.* (1994) per verificare le condizioni ottimali per la rinnovazione naturale, in particolare della farnia.

Le tre *Core area* permanenti su cui si basa l'interpretazione delle eco-unità e del mosaico silvatico sono state installate in altrettante associazioni fitosociologiche forestali rappresentative della foresta (Andreatta, 2002): *Poligonato multiflori - Quercetum roboris* sottoassociazione *Carpinetosum betuli* Sartori 1984 "variante a *Quercus cerris*"; *Poligonato multiflori - Quercetum roboris* sottoassociazione *Carpinetosum betuli* Sartori 1984; *Carici elongatae - Alnetum glutinosae* Bodeux 1955 a dominanza di *Fraxinus angustifolia*.

#### 4. LE ECO-UNITÀ DELLA FORESTA "FONTANA"

Le eco-unità in fase di rinnovazione (*innovation phase*) sono state facilmente individuate e caratterizzate nel monitoraggio del 1995 essendo state tutte prodotte dalla tempesta di vento del giugno del 1993. Molte di queste eco-unità si caratterizzano per essere formate mediamente da *chablis* generati dalla caduta di 3-4 alberi in fase biostatica. In queste eco-unità, a due anni dalla perturbazione, le specie forestali erano generalmente rappresentate da pochi individui di ciliegio (*Prunus avium* L.) e di carpino bianco, nati sotto la copertura della precedente fase biostatica frammentata (Mason, 2002). Queste eco-unità permangono nella fase di rinnovazione iniziale (fig. 1a) almeno per un decennio attraverso successioni di rovo (*Rubus* sp.) e di nocciolo (*Corylus avellana* L.). Un'indagine parallela effettuata con il protocollo di Bruciamacchie *et al.* (1994) ha preso in considerazione altre sei eco-unità in rinnovazione di superficie variabile tra circa 30 e 300 m<sup>2</sup> e di diversa forma, concludendo che l'area minima per l'insediamento stabile della rinnovazione della farnia ricade nell'intervallo tra 120 e 300 m<sup>2</sup> e che la forma più efficace è quella ellittica con asse maggiore orientato in direzione E-W (Mason, 2002). Tutte le eco-unità di rinnovazione si caratterizzano per l'elevato accumulo di legno morto (CWD, cfr. Peterken, 1996) che supera anche i 100 m<sup>3</sup> e da un forte rimescolamento degli strati superficiali del terreno provocato dal sollevamento degli apparati radicali degli *chablis* (cfr. Koop, 1989).

Le eco-unità di aggregazione (*aggradation phase*) succedono alla fase di rinnovazione e si possono sviluppare anche in presenza di copertura biostatica in frammentazione. Esse assumono una caratteristica forma a lente (fig. 2). Nella foresta "Fontana" queste eco-unità sono formate molto frequentemente da ciliegio e, in via subordinata, da carpino bianco. L'eco-unità di aggregazione della *core area* 1 (Fig. 2) fornisce un caratteristico esempio di questa morfologia. I soggetti di ciliegio al centro di questa eco-unità hanno un'età di 10-15 anni e manifestano gli effetti di una forte competizione intraspecifica e permangono ancora in fase di aggregazione dopo 11 anni (Travaglini *et al.*, 2007).

Le eco-unità biostatiche (*biostatic phase*) a Bosco della Fontana evidenziano ancora la struttura a due *layers*, re-taglio del ceduo composto che ha caratterizzato per secoli questa foresta. Le chiome degli alberi più alti occupano i

*layers* tra i 20 e i 30 metri. In questo intervallo, il carpino bianco sta entrando in serrata competizione con la farnia e con il cerro (*Quercus cerris* L.) (fig. 1b). Il carpino bianco è avvantaggiato nel rapporto competitivo dal suo modello di accrescimento (modello di Troll) rispetto a quello della farnia (modello di Rhau), cfr. Hallé *et al.*, (1978). Nelle eco-unità biostatiche il ciliegio raggiunge i *layers* dominanti (20-30 m) con la dinamica dei "camini ecologici" (Koop, 1989), passando cioè attraverso gli spazi liberi della *canopy* e formando poi una caratteristica chioma "a palla" molto ridotta. Nelle eco-unità in fase biostatica che si sviluppano nel ceduo composto invecchiato, il legno morto proviene in prevalenza da polloni. Il successivo monitoraggio ripetuto nel 2006 con la stessa metodologia di Koop (1989) rispecchia l'assenza di perturbazioni ed evidenzia un rafforzamento della fase biostatica con conseguente ulteriore chiusura della *canopy* (Travaglini *et al.*, 2007).

La quercia rossa, specie aliena introdotta negli anni 50 in alcuni *stands* di Bosco della Fontana forma attualmente eco-unità in fase di aggregazione finale, prevalendo nei *layers* tra i 20-25 m, sulle stesse specie autoctone.

Le eco-unità in fase di decadimento sono molto rare per la pregressa storia selvicolturale di Bosco della Fontana (Hofmann, 1981) e sono composte da nuclei di farnia di oltre 200 anni (fig. 1c). Analogamente alle eco-unità in fase biostatica, in esse, anche nel *layer* superiore a 30 metri si manifesta la competizione tra carpino bianco (di circa 50-70 anni) e la farnia di (circa 200 anni). La successiva fase silvigenetica prevedibile per il mosaico forestale di Bosco della Fontana, caratterizzato da una dinamica delle "piccole eco-unità" (*sensu* Oldeman, 1990) è la frammentazione legata al decadimento della farnia e la sua sostituzione con il carpino bianco. Una simile situazione si riscontra ad esempio nel "Wienerwald" dove il carpino bianco è subentrato alla farnia e al cerro. In mancanza di significative perturbazioni naturali, il mosaico silvatico di Bosco della Fontana è pertanto prevedibilmente destinato ad essere edificato esclusivamente da carpino bianco (cfr. Mayer e Tichy, 1979).

L'analisi dell'eco-unità non si limita all'analisi strutturale e dei rapporti competitivi tra diverse specie arboree ma include la dinamica del microrilievo generato dagli *chablis* (*mounds* e *pits* che si generano con lo sradicamento, cfr. Koop 1989). A Bosco della Fontana l'altezza dei monticelli di terra è mediamente bassa nelle eco-unità in fase biostatica (0.35 m) piuttosto che in quelle in rinnovazione (0.9 m).

#### 5. CONCLUSIONI, IL MOSAICO SILVATICO E GLI INTERVENTI FORESTALI

Lo studio della struttura e del dinamismo delle eco-unità (Mason, 2002) ha consentito di caratterizzare il mosaico silvatico di Bosco della Fontana (fig. 1) e di impostare su basi oggettive gli interventi di gestione forestale (Campanaro *et al.*, 2007).

I sessant'anni di invecchiamento seguiti all'improvviso abbandono della plurisecolare ceduzione della foresta hanno determinato l'instaurarsi di una fase silvigenetica prevalentemente biostatica in cui la *canopy* del mosaico silvatico è "chiusa" per circa l'80%. Il perdurare di questa fase silvigenetica, conseguente dall'assenza di perturbazioni, mantiene il mosaico silvatico in condizioni di *precubilibrium* (*vice versa* il termine *ecubilibrium* coniato da Olde-

man - con evidente riferimento al suffisso di eco-unità - indica che una adeguata proporzione di queste ultime ha raggiunto un equilibrio con il regime locale degli *shifting events*).

La chiusura della *canopy* favorisce quindi le eco-unità biostatiche di carpino bianco (specie sciafila, modello di Troll) a discapito della farnia (eliofila, modello di Rhau) (cfr. Hallé *et al.*, 1978); nelle eco-unità in fase di aggregazione inoltre la farnia non riesce più a guadagnare i *layers* più elevati (15-20 m) ed è sopraffatta dalla concorrenza del carpino bianco.

Il calcolo Torquebiau (1981) consente di prevedere la percentuale di *chablis* rispetto alla superficie di mosaico silvatico “chiusa”. Per la foresta “Fontana” la previsione indicherebbe in circa il 30% la superficie di *canopy* che dovrebbe rimanere aperta e che si identifica con eco-unità nelle fasi di rinnovazione e aggregazione (Mason, 2002). L’avvicinamento a questa percentuale di apertura sarebbe previsto intorno al 2050. Per accelerare il processo di riequilibrio del mosaico ed equilibrare la composizione a favore della farnia, il Piano di gestione (Campanaro *et al.*, 2007) prevede il contenimento del carpino bianco. Il trattamento tende a riattivare la dinamica delle “piccole eco-unità” caratteristica del Quercocarpineto della Pianura Padana (Mason, 2004). Gli interventi sono programmati annualmente e sono distribuiti spazialmente in modo casuale, simulando il regime stocastico delle perturbazioni, così come il rapporto *volis/chablis* a livello di eco-unità è mutato dalla perturbazione del 1993. Il carpino bianco è eliminato con allagamenti artificiali controllati (*waterlogging*), sradicamenti con verricello (*chablis* e *volis* artificiali) e

cercinature, applicando le tecniche sviluppate con il progetto Life Natura NAT/IT/99/6245 (Cavalli e Mason, 2003). Il programma di riequilibrio del mosaico inizierà solo nel 2011 al termine del decennio di interventi dedicati all’eradicazione della quercia rossa. Tutte le piante eliminate sono lasciate marcire sul letto di caduta per aumentare la necromassa, la cui dotazione dinamica è stata calcolata in  $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

A 15 anni dalla loro applicazione i monitoraggi nidificati di Koop (1989) e la teoria silvigenetica di Oldeman (1990), pur in assenza di un modello di riferimento per il Quercocarpineto (Mason, 2004), si sono dimostrati strumenti basilari per la gestione e, più in generale, per il ristabilimento dei parametri ecosistemici più vicini alla naturalità della “*old-growth forest*” ovvero di una foresta matura e strutturalmente vicina al più probabile modello originario. L’obiettivo a lungo termine è quindi quello di raggiungere la condizione di *old-growth forest* (cfr. Old Growth Definition Task Force; 1986, Peterken, 1996) con le seguenti caratteristiche: volume legnoso di  $350\text{-}400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , statura delle piante dominanti intorno ai 35-40 m, dotazione dinamica media di detrito legnoso grossolano (CWD) di circa  $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (localmente nelle fasi di decadimento di  $100\text{-}150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), percentuale dinamica media delle eco-unità nelle fasi rinnovazione/aggregazione del 30-35% del mosaico, età media della farnia di 600-700 anni e di 300-350 per il carpino bianco (Mason, 2002; Mason, 2004).

Si auspica pertanto l’applicazione della teoria silvigenetica di Oldeman in tutte le riserve del Corpo Forestale dello Stato al fine di attuare una gestione attiva ispirata a criteri aderenti alla dinamica naturale di una foresta.







Figura 3. Nelle eco-unità con farnia in fase di decadimento (ca. 200 anni), il carpino bianco (Cb) (modello di Troll) compete con la farnia (Qr) (modello di Rhau). Tale processo rappresenta l'avvio di una fase silvigenetica che determinerà l'instaurarsi di eco-unità biostatiche composte esclusivamente da carpino bianco.

Figure 3. In eco-units in a degradation phase (approximately 200 years-old), the hornbeam (Cb) (Troll's model) starts to compete with the pedunculate oak (Qr) (Rhau's model). This process represents the beginning of the establishment of biostatic eco-units composed exclusively of hornbeam.

Figure 3. Dans les éco-unités en phase de décadence (environ 200 ans d'âge), le charme (Cb) (modèle de Troll) entre en compétition avec le chêne pédonculé (Qr) (modèle de Rhau). Ce processus représente le début d'une phase sylvigénétique qui déterminera l'instauración d'éco-unités biostatiques composées uniquement de charme commun.

## SUMMARY

### OLDEMAN'S SYLVIGENETIC THEORY AS THE BASIS OF FOREST MANAGEMENT IN PROTECTED AREAS

In 1995, in view of the preparation of a management plan of the Nature Reserve "Bosco della Fontana" (oak-hornbeam, Mantua, Northern Italy), a survey was carried out following the methodology of Koop.

The compositional and structural parameters obtained were interpreted according to the sylvigenetic theory of Oldeman, characterizing the sylvatic mosaic and its eco-units. The sylvatic mosaic (60 year-old coppice with standards) consists of two "stufen" in a biostatic phase and is formed by small eco-units of about 250–300 m<sup>2</sup>. Here, the hornbeam (*Carpinus betulus* L.) reaches the highest layers (20–30 m) and successfully competes with the english oak (*Quercus robur* L.). Similarly, the red oak (*Quercus rubra* L.), and alien species introduced to the reserve in the 1950s, is prevailing on the autochthonous species, threatening the floristic identity of the original oak-hornbeam forest.

The management plan foresees the re-establishment of an old-growth forest with interventions based on the imitation of the small eco-units dynamics, with the elimination of the red oak and the control of hornbeam to favour the re-balancing of the english oak, currently in strong regression.

## RÉSUMÉ

### LA THEORIE SYLVOGENETIQUE DE OLDEMAN POUR L'AMENAGEMENT DE LES AREES PROTEGEES

En 1995, lors de la formulation du plan de gestion de la réserve naturelle "Bosco della Fontana", à eu lieu pour la première fois en Italie l'application du monitoring permanent de Koop. Les données structurelles et compositives obtenues ont été interprétées à travers la théorie de Oldeman, caractérisant ainsi le dynamique de la mosaïque forestière et de ses éco-unités. La forêt est caractérisée par une dynamique de "petites éco-unités" et une mosaïque en pré-équilibre arrangée sur deux "stufen". Les éco-unités les plus représentatives sont formées par le charme commun (*Carpinus betulus* L.), qui atteint parfois les couches les plus hautes (20-30 m), dominant même le chêne pédonculé (*Quercus robur* L.). Le chêne rouge (*Quercus rubra* L.), espèce aliène introduite dans les années 1950, prévaut sur les espèces autochtones en menaçant l'identité floristique même de la forêt.

Les interventions prévues par le plan de gestion reproduisent la dynamique de cette forêt, caractérisée par des "petites éco-unités", afin de restorer une "old-growth forest".

## BIBLIOGRAFIA

Amorini E., Gambi G., 1976 – *Un esempio di rinnovazione spontanea del pino nero sull'Appennino Tosco-Marchigiano*. Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura di Arezzo, 7: 1-25.

Andreatta G., 2002 – *Inquadramento fitosociologico*, pp. 18-20. In: Mason F. (ed.). *Dinamica di una foresta della Pianura Padana*. Primo contributo, monitoraggio 1995. Rapporti scientifici 1. Centro Nazionale Biodiversità Forestale Verona, Bosco della Fontana. Arcari Editore. Mantova.

Bormann F.H., Likens G.E., 1979 – *Pattern and process in a forested ecosystem*. Springer, Berlin Heidelberg New York.

Bruciamacchie M., Grandjean G., Jacobée F., 1994 – *Installation de régénération feuilles dans les petites trouées en peuplements irréguliers*. Rev. For. Fr. XLVI: 639-653.

Campanaro A., Hardersen S., Mason F., – 2007. *Piano di gestione della Riserva Naturale Statale e Sito Natura 2000 "Bosco della Fontana"*. Quaderni Conservazione Habitat 4-2007. MiPAF Corpo Forestale dello Stato. Centro Nazionale Biodiversità Forestale "Bosco della Fontana" di Verona.

Cavalli R., Mason F., 2003 – *Tecniche di ripristino del legno morto per la conservazione delle faune saproxiliche. Il progetto LIFE Natura NAT/IT/99/6245 di "Bosco Fontana" (Mantova, Italia)*. Rapporti scientifici 2-2003. Centro Nazionale per lo studio e la conservazione della Biodiversità Forestale di Verona, Bosco Fontana, Gianluigi Arcari Editore, Mantova.

Cerretti P., Hardersen S., Mason F., Nardi G., Tisato M., Zapparoli M., 2004a – *Invertebrati di una foresta della Pianura Padana*. Bosco della Fontana, Secondo Contributo, Conservazione Habitat Invertebrati, 3, Cierre Grafica Editore, Verona.

Cerretti P., Hardersen S., Mason F., Nardi G., Tisato M., Zapparoli M., 2004b – *Ricerche naturalistiche a Bosco della Fontana*. Quaderni Conservazione Habitat, 3, Cierre Grafica Editore, Verona.

Del Favero R., 2002 – *I tipi forestali della Lombardia*, Regione Lombardia. Progetto Strategico 9.1.6. Cierre Edizioni. Eynard R., Rambaud D. (eds.). Editions Tec & Doc, Lavoisier, Londra, Paris, New York.

Hallé F., Oldeman R.A.A., Tomlinson P.B., 1978 – *Tropical trees and forests: an architectural analysis*. Springer, Berlin Heidelberg New York.

Hofmann A., 1966 – *Bosco della Fontana. Piano di Assestamento per il decennio 1966-75*. Azienda di Stato per le Foreste Demaniali (dattiloscritto inedito).

Koop, H., 1989 – *Forest Dynamics: SILVI-STAR. A Comprehensive Monitoring System*. Springer. Berlin Heidelberg New York.

Mason F., 2001 – *Problematiche di conservazione e di gestione*. In: "Le Foreste della Pianura Padana, Un labirinto dissolto", a cura di S. Ruffo. Ministero dell'Ambiente, Museo Friulano di Storia Naturale, p. 91-137.

Mason F., 2002 – *Dinamica di una foresta della Pianura Padana. Bosco della Fontana. Primo contributo, monitoraggio 1995*. Rapporti scientifici 1. Centro Nazionale Biodiversità Forestale Verona, Bosco Fontana, Arcari Editore, Mantova.

Mason F., 2004 – *Dinamica di una foresta della Pianura Padana. Bosco della Fontana. Seconda edizione con linee di gestione forestale*. Rapporti Scientifici 1. Centro Nazionale Biodiversità Forestale Verona, Bosco della Fontana. Arcari Editore, Mantova.

Mason F., Cerretti P., Tagliapietra A., Speight M.C.D.,



- Zapparoli M., 2002 – *Invertebrati di una foresta della Pianura Padana, Bosco della Fontana*, Primo Contributo. Conservazione Habitat Invertebrati 1, Gianluigi Arcari Editore, Mantova.
- Mason F., Longo L., Gambaretto M., Rizzi S., 1999 – *Sei anni di monitoraggio della colonia di Nibbio bruno (Milvus migrans) nella riserva naturale "Bosco della Fontana" (Marmirolo, Mantova)*. Avocetta, 23: 140.
- Mason F., Nardi G., Whitmore D., 2005 – *Recherches sur la resaturation des habitats du bois mort: l'exemple de Life "Bosco della Fontana" (Italie)*. In: Vallauri D., André J., Dodelin B., Eynard-Machet R.
- Mayer H., Tichy K., 1979 – *Das Eichen-Naturschutzgebiet Johannser Kogel im Lainzer Tiergarten, Wienerwald*, Centralbl Gesamte Forstwes 96, 4: 193-226.
- Oldeman R.A.A., 1990 – *Forests: Elements of Silvology*. Springer, Berlin Heidelberg, New York.
- Oldeman R.A.A., 1983a – *The design of ecologically sound agroforests*, In Huxley P. (ed.). Plant research and agroforestry. ICRAF, Nairobi.
- Oldeman R.A.A., 1983b – *Tropical rain forest, architecture, silvigenesis, and diversity*. In Sutton S.L. et al. (eds.) Tropical rain forest: ecology and management. Blackwell, Oxford, p. 498.
- Torquebiau E. F., 1981 – *Analyse architecturale de la forêt de los Tuxtlas (Veracruz), Mexique*. Thèse 3<sup>me</sup> Cycle, Université de Montpellier.
- Travaglini D., Bottalico F., Brundu P., Chirici G., Minari E., 2007 – *Testing neighborhood-based indices for monitoring spatial forest stand structure*. In: (Gianelle D., Travaglini D., Mason F., Minari E., Chirici G., Chemini C., eds.), Canopy Analysis and Dynamics of a Floodplain Forest: 45-48.

## RICERCHE ISTOCHIMICHE SU *PITTOSPORUM TOBIRA* (THUNB.) AITON

(\*) Dipartimento di Scienze della Vita, Facoltà di Scienze MM.FF.NN., Università degli Studi di Messina

Abbiamo caratterizzato istologicamente e istochimicamente le foglie e i frutti di *Pittosporum tobira* (Thunb.) Aiton. I campioni prelevati, consistenti in porzioni di foglie e di frutti, sono stati sia sezionati a fresco che dopo inclusione in paraffina previa fissazione in *Immunofix* al 2% in tampone fosfato 0,05 M pH 6,9 e disidratazione in alcool. Quindi i campioni sono stati sottoposti a test istochimici (*Blu Nilo*, *Sudan III*, *Sudan IV*, *Sudan Black b* per i lipidi; *Reagente di NADI* per gli oli essenziali; *Safranina*, *Fluoroglucina* e *HCl* per la lignina; *Fast-Green* per la cellulosa e *Lugol* per l'amido).

Nelle foglie adulte abbiamo notato lipidi totali nel parenchima clorofilliano. I canali secretori adiacenti al cribro contengono raramente metaboliti secondari. Le cellule secretici che tappezzano i dotti secretori non presentano né modificazioni parietali né inclusi vacuolari.

Nelle capsule mature, nel mesocarpo, il parenchima presenta inclusi vacuolari positivi ai test per i lipidi totali, lipidi acidi e neutri. Sono presenti molti canali secretori circondati da tessuto conduttore e da sclerenchima che si intersecano tra loro. Le cellule secretrici contengono lipidi totali, delimitano i dotti secretori che contengono grandi quantità di goccioline lipidiche.

Nel mesocarpo, anche gli spazi intercellulari attigui ai canali secretori presentano materiale di secrezione. I test istochimici hanno rivelato la diversa natura dei composti presenti nei dotti. Gradualmente fino a maturità sia la foglia che la capsula si arricchiscono di metaboliti secondari. Il frutto a maturità, prima della deiscenza è ricco di materiale ascrivibile alle sostanze terpeniche.

*Parole chiave:* *Pittosporum tobira*, istochimica, metaboliti secondari.

*Key words:* *Pittosporum tobira*, histochemistry, secondary products.

*Mots clés:* *Pittosporum tobira*, histochimique, métabolites secondaires.

### INTRODUZIONE

La famiglia delle Pittosporaceae comprende piante coltivate, ornamentali sempreverdi distribuite nelle regioni calde e temperate della terra. In Italia si coltiva il *Pittosporum tobira* (Thunb.) Ait., come pianta da arredo urbano.

Il *Pittosporum tobira* (Thunb.) Ait. assieme e al *P. undulatum* Vent. e al *P. resiniferum* Hemsl producono metaboliti secondari quali terpeni, composti fenolici e composti azotati. Sono stati estratti da Bahman N. *et al.*, (2004) dai fiori del *Pittosporum tobira* i seguenti composti:  $\alpha$ -pinene, *n*-nonane, (*E*)-nerolidol e (*E*)- $\alpha$ -ocimene, e dai frutti  $\alpha$ -pinene, *n*-nonane, germacrene-D,  $\alpha$ -cubebene e  $\beta$ -cubebene.

I composti secondari funzionano come mediatori nell'interazione tra pianta-insetti, possono sia allontanare gli erbivori che attrarre potenziali benefattori quali gli impollinatori (Picherski and Garshenzon, 2002) e alcuni vengono utilizzati per le loro proprietà medicinali.

E' stata studiata la localizzazione di prodotti secondari in alcune specie appartenenti alle Verbenaceae (Combrinck S. *et al.*, 2007), alle Hypericaceae (Ciccarelli *et al.*, 2001) e alle Anacardiaceae (Sant'Anna-Santos *et al.*, 2006).

Combrinck *et alii* (2007) hanno effettuato uno studio morfologico e istochimico su *Lippia scaberrima*, pianta fortemente aromatica con proprietà medicinali, molto usata anche in cucina. I tricomi peltati e capitati in *L. scaberrima* contengono soprattutto terpenoidi quali limonene e composti fenolici.

Ciccarelli *et al.* (2001) hanno caratterizzato morfologicamente, anatomicamente e istochimicamente differenti tipi di strutture secretrici quali ghiandole e canali secretori in *Hypericum perforatum* L. mettendo in evidenza mediante test istochimici la presenza di alcaloidi e lipidi, ma non di sostanze pectiche e proteiche.

Sant'Anna-Santos *et al.*, (2006) hanno effettuato uno studio anatomico del sistema secretore di *Spondias dulcis* Forst. F. caratterizzandone istochimicamente i secreti. Il sistema secretore di *S. dulcis* consiste in dotti molto lunghi associati al floema e in idioblasti, presenti nella corteccia del fusto. I test istochimici hanno rivelato la presenza di tannini negli idioblasti, oli essenziali nei dotti, polisaccaridi e composti fenolici questi ultimi ascrivibili alle gomme-resine.

La nostra ricerca mira a caratterizzare istologicamente e istochimicamente le foglie e i frutti di *Pittosporum tobira* (Thunb.) Aiton.

### MATERIALE E METODO

Parte dei campioni consistenti in foglie e frutti di *Pittosporum tobira* (Thunb.) Aiton, prelevati da piante presenti a Messina, sono stati sezionati a mano e sottoposti ai test istochimici. Parte dei campioni sono stati prelevati, fissati in *Immunofix* al 2% in tampone fosfato 0,05 M pH 6,9 lavati e disidratati in alcool crescenti e inclusi in paraffina quindi sezionati con microtomo ottenendo sezioni dello spessore di 6-12 micron. Tutti i campioni sono stati sottoposti ai test istochimici quali *Blu Nilo*, *Sudan III*, *Sudan IV* e *Sudan Black b* per i lipidi; *Reagente di NADI* per gli oli essenziali; *Safranina*, *Fluoroglucina* e *HCl* per la lignina e *Fast Green* per la cellulosa e *Lugol* per l'amido. Infine sono state realizzate delle micrografie con microscopio ottico fornito di telecamera e computer.

### RISULTATI E CONCLUSIONI

Sono state effettuate osservazioni su foglie e frutti di *Pittosporum tobira* per evidenziare e localizzare istochimica-

mente i prodotti secondari quali terpeni, composti fenolici e composti azotati.

In sezione trasversale la foglia presenta l'epidermide della pagina adassiale, monostratificata con parete tangenziale esterna spessa e cutinizzata quindi positiva al Sudan III. Il parenchima clorofilliano sottostante pluristratificato con cellule cilindriche con parete sottile cellulosa presenta il citoplasma ricco di gocciole che sono state evidenziate dai test per i lipidi (*Blu Nilo*, *Sudan III*, *Sudan IV* e *Sudan Black b*). I canali secretori osservati, sono adiacenti al cribro sia delle nervature principali che di quelle secondarie e contengono raramente metaboliti secondari. Le cellule secretori che tappezzano i dotti secretori raramente presentano inclusi vacuolari e non subiscono modificazioni parietali, infatti le pareti sono cellulose quindi positive al Fast-Green (fig.1). A livello della nervatura principale sono presenti più dotti secretori con metaboliti ascrivibili alle sostanze lipidiche positive al Sudan III, Sudan IV (fig. 2), Sudan Black b, le nervature sono positive ai test istochimici Safranina e Fast-green (fig. 1). L'epidermide della pagina abassiale della foglia presenta le stesse caratteristiche istologiche dell'epidermide della pagina adassiale ma quest'ultima presenta molti stomi. Il procedimento per l'inclusione in paraffina limita la quantità di prodotti nei dotti secretori ragion per cui si è preferito effettuare sezioni a mano dei campioni per ottenere maggiori risultati.

Nelle capsule mature, l'epicarpo si presenta con epidermide monostratificata con parete cellulare tangenziale esterna cutinizzata positiva al Sudan III, Sudan IV e Sudan Black b. Il mesocarpo, prima della deiscenza, presenta pochi strati di parenchima clorofilliano le cui cellule hanno inclusi vacuolari positivi ai test per i lipidi totali, lipidi acidi e neutri. Nel mesocarpo sono presenti molti canali secretori che si intersecano tra loro e che sono circondati e affiancati da tessuto conduttore e da sclerenchima (fig 3).

Le cellule secretori dei canali presentano inclusi positivi ai test per i lipidi totali (tabella). Nei dotti secretori sono presenti grandi quantità di gocciole lipidiche (tabella e fig. 4, 5).

Nel mesocarpo, anche gli spazi intercellulari attigui ai canali secretori presentano materiale di secrezione positivo al test per i lipidi totali; i test istochimici hanno rivelato la diversa natura dei composti presenti nei dotti (tabella). Sant'Anna-Santos et alii nelle ricerche effettuate su *Spondias dulcis* hanno identificato e caratterizzato i tessuti secretori mediante tecniche istochimiche. Con queste nostre ricerche preliminari abbiamo evidenziato istochimicamente i metaboliti secondari a livello fogliare e capsulare. La localizzazione dei secreti e l'identificazione mediante test istochimici confermano i dati riportati da Bahman N. et al. (2004) che mediante estrazione e analisi gascromatografica, hanno evidenziato la presenza di molti terpeni e terpenoidi. Le osservazioni effettuate ci inducono a concludere che gradualmente fino a maturità sia la foglia che la capsula si arricchiscono di metaboliti secondari. Il frutto, prima della deiscenza è ricco di materiale ascrivibile alle sostanze terpeniche.

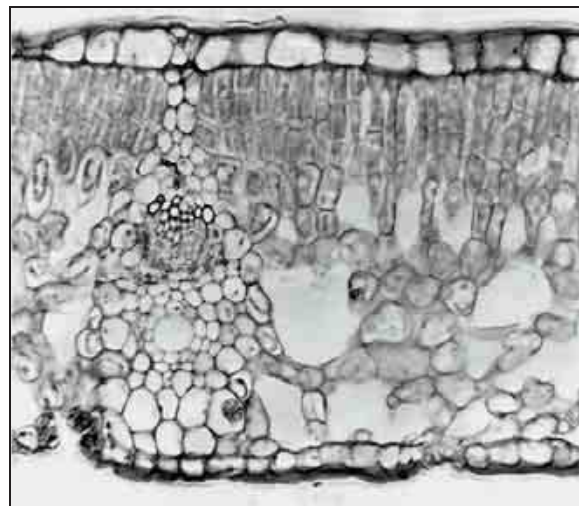


Figura 1. *Pittosporum tobira*. Caratterizzazione istochimica. Sezione di foglia inclusa in paraffina. Test Safranina e Fast-Green. Dotto secretore privo di inclusi.

Figure 1. *P. tobira*. Caractérisation histochemique, section de feuille. Test Safranine et Fast Green. Canaux excréteurs privé de contenu.

Figure 1. *P. tobira*. Histochemical characterization, section of leaf. Test Safranin and Fast Green. Secretory canals without secret.

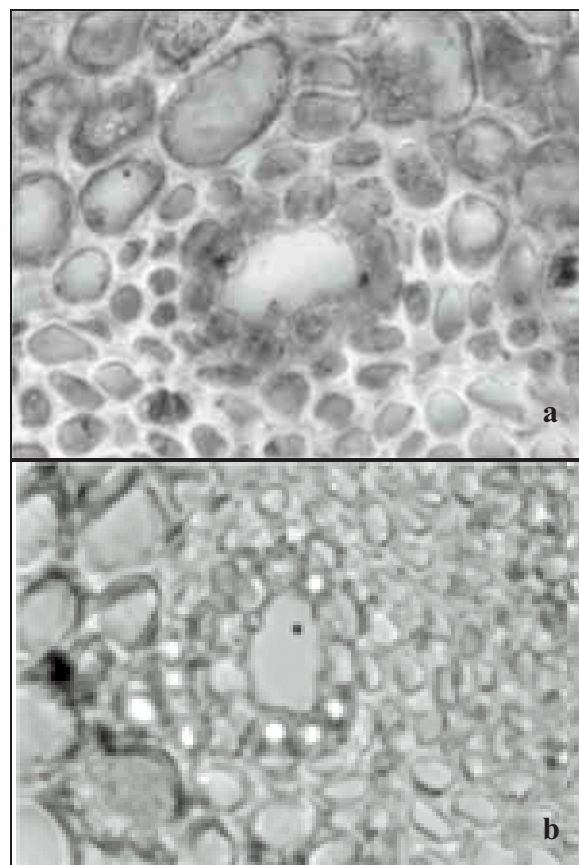


Figura 2. *P. tobira*. Caratterizzazione istochimica, test Sudan IV: fig 2a: Sez. a fresco di foglia realizzata a livello della nervatura principale. Canale secretore privo di metaboliti, cellule tappezzanti il dotto con metaboliti lipidici; fig. 2b: Controllo.

Figure 2. *P. tobira*. Caractérisation histochemique, test Sudan IV: fig 2a: Section de feuille, nervation principal. Canal excréteur privé de métabolites, cellules que tapissent le canal avec lipides. fig. 2b : Contrôle.

Figure 2. *P. tobira*. Histochemical characterization, test Sudan IV: fig. 2a: Section of leaf, Secretory canals without secret, cells that cover the secretory canal with lipids. fig. 2b: Control.



Figura 3. *P. tobira*. Sezioni a fresco del pericarpo. Caratterizzazione istochimica, test Phloroglucina e Acido Cloridrico, canali secretori negativi al test, sclerenchima positivo.

Figure 3. *P. tobira*, section de péracarpe. Caractérisation histochimique test Phloroglucinol et HCl, canaux excréteurs négatif au Test, sclérenchyme positif.

Figure 3. *P. tobira*, section of pericarp. Histochemical characterization test Phloroglucinol and HCl. Secretory canals negatives to the test; sclerenchyma positive.

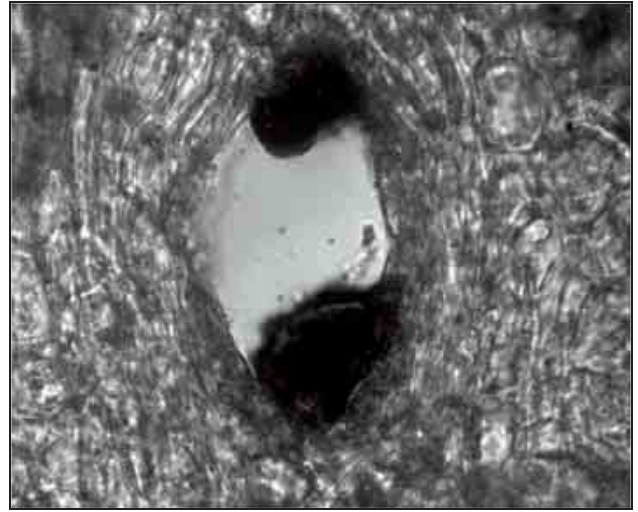


Figura 4. *P. tobira*. Sezioni a fresco del pericarpo. Caratterizzazione istochimica, test Sudan Black b, parenchima e spazi intercellulari con secreti positivi al test.

Figure 4. *P. tobira*, section de péracarpe. Caractérisation histochimique, test Sudan Black b, parenchyme et espaces intercellulaires avec sécrétion positif au test.

Figure 4. *P. tobira*, section of pericarp. Histochemical characterization, test Sudan Black b, parenchyma and intercellular spaces positives to test.

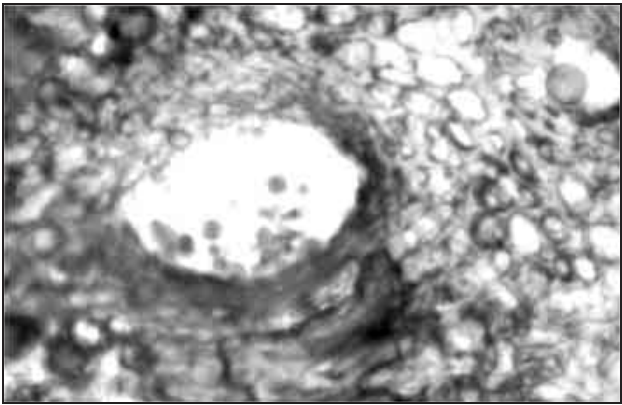


Figura 5. *P. tobira*. Sezioni a fresco del pericarpo. Caratterizzazione istochimica, test Blu Nilo lipidi neutri nei dotti, lipidi acidi nelle cellule parenchimate e negli spazi intercellulari.

Figure 5. *P. tobira*, section de péracarpe. Caractérisation histochimique, test Bleu Nil, lipides neutres dans les canaux, lipides acides dans les cellules parenchymateuses et dans les espaces intercellulaires.

Figure 5. *P. tobira*, section of pericarp. Histochemical characterization test Nile Blue, neutral lipids in canals, acid lipids in parenchymatous cells and in spaces intercellular.

Composti		Test	foglia			capsula		
			parete	citopl.	lumecell.secr	parete	citopl.	lume cell.secr
LIPIDI	Lipidi totali	Sudan III	-	+	+	+	++	++
		Sudan Black b	-	+	+	+	++	++
		Sudan IV	-	+	+	+	++	++
	Lipidi acidi e neutri	Blu Nilo	-	+	+	+	++	++
TERPENOIDI	Oli essenziali	Reagente di Nadi		-	+		+	+
COMPOSTI FENOLICI	Tannini	Cloruro ferrico	-	-	-	-	-	-
	Lignina	Fluoroglucina HCl	-	-	-	-	-	-
		Safranina	-	-	-	-	-	-
GLUCIDI	Amido	Lugol	-	-	-	-	-	-
	Cellulosa	Fast Green	+			+		

Tabella 1. Caratterizzazione istochimica dei prodotti secondari della foglia e del pericarpo di *Pittosporum tobira* (Thunb.) Aiton. + presenza, - assenza.

Table 1. Histochemical characterization about secondary products in leaves and fruits of *Pittosporum tobira* (Thunb.) Aiton. + presence, - absence.

Tableau 1. Caractérisation histochimique des produits secondaires de feuille et du fruit de *Pittosporum tobira* (Thunb.) Aiton. + presence, - absence.



## SUMMARY

### HISTOCHEMICAL RESEARCHES ABOUT *PITTIOSPORUM TOBIRA* (THUNB.) AITON

We have characterized leaves and fruits of *Pittosporum tobira* (Thunb.) Aiton through histological researches and histochemical tests.

We have effected histochemical tests (*Nile Blue*, *Sudan III*, *Sudan IV*, *Sudan Black b* for lipids; *NADI Reagent* for essential oil; *Wagner and Dittmar Reagent* for alkaloids; *Safranin*, *Phloroglucinol* and *HCl*; *Fast Green* for cellulose; *Lugol* for starch) on fruits and leaves sectioned by hand or after fixation and inclusion in paraffin. In adults leaves there are total lipids, but secretory ducts contain rarely secondary products.

In fruits, in the mesocarp, there are many lipids, and there are many secretory ducts near the vascular tissue rich in total lipids and essential oil. Fruits are very rich in secondary products that we can ascribe to terpenes.

## RÉSUMÉ

### RECHERCHE HISTOCHIMIQUE SUR *PITTIOSPORUM TOBIRA* (THUNB.) AITON

Nous avons caractérisé histologiquement et histochimiquement les feuilles et les fruits de *Pittosporum tobira* (Thunb.) Aiton.

Les échantillons des feuilles et des fruits sont étée coupée a main o après fixation et inclusion en paraffine.

Les échantillons sont etée envoyée a test histochimique (*Bleu Nil*, *Sudan III*, *Sudan IV*, *Sudan Black b* pour les lipides; *Reagent de NADI* pour les oils essentiels; *Safranine* et *Phloroglucinol* et *HCl* pour la lignin; *Fast-Green* pour la cellulose et *Lugol* pour l'amide).

Dans les feuilles adultes il y a lipides total dans le parenchyme chlorophyllienne. Les canaux excréteurs adjacent au phloème présentent rarement métabolites secondaires. Les cellules sécrétoires ne présentent pas modifications ne inclusions dans les vacuoles.

Dans les fruits matures, dans le mésocarpe, le parenchyme présente incluse vacuolaires positives aux test pour les lipides totales, lipides acides et neutres. Sont présentes beaucoup de canaux excréteurs entouré par tissue vasculaire et da sclérenchyme. Les cellules sécrétoires ont

lipides totales et délimitent doutes sécrétoires avec beaucoup de lipides.

Dans le mésocarpe, dans les espaces intercellulaires il y a beaucoup de matériels de sécrétion. Le fruit mature, après la déhiscence est riche de substances terpéniques.

## BIBLIOGRAFIA

- Bahman N., Gholamreza A., Maryam Y., 2004 – *Volatile Constituents of the Flower and Fruit Oils of Pittosporum tobira (Thunb.) Ait. Grown in Iran*. Z. Naturforsch, 59 c, 174-176.
- Cain A.J., 1947 – *The use of blue in the examination of lipids*. Quarterly Journal of Microscopical Science, 89: 383-392.
- Ciccarelli D., Andreucci C.A., Pagni A.M., 2001 – *Traslucent Glands and Secretory Canals in Hypericum perforatum L. (Hipericaceae): Morphological, Anatomical and Histochemical Studies During the Course of Ontogenesis*. Annals of Botany, 88: 637-644.
- Combrinck S., Du Plooy G.W., McCrindle R.I., Botha B.M., 2007 – *Morphology and Histochemistry of the Glandular Trichomes of Lippia scaberrima (Verbenaceae)*. Annals of Botany, 1-9.
- David R., Carde J.P., 1964 – *Coloration différentielle des pseudophilles de Pin maritime au moyen du reactif de NADI*. Comptes Rendus de l'Accademie de Science de Paris, 258: 1338-1340.
- Furr Y., Mahlberg P.G., 1981 – *Histochemical analysis of laticifers and glandular trichomes in Cannabis sativa*. Journal of Natural Products (Lloyd), 44: 153-159.
- Jensen W.A., 1962 – *Botanical histochemistry principles and practice*. San Francisco, London: W.H. Freeman and Co.
- Pearse A.G. Everson, 1981 – *Histochemistry*. Ed. J. e A. Churcill London.
- Pichersky E., Gershenzon J., 2002 – *The formation and function of plant volatiles: parfumes for pollinator attraction and defence*. Current Opinion in Plant biology, 5: 237-243.
- Sant'Anna-Santos B.F., Thadeo M., Strozi Alves Meira R.M., Ascensao L., 2006 – *Anatomia e Histoquímica das Estruturas Secretoras do Caule de Spondias dulcis Forst. F. (Anacardiaceae)*. Sociedade de Investigações Florestais, (eds) R. Arvore, Vicosa-MG, v.30, n. 3, p. 481-489.



## INTERVENTI COLTURALI E VARIAZIONI NEL CORTEGGIO FLORISTICO IN CEDUI DI CASTAGNO

(\*) Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

Il presente contributo ha l'obiettivo di individuare e analizzare le relazioni tra le attività gestionali e selvicolturali e la diversità floristica in alcuni cedui castanili dei Monti Sabatini (Lazio).

In questo territorio sono presenti oltre 2000 ha di cedui matricinati di castagno gestiti principalmente allo scopo di ottenere un'adeguata sostenibilità economica; di contro la sostenibilità ambientale non ha avuto adeguata considerazione.

Allo scopo di identificare le relazioni statistiche tra alcune delle principali caratteristiche dendrometriche e floristiche dei cedui indagati e vari indicatori quali-quantitativi relativi alla diversità e alla ricchezza floristica, sono stati delineati sette strati, differenziati per età del ceduo e per l'esecuzione o meno di uno o più tagli intercalari durante il turno; all'interno di questi strati sono state realizzate 45 aree campioni permanenti circolari con raggio di 10 metri (campionamento casuale stratificato) dove sono stati effettuati i rilievi dendrometrici e floristici. Sulla base dei rilievi effettuati sono state elaborate matrici floristiche per individuare eventuali variazioni significative nella composizione floristica.

Obiettivo finale del lavoro è di suggerire possibili correttivi da applicare alle attuali modalità gestionali dei cedui castanili per ridurre l'impatto sulla biodiversità.

*Parole chiave:* castagneti, ceduo, diversità floristica, indici di diversità, gestione selvicolturale.

*Key words:* chestnut stands, coppices, floristic diversity, diversity indices, silvicultural management.

*Mots clés:* châtaigniers, taillis, diversité floristique, indicateurs, sylviculture.

### INTRODUZIONE

Il castagno (*Castanea sativa* Mill.) è una specie forestale tra le più longeve e tra le più generose, offrendo molti prodotti che hanno garantito la sussistenza dell'uomo sin dai tempi più antichi. La sua attuale distribuzione in Italia (circa 790000 ha secondo INFC, 2007) è il risultato dell'azione dell'uomo che lo ha favorito a scapito di formazioni naturali quali querceti di rovere, cerro, roverella o faggete (Berneti, 1995), soprattutto nella forma di governo a ceduo (oltre 600000 ha secondo INFC, 2007).

Sui rilievi vulcanici pre-appenninici del Lazio il castagno costituisce uno degli elementi tipici del paesaggio in quanto trova un ambiente climatico e pedologico ottimale ed è in grado di manifestare pienamente la sua elevata capacità di accrescimento, che viene esaltata dal governo a ceduo. La sostenibilità ambientale nella gestione di questi soprassuoli non ha però avuto finora adeguata considerazione, nonostante il castagno sia presente su numerosi territori che ricadono in aree della Rete Natura 2000. La gestione di queste aree dovrebbe mirare alla salvaguardia di specie animali e vegetali di interesse comunitario e alla conservazione della funzionalità ecologica degli habitat (Corona *et al.*, 2007). Invece è sempre stata ritenuta prioritaria la sostenibilità economica, assicurata dall'applicazione di un turno tecnico che consentisse di ottenere: assortimenti da opera di ottima qualità, elevata estensione delle tagliate a fine turno, coetaneità e monospecificità dei popolamenti.

Il ceduo matricinato, sebbene garantisca all'ecosistema forestale una buona capacità di ripresa a seguito delle perturbazioni apportate con il taglio a fine turno, è comunque considerato un tipo di trattamento con marcato

impatto ambientale e relativamente limitato valore naturalistico (Ciancio e Nocentini, 2003). Ciancio e Nocentini (2004) già da tempo ribadiscono che il ruolo della biodiversità nel funzionamento degli ecosistemi forestali è stato affrontato con indagini riduttive rispetto allo spettro completo dei processi ecologici coinvolti. Esaminando i rapporti tra gestione e biodiversità è fondamentale evitare di considerare gli ecosistemi forestali come la somma della lista di specie che li compongono: l'attenzione deve soffermarsi anche sulla struttura, sulla funzionalità dei soprassuoli e sul dinamismo che li caratterizza (Nocentini, 2003).

Ad esempio, riguardo alla diversità floristica, età del ceduo e trattamento selvicolturale sembrano i fattori più determinanti l'evoluzione della stessa dopo la ceduzione, spesso anche più delle caratteristiche del suolo (Mattioli *et al.*, 2008). Se è assodato che la ricchezza di specie è massima nei primissimi anni del nuovo ciclo per poi declinare abbastanza rapidamente con l'età (vedi a esempio, Riondato *et al.*, 2005; Melini, 2006), meno studiato è il ruolo che il regime di diradamento applicato può avere, assumendo esso il significato di un disturbo di minore intensità rispetto alla ceduzione. Nel nostro Paese, nessuno studio è stato finora condotto sull'eventuale correlazione tra parametri dendrometrici e floristici e trattamento selvicolturale dei cedui di castagno.

Si è pertanto ritenuto opportuno avviare un'azione di monitoraggio nell'area dei Monti Sabatini (Lazio, Italia) al fine di trarre indicazioni utili in questo senso. L'obiettivo specifico è fornire una valutazione quantitativa e qualitativa della diversità floristica di alcuni cedui castanili, considerando sia il numero di specie presenti, sia le variazioni del corteggio floristico in funzione dell'età del ceduo e dei trattamenti selvicolturali applicati.

## AREA DI STUDIO

I cedui castanili oggetto di studio sono localizzati nel comprensorio dei Monti Sabatini, in particolare all'interno dell'azienda agricola Vicarello, nel comune di Bracciano (RM); in località Faggeta, nel comune di Oriolo Romano (VT); e in località Selva Silla, nel comune di Sutri (VT). In tutti i casi si tratta di cedui castanili presenti all'interno di proprietà private. Il territorio rientra nel Parco Naturale Regionale di Bracciano – Martignano e nei seguenti siti Natura 2000: SIC IT 6010034 "Faggete di Monte Raschio e Oriolo"; ZPS IT6030085 "Comprensorio Bracciano Martignano"; ZPS IT 6030005 "Comprensorio Tolfetano-Cerite-Manziate".

## MATERIALI E METODI

Per poter analizzare in maniera esaustiva le dinamiche che caratterizzano i processi ecologici connessi alla diversità biotica del ceduo al crescere dell'età e dello sviluppo strutturale, è stata svolta un'indagine individuando aree campione in alcuni soprassuoli rappresentativi delle varie classi di età e di alcune modalità di gestione, selezionati tra quelli di proprietà privata.

La metodologia operativa ha previsto i seguenti passi:

- delimitazione di sette strati (Figura 1) cronologicamente differenti e differenziati per l'esecuzione o meno dei tagli intercalari, in condizioni macroambientali tra loro omogenee, in un contesto ecologico intermedio tra quello delle faggete termofile a bassa quota e quello dei querceti mesofili;
- selezione casuale di almeno 5 punti di sondaggio in ciascuno strato (campionamento casuale stratificato – Corona, 2000), per un totale di 45 punti (Tabelle 1 e 2);
- rilevamento dendrometrico e floristico all'interno di aree di saggio permanenti (di forma circolare, raggio pari a 10 metri) centrate sui punti di sondaggio selezionati;
- elaborazione dei dati dendrometrici;
- elaborazione dei dati floristici e calcolo degli indici di diversità;
- validazione statistica dei risultati;
- ricerca di correlazioni statisticamente significative tra i parametri dendrometrici e floristici indagati.

Le specie censite sono state raggruppate in una matrice floristica indicante la presenza delle specie nei vari punti di sondaggio e ordinata in ordine decrescente per frequenze. Sono stati inoltre calcolati gli spettri biologici e corologici per ciascuno strato, seguendo Pignatti (1982) per l'attribuzione delle specie alle categorie.

A partire dal numero di specie presenti è stata calcolata la loro varianza e la  $\beta$  diversità, quantificate secondo le seguenti formule:

$$\beta = \frac{\gamma}{\bar{\alpha}} \qquad \beta = \gamma - \bar{\alpha}$$

dove:  $\gamma$  = numero totale di specie ritrovate nello strato;  $\bar{\alpha}$  = media del numero di specie in ogni punto dello strato.

Successivamente, sono stati calcolati l'indice di similarità di Jaccard,  $C_j$ , e l'indice di similarità di Sørensen,  $C_s$ :

$$C_j = \frac{a}{(a + b + c)} \qquad \text{(Indice di Jaccard)}$$

$$C_s = \frac{2a}{(2a + b + c)} \qquad \text{(Indice di Sørensen)}$$

dove: a = numero di specie presenti nei due strati a confronto; b = numero di specie presenti solo nel primo strato; c = numero di specie presenti solo nel secondo strato.

La matrice floristica è stata sottoposta a classificazione e ordinamento mediante il programma *Syntax2000* (Podani, 2001) allo scopo di indagare il grado di somiglianza fra i rilievi. La significatività della diversità intra-strato e tra gli strati è stata validata tramite il programma *Permanova v.1.6* (*Permutational analysis of variance*, Anderson, 2005).

Infine, mediante statistiche correlative e di analisi della varianza univariata (Zar, 1996) sono state ricercate eventuali correlazioni tra i parametri dendrometrici e floristici indagati e differenze significative dei parametri al variare delle classi di età e delle classi di diradamento analizzate.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Durante i rilievi floristici sono state rinvenute complessivamente 161 entità ripartite in 49 famiglie di piante vascolari; di queste: 82 nello strato A, 84 nello strato B, 80 nello strato C, 68 nello strato D, 78 nello strato E, 72 nello strato F e 79 nello strato G. E ancora: 5 sono esclusive dello strato A, 20 sono esclusive dello strato B, 9 sono esclusive dello strato C, 2 sono esclusive dello strato D, 5 sono esclusive dello strato E, 4 sono esclusive dello strato F e infine 7 sono esclusive dello strato G. Alcune delle entità ritrovate sono di particolare interesse floristico, in quanto nel Lazio sono rare e/o poco comuni e/o di interesse biogeografico (Anzalone 1996, 1998; Conti *et al.*, 1997), e/o protette (Alonzi *et al.*, 2006; Scoppola, 1995).

I parametri dendrometrici rilevati evidenziano la maggiore fertilità media di tutti gli strati rispetto a B.

I valori di  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  diversità e di varianza di ciascuno strato vengono riportati nella Tabella 3. Lo strato B presenta il maggiore numero di specie complessivo ( $\gamma$ -diversità) e la più alta varianza di numero di specie.

Confrontando tutti gli strati prendendoli a coppie (Tabella 4), si evidenzia nuovamente la diversità dello strato B: i valori più alti dell'indice di Whittaker si hanno quando uno dei due strati è lo strato B. Il valore più basso si ha per la coppia di strati E-F.

Questo risultato è confermato anche dagli indici di similarità di Jaccard e Sørensen: si ha una minore similarità (indicata da valori bassi degli indici), corrispondente a una più elevata  $\beta$  diversità, per le coppie di strati B-G e B-E; e anche in questo caso i valori più bassi sono quelli che coinvolgono lo strato B come uno dei due presi in considerazione.

I risultati degli indici sono infine stati confermati dalla classificazione e dall'ordinamento dei rilievi in base alla presenza-assenza delle specie: i rilievi dello strato B sono separati da tutti gli altri.

Pertanto nella ricerca di correlazioni statisticamente significative e nelle variazioni statistiche dei parametri al variare delle classi di età e di dirado, lo strato B è stato escluso.

Sono state evidenziate alcune correlazioni interessanti, statisticamente molto significative\*\* ( $p < 0,01$ ), a esempio:

numero di specie arboree cavallettate nel plot/numero di polloni morti ad ha; numero di specie atlantiche/area basimetrica totale; numero di specie boreali/diametro medio dei polloni; numero di specie boreali/area basimetrica totale; numero di specie endemiche/numero tagli intercalari; numero di specie di margine nitrofilo/numero di polloni vivi ad ha; numero specie di prati ed incolti/numero totale di ceppaie ad ha, numero di specie dei *Fagetalia sylvaticae*/numero di polloni morti ad ha.

Nell'analisi della varianza univariata, differenze significative tra le classi di età considerate per le variabili floristiche indagate si sono avute per il numero delle specie arboree, per il numero delle terofite, per il numero delle specie dei *Fagetalia sylvaticae*, ecc.

Analizzando le differenze tra le classi di diradamento, differenze significative si sono ottenute per il numero di camefite, il numero di fanerofite e il numero di specie dei *Quercus-Fagetea*. Particolarmente interessante è risultata la correlazione tra numero di specie endemiche e il numero dei tagli intercalari eseguiti.

Ovviamente, a mano a mano che i soprassuoli si sviluppano, il peso dei parametri legati a condizioni spiccatamente nemorali all'interno della comunità vegetale tende ad aumentare, mentre la ceduzione impedisce lo sviluppo di questo processo. Analogamente la percentuale di specie arboree aumenta nel corso dello sviluppo del popolamento (diminuzione del numero dei polloni morti ad ha, aumento dell'area basimetrica totale), con il trascorrere del tempo dall'ultimo intervento selvicolturale.

L'esecuzione di ceduzioni con turni allungati rispetto a quelli consuetudinari e l'esecuzione di più diradamenti all'interno del turno adottato, favoriscono le specie vegetali con gemme perennanti più distanti dal terreno (fanerofite e nanofanerofite).

Anche se le specie arboree presentano una certa inerzia nell'occupazione e nell'abbandono di una stazione, la tendenza all'aumento è comunque chiara, a mano a mano che lo sviluppo dei popolamenti procede.

Questa tendenza è esattamente speculare rispetto a quella che coinvolge le specie erbacee (tra cui quelle di margine nitrofilo e di prati ed incolti) e arbustive.

Le terofite, tendono a diminuire con il progredire dello sviluppo della componente arborea e con l'aumento della copertura, passando dai cedui tagliati da pochi anni a quelli che hanno da tempo superato il turno consuetudinario.

Le scelte selvicolturali e assestamentali, in sintesi, influiscono sulla presenza di specie che occupano porzioni diverse dello spazio epigeo.

## CONCLUSIONI

L'analisi floristica, adeguatamente integrata con indagini dendro-strutturali e statistiche, si conferma un utile strumento di indagine per differenziare fra loro boschi cedui di uguale fisionomia ma differente età e regime selvicolturale: è stato infatti possibile verificare come uno strato (quello B) sia risultato differente sia dal punto di vista dei parametri dendrometrici sia osservandone la diversità floristica.

Sebbene i risultati qui presentati abbiano carattere preliminare, è stato comunque possibile verificare alcuni

effetti dell'attuale gestione selvicolturale sulla componente floristica.

In generale, è possibile esprimere una valutazione complessivamente positiva sulle modalità di gestione forestale attualmente applicate nei cedui studiati. Ciò a motivo dell'elevato numero di specie censite ma soprattutto della presenza di specie rare e/o di interesse (esempio le endemiche) che mantengono il legame con il corteggio floristico della vegetazione cosiddetta potenziale.

Si conferma che le attività selvicolturali condizionano la dinamica del sistema ceduo, determinando l'insorgenza di disturbi che interrompono o stimolano il dinamismo di alcuni processi ecologici. Il disturbo, solitamente, crea condizioni idonee all'affermazione di molte specie vegetali, spesso banali e/o dal valore naturalistico decisamente limitato.

Il disturbo (sia esso sotto forma di taglio intercalare o di taglio di fine turno) incrementa le differenze nella composizione specifica, aumentando l'eterogeneità e abbassando la dominanza di alcune specie. All'aumentare dell'età del soprassuolo infatti diminuisce il numero assoluto di specie, che non significa necessariamente un impoverimento del sistema, ma tutt'altro. Già Boncina (2000) aveva evidenziato come in una foresta "vergine" rispetto a un bosco gestito il numero di specie vegetali fosse inferiore, ma che non fosse possibile affermare che la foresta "vergine" sia qualitativamente inferiore dal punto di vista della biodiversità rispetto a quella gestita.

Le endemiche possono essere considerate "piante di qualità" dal punto di vista della biodiversità e la loro presenza costante al crescere dell'età del ceduo, nonostante l'esecuzione di uno o più tagli intercalari non fa altro che confermare questa tesi.

La ricchezza delle specie aumenta dopo il taglio ma diminuisce dopo 4-5 anni (vedi a esempio il basso numero di specie nello strato D). L'assenza di interventi (vedi anche strato C) può portare al raggiungimento di una fase di "chiusura" che se da una parte crea un ambiente ottimale sia per le specie erbacee nemorali sia per quelle caratterizzanti i margini nitrofilo, dall'altra parte comporta una riduzione della ricchezza specifica in termini di numero di specie.

Le specie erbacee sembrano essere più sensibili alla frequenza del disturbo rispetto all'intensità dello stesso. Questo suggerisce che il *trend* nel numero di specie è più che altro dovuto alle fluttuazioni delle specie non strettamente legate all'ambiente forestale, tipo quelle di margine o nitrofile, che prendono vantaggio dalle situazioni che si creano con l'apertura della *canopy*.

Tuttavia, in alcuni casi, la presenza delle specie di prato e nitrofile può considerarsi accidentale o legata al contatto con il margine esterno, ma non comporta nessuna influenza per le specie nemorali.

## RINGRAZIAMENTI

Si desidera ringraziare per la preziosa collaborazione il Dott. Goffredo Filibeck (Università degli Studi della Toscana), il Dott. Carlo Ricotta (Università di Roma "La Sapienza") e la Prof.ssa Anna Scoppola (Università degli Studi della Toscana).

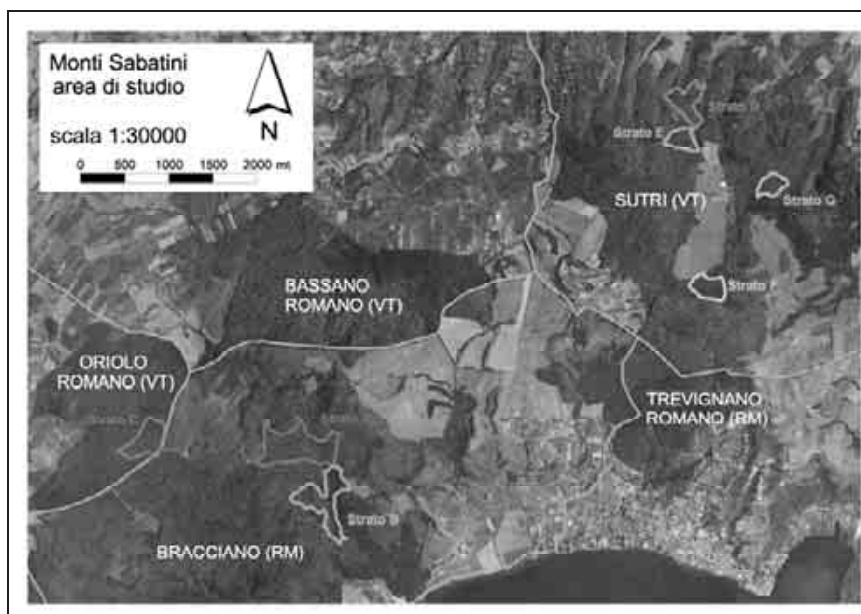


Figura 1. Strati delineati all'interno dell'area di studio.

Punto	Età	tagli	Pendenza (%)	Quota	Esp	Punto	Età	tagli	Pendenza (%)	Quota	Esp
	(anni)	intercal.		(m slm)			(anni)	intercalari		(m slm)	
A1	12	0	50	430	NE	D7	22	1	5	415	E
A2	12	0	17	435	N	E1	22	2	10	420	E
A3	10	0	25	450	O	E2	22	2	12	420	SW
A4	12	0	8	450	N	E3	22	2	8	445	S
A5	10	0	8	410	SE	E4	22	2	5	420	E
B1	17	1	17	405	NE	E5	22	2	5	435	E
B2	17	1	17	400	NO	E6	22	2	10	445	NE
B3	17	1	10	375	S	E7	22	2	8	410	SE
B4	17	1	25	330	S	F1	16	1	0	430	S
B5	17	1	25	390	O	F2	16	1	0	440	E
C1	20	0	5	430	S	F3	16	1	2	415	SE
C2	20	0	7	430	NE	F4	16	1	2	415	S
C3	20	0	5	430	S	F5	16	1	10	435	N
C4	20	0	0	440	SW	F6	16	1	2	415	S
C5	20	0	7	420	N	F7	16	1	0	420	N
C6	20	0	5	435	NO	G1	5	0	5	450	SE
C7	20	0	0	440	S	G2	5	0	10	450	S
D1	22	1	0	425	S	G3	5	0	8	460	S
D2	22	1	10	435	NE	G4	5	0	0	465	E
D3	22	1	5	425	S	G5	5	0	10	470	N
D4	22	1	0	405	S	G6	5	0	15	455	E
D5	22	1	10	410	SW	G7	5	0	2	430	SE
D6	22	1	12	425	E						

Tabella 1. Caratteristiche cronologiche e stagionali dei punti di sondaggio.

Strato	Classe di età	Num. tagli intercalari	Aree saggio
A	2	0	5
B	4	1	5
C	4	0	7
D	4	1	7
E	4	2	7
F	1	0	7
G	3	1	7

Tabella 2. Caratteristiche degli strati indagati.

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>
Numero tot. di specie ( $\gamma$ diversità)	82	85	80	68	78	72	79
Media numero di specie ( $\bar{\alpha}$ )	38,00	39,80	36,14	33,57	38,29	35,14	38,86
Varianza numero di specie	28,5	99,2	6,5	5,6	11,9	8,5	7,8
$\beta = \gamma / \bar{\alpha}$	2,16	2,14	2,21	2,03	2,04	2,05	2,03
$\beta = \gamma - \bar{\alpha}$	44,0	45,2	43,9	34,4	39,7	36,9	40,1

Tabella 3. Valori di  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  diversità e varianza per ogni strato.

<i>Coppia</i>	<i>Whittaker</i>	<i>Jaccard</i>	<i>Sørensen</i>
A-B	0,422	0,407	0,578
A-C	0,296	0,543	0,704
A-D	0,347	0,485	0,653
A-E	0,275	0,569	0,725
A-F	0,286	0,535	0,697
A-G	0,304	0,524	0,688
B-C	0,451	0,378	0,549
B-D	0,447	0,382	0,553
B-E	0,481	0,350	0,519
B-F	0,410	0,376	0,547
B-G	0,497	0,328	0,494
C-D	0,351	0,480	0,649
C-E	0,266	0,580	0,734
C-F	0,276	0,546	0,707
C-G	0,333	0,491	0,658
D-E	0,247	0,604	0,753
D-F	0,286	0,556	0,714
D-G	0,306	0,531	0,694
E-F	0,240	0,613	0,760
E-G	0,274	0,570	0,726
F-G	0,311	0,525	0,689

Tabella 4. Valori degli indici di diversità (Whittaker, Jaccard, Sørensen) per ogni coppia di strati possibile.

## SUMMARY

### SILVICULTURAL ACTIONS AND FLORISTIC VARIATIONS ON CHESTNUT COPPICE STANDS

The aim of this work is to point out and analyze the relationships between silvicultural activities and floristic diversity on chestnut coppice stands of Sabatini Mts. (Latium, Italy). In this zone there are more than 2000 ha of chestnut coppices managed with the aim of the wood production; on the other hand, the environmental sustainability is not fairly considered. With the aim to highlight statistical relationships among dendrometric and floristic parameters and qualitative indices about the diversity and floristic richness, seven strata have been selected, differentiated for age classes and number of thinnings; within these strata, surveys have been realized within 45 permanent circular plots. Floristic matrices have been elaborated on the base of the surveys to point out meaningful variations of the floristic composition. The final target of this work is to suggest possible alternatives to the current coppices management to mitigate its impact on biodiversity.

## RÉSUMÉ

### ACTIVITES DE SYLVICULTURE ET DIVERSITÉ FLORISTIQUE DANS TAILLIS DE CHATAIGNIERS

Cette contribution a pour but d'identifier et analyser les rapports entre le mode de traitement appliqué aux taillis de châtaigniers des Monts Sabatini (Latium) et leur diversité floristique. Dans ce territoire nous avons la présence de plus de 2000 ha de taillis de châtaigniers, dont les fins de gestion sont principalement orientées vers l'obtention d'une économie durable adéquate. Il est nécessaire de préciser, dans ce contexte, que la durabilité environnementale n'a pas encore eu une juste considération. Afin d'identifier les rapports statistiques entre les principales caractéristiques dendrométriques et floristiques des taillis examinés et des différents indicateurs quantitatifs et qualitatifs qui sont liés à la diversité et à la richesse floristique, on a peut tracer huit strates chronologiques, différenciés par l'âge du taillis et par l'exécution d'une ou plusieurs coupes décalées pendant le cycle de révolution. Dans ces strates on a réalisé des aires échantillon permanentes circulaires avec un rayon de 10 mètres (échantillonnage randomisé stratifié) où l'on a



effectué des études dendrométriques et floristiques. Sur la base des relèvements effectués, on a élaboré des matrices floristiques pour tenter d'identifier d'éventuelles variations significatives dans la composition floristique. L'objectif final de ce travail de recherche est celui, si possible, de suggérer certains amendements à appliquer aux actuelles modalités gestionnaires des taillis de châtaigniers pour tenter d'en réduire l'impact de l'aménagement sur la biodiversité.

#### BIBLIOGRAFIA

- Alonzi, A., Ercole, S., Piccini, C., 2006 – *La protezione delle specie della flora e della fauna selvatica: quadro di riferimento legislativo regionale*. APAT Rapporti 75/2006, 258 pp.
- Anderson, M.J., 2005 – *Permanova. Permutational multivariate analysis of variance, a computer program*. Department of Statistics, University of Auckland.
- Anzalone, B., 1996 – *Prodromo della Flora Romana (Elenco preliminare delle piante vascolari spontanee del Lazio)*, Aggiornamento: parte 1<sup>a</sup>. Ann. Bot. (Roma), 52 (1994), Suppl. 11 (1): 1-81.
- Anzalone, B., 1998 – *Prodromo della Flora Romana (Elenco preliminare delle piante vascolari spontanee del Lazio)*, Aggiornamento: parte 2<sup>a</sup>. Ann. Bot. (Roma), 54 (2) (1996): 7-47.
- Bernetti, G., 1995 – *Selvicoltura speciale*. UTET, Torino.
- Ciancio, O., Nocentini S., 2003 – *La conservazione della biodiversità nei sistemi forestali 3. Biodiversità, gestione forestale e metodo scientifico*. L'Italia Forestale e Montana, 2: 61-70.
- Ciancio, O., Nocentini, S., 2004 – *Il bosco ceduo. Selvicoltura, Assestamento, Gestione*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Conti, F., Manzi, A., Pedrotti, F., 1997 – *Liste Rosse Regionali delle piante d'Italia*. WWF, S.B.I. Camerino, 139 pp.
- Corona, P., 2000 – *Introduzione al rilevamento campionario delle risorse forestali*. CUSL Editrice, Firenze.
- Corona, P., Coppini, M., Di Bartolo, M., Mattioli, W., Paletta, D., Salvati, R., Tedesco, A., Hermanin, L., 2007 – *Criteri di analisi e ipotesi gestionali per una faggeta appenninica della Rete Natura 2000*. Annali A.I.S.F., 56: 173-190.
- INFC, 2007 – *Le stime di superficie 2005. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio*. MiPAF, Corpo Forestale dello Stato, CRA-ISAFA, Trento.
- Mattioli, W., Pinelli, A., Filibeck, G., Portoghesi, L., Scoppola, A., Corona, P., 2008 – *Relazioni tra gestione selvicolturale, tipo forestale e diversità floristica in cedui castanili*. Forest@, 5: 136-150.
- Melini, D., 2006 – *Gestione forestale e biodiversità: i cedui di cerro della Toscana meridionale*. L'Italia forestale e Montana, 4: 251-273.
- Nocentini, S., 2003 – *Criticità e prospettive per la conservazione della biodiversità dei boschi italiani*. In: Atti del convegno «Selvicoltura: a che punto siamo?». Vallombrosa 23-24 ottobre 2003. Ed. Vallombrosane: 103-109.
- Pignatti, S., 1982 – *Flora d'Italia*. 3 voll. Ed agricole, Bologna.
- Podani, J., 2001 – *Syntax 2000. Computer program for data analysis in ecology and systematics. Users manual*. Scientia Publishing, Budapest.
- Riondato, R., Colpi, C., Del Favero, R., 2005 – *Indicatori di biodiversità in ostriu-querzeti cedui di diversa età sui Colli Euganei (PD)*. L'Italia Forestale e Montana, 65 (4): 405-427.
- Scoppola, A., 1995 – *Piante minacciate, vulnerabili o molto rare della Provincia di Viterbo*. Amm. Prov. di Viterbo. Ass. all'Ambiente. 159 pp.
- Zar, J.H., 1996 – *Biostatistical analysis* (3rd ed.). Prentice-Hall International, New York, USA.

## DIVERSITÀ E DIFFERENZIAZIONE GENETICA NEL PINO SILVESTRE (*PINUS SYLVESTRIS* L.): CONFRONTO TRA POPOLAZIONI ITALIANE E STRANIERE

(\*) Istituto di Genetica Vegetale, CNR, Bari

(\*\*) Dipartimento di Biochimica e Biologia Molecolare, Università degli Studi di Bari

L'estensione dell'areale e la lunga storia evolutiva del pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) hanno determinato un'elevata variabilità genetica intraspecifica. Nell'ambito di un'indagine che si propone di confrontare otto popolazioni italiane e numerose popolazioni rappresentative di altre regioni geografiche eurasiatiche, vengono illustrati alcuni risultati preliminari relativi al confronto tra le popolazioni italiane - già studiate in passato - e 13 popolazioni straniere. La tecnica utilizzata è l'analisi isoenzimatica, condotta mediante elettroforesi orizzontale su gel d'amido. I valori di distanza genetica ottenuti evidenziano che la netta differenziazione di una popolazione relitta e isolata dell'Appennino Emiliano, già osservata in precedenza limitatamente al solo areale italiano, risulta confermata anche su una scala geografica molto più ampia, essendo la popolazione più differenziata in assoluto. I risultati ottenuti confermano che questo piccolo soprassuolo autoctono è un'importante risorsa genetica: la sua considerevole differenziazione rivela una diversa storia evolutiva e/o una diversa origine (rifugio glaciale). Le caratteristiche osservate rendono necessaria l'adozione di specifiche misure protettive e gestionali a tutela del nucleo appenninico, che vengono qui analizzate insieme con i trattamenti selvicolturali che potrebbero meglio garantirne la conservazione *in situ*, favorendo l'insediamento e lo sviluppo della rinnovazione naturale. Questo studio rende possibile un significativo avanzamento delle conoscenze sul pino silvestre, trattandosi della prima indagine che pone a confronto le popolazioni italiane con quelle del restante areale, rendendo così possibile la pianificazione di più accurati programmi di conservazione delle risorse genetiche. Sulla base dei risultati ottenuti, vengono anche discusse alcune ipotesi sui percorsi di ricolonizzazione seguiti da questa specie nel postglaciale.

*Parole chiave:* genetica di popolazioni, *Pinus sylvestris*, variabilità genetica, risorse genetiche, glaciazioni.

*Key words:* population genetics, *Pinus sylvestris*, genetic variation, genetic resources, glaciations.

*Mots clés:* la génétique de quelques populations, *Pinus sylvestris*, variabilité génétique, ressources génétiques, glaciations.

### 1. INTRODUZIONE

Il pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) occupa l'areale più vasto tra tutte le specie della famiglia delle *Pinaceae* (Mirov, 1967; Boratyński, 1991); esso si estende dall'Europa alla Cina (Manciuria) attraversando la Siberia. La vastità della sua distribuzione geografica, con la sua elevata eterogeneità ambientale, e la lunga storia evolutiva di questa specie sono alla base di una rilevante variabilità genetica intraspecifica. Si ritiene che il pino silvestre si sia sviluppato in Asia orientale per poi diffondersi verso l'Europa, dove è presente a partire dal Terziario (Molotov e Patlaj, 1991). Durante la successione di periodi glaciali ed interglaciali del Pleistocene, il suo areale naturale ha subito ripetute modificazioni che hanno provocato la comparsa di numerose nuove popolazioni, con conseguente incremento della diversità (variabilità esistente all'interno delle popolazioni) e della differenziazione genetica (variabilità esistente tra le popolazioni), così da rendere molto difficoltosa la definizione di un sistema tassonomico intraspecifico (Molotov e Patlaj, 1991).

L'importanza di questa specie per la selvicoltura centro-europea e scandinava ha stimolato un'intensa attività di ricerca sulla struttura genetica delle popolazioni, mediante l'utilizzo di marcatori genetici biochimici e molecolari. Solo di recente anche le popolazioni rappresentative dell'areale italiano sono state sottoposte a questo genere di studi (Belletti e Gullace, 1999; Puglisi *et al.*, 1999; Puglisi e Attolico, 2000; Belletti *et al.*, 2002). In Italia, l'area di distribuzione naturale del pino silvestre è limitata all'arco

alpino e all'Appennino ligure-emiliano. L'areale appenninico è caratterizzato da nuclei relitti di limitata estensione sparsi sul territorio, che costituiscono una testimonianza degli eventi climatici e vegetazionali che hanno caratterizzato i periodi interglaciali e il postglaciale.

Scopo di questa ricerca è lo studio della diversità e della differenziazione genetica di otto popolazioni italiane - rappresentative dell'areale italiano e già esaminate in una precedente indagine (Puglisi e Attolico, 2000) - e di numerose popolazioni rappresentative degli altri Paesi inclusi nell'areale della specie. In questa sede vengono mostrati alcuni risultati preliminari, riguardanti un gruppo di Paesi eurasiatici.

### 2. MATERIALI E METODI

#### 2.1 Popolazioni campionate

Le otto popolazioni italiane precedentemente esaminate si suddividono tra sette alpine ed una dell'Appennino emiliano, mentre le altre popolazioni provengono dai seguenti Paesi: Francia, Germania, Slovenia, Slovacchia, Polonia, Svezia, Norvegia (due popolazioni), Finlandia, Russia, Lituania, Bielorussia e Turchia (Fig. 1; Tab. 1). Tutte le popolazioni campionate sono ritenute autoctone.

#### 2.2 Analisi isoenzimatiche

Le analisi isoenzimatiche, condotte sugli embrioni dei semi, sono state eseguite mediante elettroforesi orizzontale su gel d'amido. Sono stati utilizzati sei sistemi enzimatici,

codificati da 11 loci: LAP (leucina aminopeptidasi, E.C. 3.4.11.1), GOT (glutammato ossalacetato transaminasi, E.C. 2.6.1.1), PGM (fosfoglucomutasi, E.C. 2.7.5.1), MDH (malato deidrogenasi, E.C. 1.1.1.37), GDH (glutammato deidrogenasi, E.C. 1.4.1.2), SKDH (shichimato deidrogenasi, E.C. 1.1.1.25). I dettagli tecnici ed il modello di controllo genetico dei sistemi enzimatici saggiati sono riportati in Puglisi *et al.* (1999) e Puglisi e Attolico (2000).

Nell'ambito di ciascun sistema enzimatico, i loci codificanti sono stati indicati con lettere maiuscole poste dopo l'acronimo dell'enzima, a partire dalla zona di attività posta nel settore più anodico del gel. Nell'ambito di ciascun locus, gli alleli sono stati indicati con numeri, a partire da quello caratterizzato dalla maggiore velocità di migrazione.

### 2.3 Parametri genetici

Le elaborazioni sono state eseguite con il programma BIOSYS-1 (Swofford e Selander, 1989) sui genotipi embrionali.

Sulla base delle frequenze alleliche stimate, è stata calcolata una serie di parametri di diversità e di differenziazione genetica. Nella prima categoria rientrano i seguenti parametri: numero medio di alleli per locus ( $N$ ); percento di loci polimorfici ( $P$ ), calcolato col criterio del 5%, che corrisponde alla percentuale di loci il cui allele più comune ha una frequenza inferiore al 95%; eterozigosità attesa secondo Hardy-Weinberg ( $H_e$ ; Nei, 1978); eterozigosità osservata ( $H_o$ ). Per confrontare i valori di  $H_o$  con i valori di  $H_e$  (l'eterozigosità in condizioni di equilibrio panmittico), è stato calcolato anche l'indice di fissazione di Wright ( $F$ ; Wright, 1922). Il parametro di differenziazione genetica calcolato è la distanza genetica di Nei (1978). I valori di distanza genetica stimati sono stati utilizzati per costruire un dendrogramma mediante il metodo UPGMA (Sneath e Sokal, 1973).

## 3. RISULTATI E DISCUSSIONE

Il confronto tra le frequenze alleliche evidenzia diverse peculiarità che differenziano le popolazioni straniere dalle italiane, o che distinguono alcune popolazioni dalle rimanenti (dati non riportati). Nel locus *Lap-B* le popolazioni straniere mostrano frequenze piuttosto elevate dell'allele 1, che è invece raro o a bassa frequenza nelle italiane. Nel locus *Got-A* l'allele 1 è presente in 9 (su 13) popolazioni straniere e solo in due italiane. Nel locus *Got-B*, al contrario, le straniere sono prive dell'allele raro 7 (fatta eccezione per la popolazione lituana), che è invece presente in quattro popolazioni italiane, mentre l'allele raro 6 è presente solo in tre popolazioni italiane ed in due straniere. L'allele raro 5 del locus *Got-C* è presente solo in quattro popolazioni italiane e in tre straniere. Nel locus *Mdh-A* solo una popolazione italiana è portatrice dell'allele 2 (a bassa frequenza), che è presente anche in quattro straniere, mentre l'allele raro 4 compare solo in una italiana e in due straniere. L'allele raro 3 del locus *Mdh-B* è presente solo in tre popolazioni italiane e nella russa, mentre l'allele raro 1 del locus *Mdh-C* è presente in sei italiane e in due straniere. Altre importanti peculiarità delle popolazioni straniere sono: la presenza (con frequenze piuttosto elevate) dell'allele 3 del locus *Gdh-A*, che è assente solo nelle italiane e nella francese, e l'allele 1 (a bassa frequenza) del locus *Skdh-A*, presente solo in cinque straniere.

In tutte le popolazioni esaminate i parametri di diversità

genetica presentano valori piuttosto elevati (dati non riportati), prendendo come riferimento i valori medi osservati nella maggior parte delle conifere (Hamrick *et al.*, 1992). I valori più bassi di  $H_e$  e  $H_o$  appartengono alla popolazione relitta ed isolata dell'Appennino emiliano (Casina), mentre i valori più alti si riscontrano nelle popolazioni della Norvegia meridionale e della Slovenia, rispettivamente. Tutti i valori di  $F$  sono positivi, fatta eccezione per quelli relativi alle popolazioni della Slovenia, della Finlandia e della Turchia, che sono negativi. I valori positivi rivelano un difetto di eterozigoti rispetto alle frequenze attese in condizioni di equilibrio panmittico, ma ciò può dipendere dal fatto che i valori di eterozigosità stimati si riferiscono alle frequenze genotipiche embrionali, che normalmente includono una certa quantità di progenie generatasi per inincrocio, dato che le conifere non dispongono di alcun meccanismo prezigotico di incompatibilità (Müller-Starck e Gregorius, 1988); gli individui generati da semi originatisi per autoimpollinazione sono solitamente caratterizzati da ridotta vitalità (depressione da inincrocio), provocata da alleli letali e semiletali in omozigosi, e vengono di conseguenza sottoposti a selezione naturale provocando, col tempo, un aumento della frequenza degli individui eterozigoti. Di conseguenza, la presenza in alcune popolazioni di valori negativi dell'indice di fissazione, indicativa di un eccesso di eterozigoti già in fase embrionale, costituisce una peculiarità molto interessante.

I valori della distanza genetica di Nei (dati non riportati) sono molto bassi tra le popolazioni alpine italiane, ma la popolazione appenninica (Casina) presenta valori elevati nei riguardi di tutte le altre popolazioni, italiane e straniere, compreso il valore più alto in assoluto rispetto alla popolazione della Bielorussia.

Il dendrogramma (Fig. 2) - rappresentazione grafica delle distanze genetiche tra le popolazioni studiate - conferma le suddette considerazioni. La popolazione appenninica di Casina è la più differenziata in assoluto, seguita dalla popolazione bielorussa, dalla francese e dalla slovacca. Tutte le popolazioni straniere risultano essere più simili alle italiane alpine di quanto non lo sia quella appenninica. Anche l'assoluta mancanza di differenziazione genetica fra le popolazioni della Slovenia e della Lituania è molto interessante.

Questi risultati confermano che il piccolo ed autoctono soprassuolo appenninico, residuo di movimenti migratori legati alle glaciazioni, è una risorsa genetica molto importante che richiede specifiche misure di tutela, data la sua marcata differenziazione e l'elevata variabilità genetica esistente al suo interno, che è paragonabile a quella delle altre popolazioni italiane nonostante il suo isolamento geografico dall'areale principale della specie. La sua elevatissima differenziazione porta ad ipotizzare una diversa storia evolutiva e/o un'origine differente, cioè la provenienza da un rifugio glaciale diverso da quello (o da quelli) dal quale è partita la ricolonizzazione delle Alpi, e da quelli da cui derivano le altre popolazioni esaminate.

A tale proposito, è opportuno segnalare che diversi autori, basandosi su alcuni caratteri morfologici, hanno ipotizzato per il pino silvestre dell'Appennino emiliano lo status di "razza" o "varietà" (Agostini, 1972). Bernetti (1995) segnala che "il relitto delle colline di Reggio Emilia è costituito da una popolazione che mantiene un accrescimento modesto anche se coltivata su suoli fertili".

Il soprassuolo in questione è di limitata estensione, ed è

completamente circondato da campi coltivati o abbandonati; è anche iscritto nel Libro Nazionale dei Boschi da Seme (n. 100; Morandini e Magini, 1975), e pertanto già sottoposto ad alcune forme di tutela previste dalla legislazione vigente, ma il suo valore genetico renderebbe necessaria l'adozione di più specifiche ed efficaci misure di conservazione del popolamento e del suo habitat. La conservazione dinamica *in situ* è la più adatta alle specie forestali, ma in questo caso essa rischia di essere compromessa dalla ristretta superficie occupata dal popolamento e - trattandosi di una specie pioniera - dai processi successionali in atto (insediamento di latifoglie sotto la copertura del pino silvestre). La conservazione di questa importantissima risorsa genetica richiederebbe provvedimenti complementari di conservazione dinamica *ex situ*, da realizzarsi mediante programmi di rimboscimento da eseguire nelle zone limitrofe utilizzando seme raccolto localmente, o l'impianto di parcelle sperimentali che siano rappresentative della variabilità genetica originaria (Puglisi, 2004).

Una possibile forma di conservazione *in situ* potrebbe essere rappresentata dall'adozione di misure che favoriscano lo sviluppo della rinnovazione naturale che si diffonde spontaneamente e abbondantemente in alcune aree circostanti, agevolando il processo naturale di colonizzazione dei campi abbandonati. Questa misura richiederebbe però l'acquisizione dei terreni limitrofi da parte di soggetti pubblici, o l'adozione di un rigoroso regime vincolistico, trasformando l'intera area in riserva naturale e creando nel contempo - ove possibile - una rete di aree protette che includano altri nuclei relitti dell'Appennino ligure-emiliano con caratteristiche simili (come già auspicato da Agostini, 1972), da sottoporre ad analoghe misure gestionali. Questa forma di conservazione potrebbe diventare alternativa al mantenimento del nucleo originario, anziché complementare, assecondando i processi naturali in atto e adottando in seguito, sui popolamenti di nuovo insediamento, interventi selvicolturali atti a favorirne e guidarne lo sviluppo e, successivamente, a rendere possibile l'affermazione della rinnovazione naturale con tagli in grado di creare condizioni ambientali simili a quelle che hanno consentito al pino silvestre di colonizzare la superficie occupata, prevenendo così l'insediamento di altre specie (Puglisi, 2004).

Per quanto riguarda le sette popolazioni alpine italiane, esse si presentano alquanto differenziate dalle altre. Ciò permette di ipotizzare un'origine differente, e/o che la barriera alpina abbia causato un isolamento genetico sufficiente a condizionare il loro percorso evolutivo. Tuttavia, queste popolazioni tendono a raggrupparsi, ad un livello superiore di distanza genetica, con la popolazione della Francia meridionale (Pirenei orientali). Questo dato, insieme con la comune assenza dell'allele 3 del locus *Gdh-A*, sembrerebbe suggerire una possibile origine comune. Si può infatti ipotizzare che la ricolonizzazione della Francia meridionale sia avvenuta a partire dal territorio italiano, e questa ipotesi potrà essere suffragata dallo studio, in programma per il futuro, di altre popolazioni francesi.

Le altre popolazioni eurasiatiche non si raggruppano nel dendrogramma (Fig. 2) secondo uno schema che consenta - per ora - di formulare ipotesi precise sull'ubicazione delle principali aree di rifugio e sui percorsi di ricolonizzazione avvenuti nel postglaciale, anche se si può tentare di delineare qualche direttrice approssimativa (ad esempio Turchia - Slovenia - Lituania - Norvegia settentrionale - Svezia meridionale; oppure Baviera - Polonia - Russia - Finlandia

meridionale - Norvegia meridionale). È interessante notare la scarsa differenziazione dell'unica popolazione asiatica esaminata (Turchia), che si colloca in prossimità di popolazioni scandinave e dell'Europa centro-settentrionale.

I risultati ottenuti sembrano confermare - almeno in parte - quanto ipotizzato da Cheddadi *et al.* (2006) sulla base della distribuzione geografica di tre diversi aplotipi del DNA mitocondriale trovati nelle popolazioni europee di pino silvestre da loro analizzate, integrando i dati genetici con dati paleobotanici (basati su analisi polliniche e di macrofossili) e con modelli vegetazionali di simulazione della distribuzione territoriale, da cui risulterebbe che le popolazioni balcaniche e dell'Europa centro-settentrionale (escluse quindi le spagnole e le italiane) si sarebbero originate da rifugi localizzati nell'Europa centrale, in particolare a partire dal versante settentrionale dell'arco alpino (soprattutto dal settore orientale), dalla pianura ungherese e dalla regione danubiana, mentre le popolazioni italiane deriverebbero da rifugi posti nell'Italia centro-meridionale. Tuttavia, i risultati ottenuti dall'analisi del DNA mitocondriale non evidenziano alcuna differenziazione della popolazione appenninica rispetto alle alpine, al contrario di ciò che emerge utilizzando invece gli isoenzimi come marcatori genetici, il che conferma l'importanza dell'integrazione dei dati ottenuti dall'utilizzo di diverse classi di marcatori genetici per ottenere informazioni più articolate e complete (Puglisi, 1995).

#### 4. CONCLUSIONI

I risultati sopra esposti costituiscono un significativo avanzamento delle conoscenze disponibili su questa specie, se si considera che fino all'inizio di questa indagine popolazioni rappresentative dell'areale italiano non erano mai state confrontate con popolazioni di altri Paesi, e consentono la messa a punto di più accurati programmi di conservazione delle sue risorse genetiche. Sono attualmente in corso analisi su altre popolazioni europee ed asiatiche.



Figura 1. Ubicazione delle popolazioni studiate. I punti di colore blu indicano le popolazioni italiane, quelli di colore rosso le popolazioni di altri Paesi.  
 Figure 1. Location of the studied populations. Blue points refer to Italian populations, red points refer to populations from other countries.  
 Figure 1. Localisation des populations prises en considération. Les points en bleu indiquent les populations italiennes, tandis que ceux-ci en rouge indiquent les populations d'autres Pays.



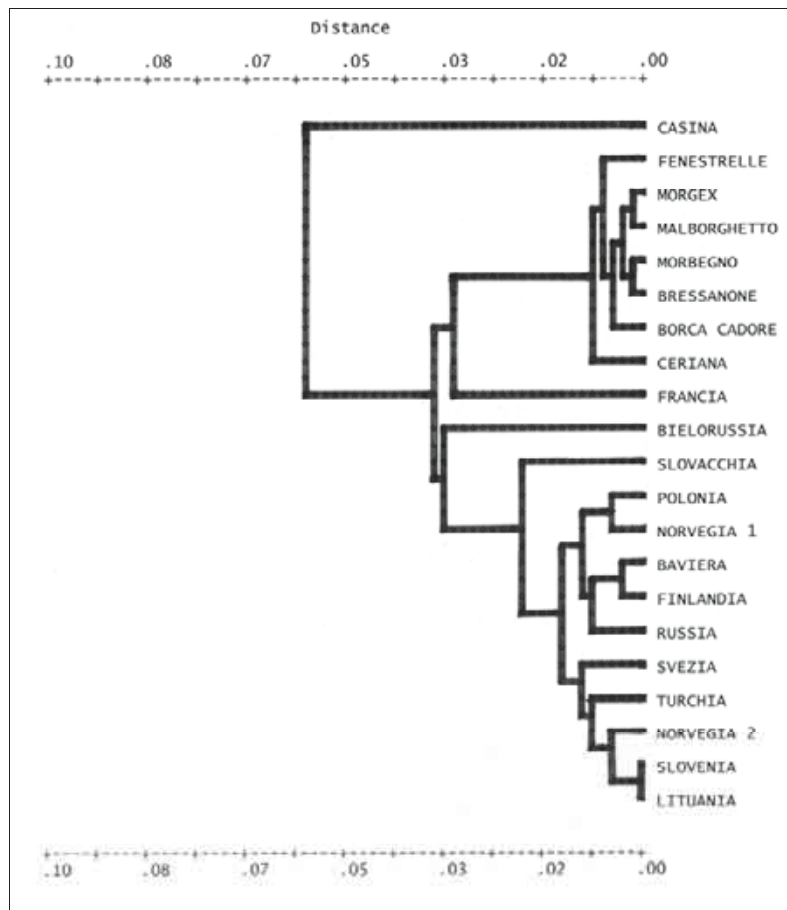


Figura 2. Dendrogramma costruito sulla base dei valori di distanza genetica di Nei con il metodo UPGMA.

Figure 2. Dendrogram constructed on the basis of Nei's genetic distance values with the UPGMA method.

Figure 2. Dendrogramme créé en se basant sur des valeurs de distance génétique de Nei par la méthode UPGMA.

<i>Località</i>	<i>Latitudine (N)</i>	<i>Longitudine (E)</i>	<i>Altitudine (m)</i>	<i>Regione o Paese</i>
1 Casina	44°30'	10°27'	450	Emilia Romagna
2 Ceriana	43°55'	07°46'	1000	Liguria
3 Fenestrelle	45°02'	07°04'	1300 - 1750	Piemonte
4 Morgex	45°46'	07°00'	1000 - 1400	Valle d'Aosta
5 Morbegno	46°10'	09°36'	250 - 1200	Lombardia
6 Bressanone	46°45'	11°39'	650 - 800	Trentino - Alto Adige
7 Borca di Cadore	46°26'	12°15'	1200	Veneto
8 Malborghetto	46°28'	13°27'	700 - 1000	Friuli - Venezia Giulia
9 La Matte	—	—	—	Francia
10 Mitterteich	49°57'	12°14'	500	Germania (Baviera)
11 Ilirska Bistrica	45°34'	14°14'	400	Slovenia
12 Sp. Nová Ves	48°10'	19°21'	150	Slovacchia
13 Debica	50°03'	21°24'	200	Polonia
14 Målilla	57°22'	15°38'	170	Svezia
15 Rendalen	61°53'	11°04'	500	Norvegia 1
16 Sør-Varanger	69°43'	30°02'	60	Norvegia 2
17 Tammisaari	60°02'	23°03'	40	Finlandia
18 Serebryanskoe	58°50'	29°07'	60	Russia
19 Santakos	55°01'	24°30'	80	Lituania
20 Mogilev	53°54'	30°14'	200	Bielorussia
21 Akdağmadeni	39°34'	35°51'	1700	Turchia

Tabella 1. Origine geografica delle popolazioni studiate.

Table 1. Geographic origin of the investigated populations.

Tableau 1. Origine géographique des populations étudiées.



## SUMMARY

### GENETIC DIVERSITY AND DIFFERENTIATION IN SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.): A COMPARISON BETWEEN ITALIAN AND FOREIGN POPULATIONS

The natural range extent and the long evolutionary history of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) have caused a large intraspecific genetic variation. Within a research whose aim is to compare eight Italian populations with numerous populations representative of other Eurasian geographic regions, some preliminary results are shown regarding the comparison between the Italian populations - previously surveyed - and 13 foreign populations. The used technique is isozyme analysis carried out through horizontal starch gel electrophoresis. Genetic distance values highlight that the sharp differentiation of a relict and isolated population located in the Emilian Apennine, previously observed within the Italian range, is confirmed also on a much wider geographic scale, since it is by far the most differentiated population of all the surveyed ones. These results confirm that this small and autochthonous stand is an important genetic resource: its remarkable differentiation reveals a different evolutionary history and/or a different origin (glacial refugium). The observed features make it necessary to resort to specific protection and management measures for the preservation of this population, which are examined together with the silvicultural treatments which could better guarantee its *in situ* conservation by helping the settlement and development of natural regeneration. This study allows a significant advance in the knowledge on Scots pine, since it is the first research which compares Italian populations with populations from the remaining range, therefore making it possible the drafting of more accurate programmes of genetic resource conservation. Some hypotheses on the postglacial recolonization routes followed by this species are also discussed.

## RÉSUMÉ

### LES DIVERSITES ET LA DIFFERENCIACION GENETIQUE DANS LE PIN SYLVESTRE (*PINUS SYLVESTRIS* L.): UNE COMPARAISON ENTRE LES POPULATIONS ITALIENNES ET CELLES ETRANGERES

L'extension des lieux d'origine et la longue histoire évolutive du pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) ont donné lieu à une grande variabilité génétique à l'intérieur de la même espèce. Dans le domaine d'une enquête qui a le but de faire une comparaison entre huit populations italiennes et d'autres nombreuses populations représentatives d'autres régions géographiques euro-asiatiques, on illustre des résultats préliminaires relatifs à la comparaison entre les populations italiennes - qu'on a déjà étudiées autrefois - et 13 populations étrangères. On a utilisé la technique de l'analyse isoenzymatique, réalisée par une électrophorèse horizontale sur une base de gel d'amidon. Les valeurs de distance génétique qu'on a observés mettent en évidence que la nette différenciation d'une population restante et

isolée existant sur l'Apennin Emilien, déjà observée précédemment dans les limites du territoire italien, est confirmé aussi dans une échelle géographique beaucoup plus significative, cette population étant la plus différenciée en absolu. Les résultats qu'on a obtenus confirment que ce petit peuplement autochtone est une importante ressource génétique; sa différenciation remarquable révèle une histoire évolutive différente et/ou une origine différente (abri glacial). Les caractéristiques observées rendent nécessaire l'adoption de certaines mesures de protection et de gestion pour préserver le noyau de l'Apennin, lesquelles sont analysées avec les traitements de culture des bois qui pourraient mieux en garantir la conservation *in situ*, en favorisant l'implantation et le développement d'un reboisement naturel. Cet essai rend possible un progrès remarquable à propos du pin sylvestre, étant donné qu'il s'agit de la première enquête qui met en comparaison les populations italiennes et celles de la partie restante du territoire, en permettant une planification plus soignée des programmes de conservation des ressources génétiques. En se fondant sur les résultats obtenus, on débat aussi sur des hypothèses concernant les modalités de recolonisation que cette espèce a suivie dans le période post-glacial.

## BIBLIOGRAFIA

- Agostini R., 1972 - *Significato e lineamenti delle pinete relitte di pino silvestre (Pinus sylvestris L.) dell'Appennino emiliano*. Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, 21: 171-211.
- Belletti P., Gullace S., 1999 - *Biodiversità e struttura genetica in popolazioni di pino cembro e pino silvestre dell'arco alpino occidentale*. Sherwood, 5: 11-16.
- Belletti P., Monteleone I., Terzuolo P.G., Brenta P.P., 2002 - *Variabilità genetica e differenziazione tra popolazioni alpine e collinari di pino silvestre in Piemonte*. Monti e Boschi, 53: 25-30.
- Bernetti G., 1995 - *Selvicoltura speciale*. UTET, Torino.
- Boratyński A., 1991 - *Range of natural distribution*. In: «Genetics of Scots pine», a cura di M. Giertych, Cs. Mátyás. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo, p. 19-30.
- Cheddadi R., Vendramin G.G., Litt T., François L., Kageyama M., Lorentz S., Laurent J.M., de Beaulieu J.L., Sadori L., Jost A., Lunt D., 2006 - *Imprints of glacial refugia in the modern genetic diversity of Pinus sylvestris L.* Global Ecology and Biogeography, 15: 271-282.
- Hamrick J.L., Godt M.J.W., Sherman-Broyles S.L., 1992 - *Factors influencing levels of genetic diversity in woody plant species*. New Forests, 6: 95-124.
- Mirov N.T., 1967 - *The genus Pinus*. The Ronald Press Company, New York.
- Morandini R., Magini E., 1975 - *Il materiale forestale di propagazione in Italia*. Collana Verde n. 34, Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Roma.
- Molotkov P.I., Patlaj I.N., 1991 - *Systematic position within the genus Pinus and intraspecific taxonomy*. In: «Genetics of Scots pine», a cura di M. Giertych, Cs. Mátyás. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo, p. 31-40.
- Müller-Starck G., Gregorius H.R., 1988 - *Analysis of mating systems in forest trees*. In: Proceedings of the «Second international conference on quantitative genetics», a cura

- di B.S. Weir, E.J. Elsen, M.M. Goodman, G. Namkoong. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, p. 573-594.
- Nei M., 1978 - *Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals*. Genetics, 89: 583-590.
- Puglisi S., 1995 - *Gene conservation in pine species*. Forest Genetics, 2: 145-153.
- Puglisi S., 2004 - *Variabilità genetica di popolazioni italiane di pino silvestre (Pinus sylvestris L.): aspetti gestionali e selvicolturali - Parte II*. L'Italia Forestale e Montana, 59: 15-24.
- Puglisi S., Attolico M., 2000 - *Allozyme variation in natural populations of the Italian range of Pinus sylvestris L.* Forest Genetics, 7: 221-232.
- Puglisi S., Lovreglio R., Attolico M., 1999 - *Subpopulation differentiation along elevational transects within two Italian populations of Scots pine (Pinus sylvestris L.)*. Forest Genetics, 6: 247-256.
- Sneath P.H.A., Sokal R.R., 1973 - *Numerical taxonomy*. W.H. Freeman and Co., San Francisco, Calif.
- Swofford D.L., Selander R.B., 1989 - *BIOSYS-1 - A Computer Program for the Analysis of Allelic Variation in Population Genetics and Biochemical Systematics*. Illinois Natural History Survey.
- Wright S., 1922 - *Coefficients of inbreeding and relationship*. American Naturalist, 56: 330-338.

## NUOVE TIPOLOGIE DI MONUMENTI ARBOREI IN SICILIA

(\*) Dipartimento di Scienze Botaniche, Università degli Studi di Palermo

Con riferimento ai monumenti arborei, gli autori propongono nuove tipologie che, oltre alla singola pianta, identificano gruppi, popolamenti e formazioni. Vengono riportati alcuni esempi di espressioni forestali monumentali, riconducibili alle sopraindicate tipologie riscontrate in Sicilia.

*Parole chiave:* monumenti arborei, classificazione tipologica, Sicilia.

*Key words:* monumental trees, typological classification, Sicily.

*Mots clés:* arbres monumentaux, classification typologique, Sicile.

### 1. PREMESSA

L'attenzione nei riguardi del patrimonio forestale avente carattere monumentale, fino ad oggi, è stata prevalentemente indirizzata su singoli elementi arborei. In particolare, sono stati considerati i grandi alberi, prescindendo dal relativo contesto, sia di ambito silvano, agricolo e ornamentale. In merito, notevole è la letteratura prodotta negli ultimi anni e non solo in Italia. Gli stessi autori hanno effettuato in Sicilia censimenti (Schicchi e Raimondo, 1999; Schicchi *et al.*, 2000; Schicchi e Raimondo, 2005; Schicchi e Raimondo, 2007a; Schicchi e Raimondo, 2007b) che hanno permesso di individuare 615 piante, monumentali per età, dimensioni, forma, portamento e rarità botanica, nonché per il loro legame con l'arte, la letteratura, la storia, le tradizioni locali e il paesaggio circostante. Trattasi di straordinari esemplari di specie indigene, selvatiche o coltivate, afferenti ai generi *Abies*, *Acer*, *Arbutus*, *Betula*, *Castanea*, *Celtis*, *Ceratonia*, *Crataegus*, *Cupressus*, *Genista*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Ilex*, *Malus*, *Myrtus*, *Olea*, *Ostrya*, *Phillyrea*, *Pistacia*, *Pinus*, *Populus*, *Prunus*, *Pyrus*, *Quercus* e *Taxus*. Anche in questi casi, salvo esempi rappresentativi di nuclei arborei monumentali della stessa specie – come gli agrifogli di Piano Pomo (Madonie) – manca un'attenzione diffusa verso una tipologia d'insieme.

### 2. METODOLOGIA

Gli autori propongono una più articolata classificazione della monumentalità degli elementi arborei, definendo nuove tipologie che prescindono dalla singola pianta isolata e che si riferiscono anche ad insiemi, indicati come “gruppo”, “popolamento” e “formazione”. La prima tipologia verrebbe ad includere i casi con pochi esemplari monumentali di una stessa specie concentrati in uno spazio limitato (filare o superficie inferiore ad un ettaro); alla seconda tipologia verrebbero riferiti i casi con numerosi esemplari di una stessa specie concentrati su una superficie superiore ad un ettaro; la terza tipologia verrebbe a comprendere i casi con numerosi esemplari monumentali di specie diverse distribuiti su una superficie sempre superiore ad un ettaro.

Per il censimento delle suddette tipologie monumentali potrà essere utilizzata la scheda di rilevamento proposta da Schicchi e Raimondo (1999), opportunamente modificata e integrata di una ulteriore voce inerente alla composizione dell'insieme e alla sua struttura che va adattata, caso per caso, ai componenti del “gruppo”, del “popolamento” e della “formazione”.

### 3. CASI ESEMPLIFICATIVI RILEVATI IN SICILIA

Sulla base di quanto esplicitato, sono state rilevate espressioni forestali monumentali, riconducibili alle tipologie sopraindicate, in alcuni contesti geografici della Sicilia.

In questo contributo vengono presentati alcuni nuclei forestali con grandi alberi, localizzati rispettivamente nei comprensori delle Madonie, Nebrodi e Sicani.

Relativamente al primo comprensorio vengono segnalati:  
– il “popolamento monumentale” della residua fustaia di leccio (*Quercus ilex* L.) di Piano Zucchi (Isnello) – toponimo che nel linguaggio locale ricorda il carattere monumentale della preesistente foresta – in cui sopravvivono tuttora diversi esemplari plurisecolari (Foto 1), i più grandi dei quali possiedono una circonferenza a petto d'uomo compresa tra 4 e 7,5 m ed un diametro della chioma di circa 20 metri (Schicchi e Raimondo, 2007b);  
– il “popolamento monumentale” di agrifogli di Piano Pomo (Castelbuono/Petralia Sottana) che rappresenta uno dei più significativi resti dell'antica foresta terziaria (Foto 2). Piano Pomo possiede al suo interno un microclima ben diverso da quello circostante, anche per l'accentuata umidità e la luce attenuata, nel quale gli agrifogli crescono vigorosi. Si tratta complessivamente di 317 piante, di oltre 300 anni di età, suddivise in cinque superbi nuclei, distribuite su circa un ettaro di superficie. Come riporta Di Martino (1971), il primo nucleo comprende 225 piante, alte da 15 a 19 metri e con circonferenza a petto d'uomo compresa tra 1 e 3 metri. Nell'ambito di questo nucleo figura una vetusta ceppaia sormontata da dieci polloni, saldati tra loro in più punti, avente un perimetro basale di circa 10,50 m (Schicchi e Raimondo, 2007b). Il secondo nucleo comprende 76 piante, all'interno del quale si rinviene l'esemplare più appariscente, alto circa 18 m e con circonferenza di circa 5 metri. Gli altri tre nuclei sono costituiti da un numero inferiore di piante;  
– la “formazione monumentale” corrispondente al bosco misto di rovere meridionale (*Quercus petraea* subsp. *austrotyrrhenica* Brullo, R. Guarino e Siracusa) ed agrifoglio (*Ilex aquifolium* L.) di Pomieri (Petralia Sottana), biotopo di circa 400 ettari interessato per quasi tutto l'anno dallo stazionamento di nebbie che determinano un peculiare microclima di tipo temperato umido con marcato carattere oceanico (Foto 3). In alcuni ambiti tale vegetazione assume caratteri di monumentalità per la diffusa presenza di individui plurisecolari di rovere (38 individui) con circonferenza massima del tronco fino ad 8 metri e di circa

400-700 anni di età, e di faggio (*Fagus sylvatica* L.), acero montano (*Acer pseudoplatanus* L.), acero campestre (*Acer campestre* L.), rispettivamente con quattordici, due e un esemplare (Schicchi *et al.*, 2000);

– la “formazione monumentale” di querce caducifoglie e faggio, localizzata tra Cozzo Luminario, Pizzo Stefano, Piano del Riposo (Castelbuono/Petralia Sottana). Essa è costituita da numerose roveri plurisecolari, con circonferenze del tronco a petto d'uomo comprese tra 4 e 5,60 m; da alcuni individui di quercia congesta (*Quercus congesta* Presl), il più grande dei quali ha una circonferenza massima del tronco di oltre 8 m; da un ragguardevole esemplare di melo selvatico (*Malus sylvestris* L.) e da due di faggio. Questi ultimi, tra i più grandi delle Madonie, sono quasi a contatto con il popolamento monumentale di agrifoglio;

– le “formazioni monumentali” di querce caducifoglie di Gibilmanna (Cefalù) e delle contrade Orippotto e Montaspro (Isnello), contraddistinte da numerosi individui afferenti alle varie forme di roverella ed in particolare alla quercia virgiliana [*Quercus virgiliana* (Ten.) Ten.], alla quercia di Dalechamp (*Quercus dalechampii* Ten.), alla quercia amplifolia (*Quercus amplifolia* Guss.) e alla quercia congesta;

– il “popolamento monumentale” di roverelle [*Quercus virgiliana* (Ten.) Ten. e *Quercus dalechampii* Ten.] di Valle dell'Inferno (Castelbuono) (Foto 5), in cui la continuità del manto forestale viene interrotta dalle imponenti chiome di decine di alberi, ben visibili anche a distanza. Particolarmente degno di nota è una maestosa roverella – con circonferenza massima del tronco di 10,40 m e di oltre 1000 anni di età – che, con molta probabilità, può essere considerata la più grande o tra le più grandi roverelle d'Italia (Schicchi e Raimondo, 2007b).

Con riferimento al territorio dei Nebrodi, sono da segnalare due “gruppi monumentali”, rispettivamente di acero montano e di tasso, presenti nell'ambito del Bosco Tassita (Caronia). Il primo è costituito da quattro individui, localizzati in una piccola depressione sul versante settentrionale di Monte Pomiere, che per l'età e le dimensioni raggiunte assumono caratteri di straordinarietà rispetto a quelli di altri contesti, sia dello stesso territorio che di differenti zone della Sicilia; il secondo è localizzato nel “cuore” di Bosco Tassita e comprende quattro annosi tassi, dai tozzi tronchi ramosi, con circonferenze del fusto variabili da 3,3 e 4,2 m.

Nel territorio dei Monti Sicani, un “popolamento monumentale” con notevole incidenza di grandi roverelle (Foto 6) è quello del Bosco Rifesi (Palazzo Adriano, Palermo) la cui antichità è documentata da Andrea Bivona in un volume del 1845 “Sulla coltura de' boschi della provincia di Palermo” nel quale si riporta come ... *le querce, che lo compongono, lo rendono al certo uno de' più maestosi boschi della provincia*. In particolare, è ancora possibile notare trentacinque roverelle [*Quercus virgiliana* (Ten.) Ten.] plurisecolari con circonferenza massima del fusto variabile da 4 a 7,5 m.

#### 4. CONCLUSIONI

Le espressioni forestali monumentali segnalate, classificate secondo le tipologie proposte, costituiscono un primo campione significativo e, nello stesso tempo, rappresentativo del patrimonio vegetale monumentale tuttora esistente in Sicilia. Tale patrimonio costituisce un “museo a cielo aperto”

di rilevante interesse storico, naturalistico, forestale, paesaggistico, biologico e genetico; autentiche risorse per il territorio e la società a supporto delle attività economiche ecosostenibili. Gruppi, popolamenti e formazioni sono elementi preziosi per la comprensione del paesaggio vegetale attuale che, quasi sempre, è il risultato della lunga interazione tra le componenti antropiche e quelle naturali. Essi, pertanto, rappresentano segni tangibili della storia naturale dei luoghi in cui sono localizzati e, in connessione antropologica, delle civiltà che vi hanno operato, generalmente con attività tradizionali di tipo agro-silvo-pastorale. Con riferimento agli aspetti selvicolturali, inoltre, le conoscenze ecologiche e distributive acquisite sulle nuove tipologie, permetteranno di avere a disposizione utili modelli di riferimento per il recupero e/o la rinaturalizzazione di boschi degradati per varie cause e per la riqualificazione della vivaistica regionale. Quest'ultima dovrà mettere a disposizione degli operatori materiale vegetale di specie autoctone, proveniente da ecotipi locali rappresentativi delle condizioni microclimatiche dei diversi ambiti territoriali.



Foto 1. “Individuo monumentale” della residua fustaia di leccio di Piano Zucchi (Madonie, Palermo).

Photo 1. “Monumental individual” of the residual high forest of Holly oak in Piano Zucchi (Madonie, Palermo).

Photographie 1. “Exemplaire monumentale” du reste de la fustaie de chêne liege in Piano Zucchi (Madonie, Palerme).



Foto 2. “Popolamento monumentale” di agrifoglio di Piano Pomo (Madonie, Palermo).

Photo 2. “Monumental population” of Holly in Piano Pomo (Madonie, Palermo).

Photographie 2. “Population monumentale” de houx commun près Piano Pomo (Madonie, Palerme).





Foto 3. “Formazione monumentale” corrispondente al bosco misto di rovere meridionale ed agrifoglio di Pomieri (Madonie, Palermo).  
 Photo 3. “Monumental wood” corresponding to the mixed wood of Durmast oak and Holly in Pomieri locality (Madonie, Palermo).  
 Photographie 3. “Bois monumental” correspondant au bois mixte de chêne sessile et houx commun, près la localité Pomiere (Madonie, Palerme).



Foto 4. Esemplare del “Gruppo monumentale” di acero montano nell’ambito del Bosco Tassita (Nebrodi, Messina).  
 Photo 4. Specimen of the “monumental group” of Sycamore maple in the Bosco Tassita (Nebrodi Mts, Messina).  
 Photographie 4. Exempleire du “groupe monumental” de erable sycamore dans le bois Tassita (Monts Nebrodi, Messine).



Foto 5. Elementi rappresentativi del “popolamento monumentale” di roverella di Valle dell’Inferno (Madonie, Palermo).  
 Photo 5. Representative trees of the “monumental population” of Downy oak in Valle dell’Inferno (Madonie, Palermo).  
 Photographie 5. Arbres représentants de la “population monumentale” de chêne blanc dans la Valle dell’Inferno (Madonie, Palerme).



Foto 6. Roverella bitorzoluta del “popolamento monumentale” di Bosco Rifesi (Monti Sicani, Palermo).  
 Photo 6. Lumpy Downy oak of the “monumental population” of Bosco Rifesi (Sicani Mts, Palermo).  
 Photographie 6. Grumeleux chêne blanc de la “population monumentale” près Bosco Rifesi (Monts Sicani, Palerme).



## SUMMARY

### NEW TYPOLOGIES OF MONUMENTAL TREES IN SICILY

With reference to monumental trees, the authors suggest new typologies that, over the single plant, identify groups, populations and formations. Some examples of monumental cases occurring in Sicily are reported.

## RÉSUMÉ

### NOUVELLES TYPOLOGIES DES ARBRES MONUMENTAUX EN SICILE

Concernant les arbres monumentaux, les auteurs proposent nouvelles typologies qui, outre l'individuelle plante, ils identifient des groupes, des populations et des formations. Ils sont rapportés quelques exemples d'expressions forestières monumentales, des indiquées c-dessus typologies relevées en Sicile.

## BIBLIOGRAFIA

Bivona A., 1845 – *Sulla coltura de' boschi della provincia di Palermo*. Stamperia di F. Solli, Palermo.

Di Martino A., 1971 – *Gli Ilex aquifolium di Piano Pomo*. Lav. Ist. Bot. Giard. Col. Palermo, 25: 28-36.

Ilardi V., Schicchi R., Raimondo F.M., 2000 – *Gli alberi monumentali della Tassita dei Nebrodi*. Quad. Bot. Amb. Appl., 8 (1997): 127-137.

Schicchi R. e Raimondo F.M., 1999 – *Contributo alla conoscenza degli alberi monumentali delle Madonie (Sicilia centro-settentrionale)*. Naturalista sicil., s. 4, 23 (1-2): 229-314.

Schicchi R. e Raimondo F.M., 2005 – *Schede per il censimento degli alberi monumentali di Sicilia 1-10*. Quad. Bot. Amb. Appl., 16 (2005).

Schicchi R., Mangione M., Dia M.G., Raimondo F.M., 2000 – *Un nuovo modello di gestione per il biotopo "Querceti di Pomieri, Piano Farina e Piano Costantino" (Parco delle Madonie, Sicilia)*. Quad. Bot. Amb. Appl., 8 (1997): 65-100.

Schicchi R., Raimondo F.M. 2007a – *I grandi alberi di Sicilia*. Azienda Foreste demaniali della Sicilia, Collana Sicilia Foreste, Palermo. Pp. 312.

Schicchi R., Raimondo F.M. 2007b – *Gli Alberi monumentali delle Madonie*. Dipartimento Scienze Botaniche, Palermo. Pp. 143.

## BIODIVERSITÀ E CONSERVAZIONE DEL GERMOPLASMA AGRARIO E FORESTALE NEL DEMANIO FORESTALE REGIONALE IN SICILIA

(\*) Regione Siciliana. Assessorato Agricoltura e Foreste, Dipartimento Azienda Regionale Foreste Demaniali, Ufficio Provinciale di Caltanissetta

In Sicilia è presente una notevolissima biodiversità vegetale, con oltre 2700 taxa specifici e infraspecifici, di cui circa 400 endemici, molti a rischio estinzione. L'Azienda Regionale Foreste Demaniali (ARFD), che gestisce circa 180.000 ha di boschi demaniali regionali, ha istituzionalmente svolto un'azione di conservazione indiretta di tale biodiversità. Attraverso la demanializzazione di vasti sistemi boscati si è realizzata una vera e propria conservazione *in situ*, soprattutto per numerose specie prioritarie considerate a rischio nella flora vascolare dell'isola, come *Abies nebrodensis* e *Zelkova sicula*.

Negli ultimi anni, l'Azienda ha inoltre svolto delle attività di studio sulla variabilità genetica del patrimonio forestale ed agrario regionale e ha realizzato due Centri per il Germoplasma per la conservazione *ex situ*. L'obiettivo è la creazione di una "Rete Siciliana di Banche del germoplasma per la conservazione *ex situ* della flora spontanea".

*Parole chiave:* Sicilia, proprietà pubblica, biodiversità, lista rossa, specie relitte, conservazione *in situ*, conservazione *ex situ*.

*Key words:* Sicily, public property, biodiversity, red list, relic species, *in situ* conservation, *ex situ* conservation.

*Mots clés:* Sicile, propriété publique, biodiversité, liste rouge, espèces reliques, conservation *in situ*, conservation *ex situ*.

### 1. PREMESSA

L'attività dell'Azienda Regionale delle Foreste Demaniali della regione Sicilia (AFDRS), ha permesso la costituzione di un notevole patrimonio forestale demaniale regionale, che è passato dai 4.550 ha del 1947 ai 168.552 ha attuali (Saporito *et al.*, 2002), cui si aggiungono 8.484 ha di proprietà comunali o altri Enti, affidati in gestione. Si tratta di una superficie consistente, considerato che i dati dell'ultimo I.N.F.C. indicano, per la regione, 365.224 ha (ISAFSA, 2006) di boschi ed aree a vegetazione naturale.

Tali superfici demaniali sono variamente distribuite nel territorio regionale (A.R.F.D., 2002), incentrandosi sui principali sistemi montuosi dell'isola (Madonie, Nebrodi, Etna. Erei, Iblei, Monti di Palermo), anche se con una certa frammentazione (Fig. 1).

Si tratta di aree spesso di notevole interesse naturalistico, tanto che circa 53.000 ha di demanio ricadono in parchi regionali e circa 100.000 ha in S.I.C. (Siti di Importanza Comunitaria) e Z.P.S. (Zone di Protezione Speciale), della rete europea *Natura 2000*. L'Azienda gestisce inoltre 33 Riserve Naturali Orientate per un territorio di 70.440 ha, di cui 43.486 ha in zona "A" ed 26.958 ha in zona "B" (Fig. 2).

Quale gestore di una così vasta superficie di boschi ed aree di interesse naturalistico, il Dipartimento AFDRS ha svolto un'azione di conservazione indiretta della biodiversità vegetale in Sicilia, realizzando una vera e propria azione di conservazione *in situ*, interessando spesso specie endemiche. Inoltre, negli ultimi anni, con l'affermarsi di una dottrina conservazionista, l'Azienda ha promosso una serie di iniziative specifiche per la conoscenza e la conservazione della biodiversità vegetale della regione.

### 2. LA BIODIVERSITÀ VEGETALE IN SICILIA

La Sicilia, punto di incontro di tre diversi continenti, Africa, Europa ed Asia medio orientale, presenta una notevole

le biodiversità vegetale. Si stima che la flora vascolare spontanea dell'isola comprenda attualmente circa 2.700 taxa specifici e infraspecifici, di cui circa 400 endemici, il che fa della regione una delle aree più ricche di biodiversità dell'intero bacino del Mediterraneo (Raimondo *et al.*, 2001). Purtroppo oltre 750 taxa, pari al 27% circa dell'intera flora sicula, sono considerate a rischio, avendo subito, i loro habitat, una drastica riduzione per la pressione antropica.

Numerose sono le specie di ambienti forestali che presentano pericoli di ulteriore rarefazione delle popolazioni, di erosione o deriva genetica, con conseguente rischio di estinzione (Saporito, 2001). Fra queste particolarmente emblematiche per la limitatezza e l'uniformità genetica delle popolazioni, si citano l'*Abies nebrodensis* sui Monti Madonie (Pa) e la *Zelkova sicula* sui Monti Iblei (Sr).

Fra le popolazioni di specie più o meno isolate, o a rischio di ulteriore contrazione della distribuzione, si possono citare il popolamento naturale di *Pinus halepensis* della Riserva Naturale Orientata "Pineta di Vittoria" (Rg), i nuclei di *Taxus baccata* sui Monti Nebrodi, la residua popolazione di *Ulmus montana* nei Monti Madonie, *Platanus orientalis*, della Valle dell'Anapo (Sr). Fra le specie forestali le cui popolazioni sono ormai discontinue e marginali nell'areale, si ricordano *Quercus petraea*, in località Bosco Pomieri e *Ilex aquifolium* in località Piano Pomo, entrambi dei Monti Madonie.

In alcuni casi, ci si trova di fronte a specie a grande areale di diffusione, ma le cui popolazioni isolate possono presentare, in relazione all'isolamento geografico che le ha interessate, evidenti diversità genetiche. In tale elenco si includono il faggio, in Sicilia al limite meridionale del proprio areale; la roverella, con una notevole variabilità e biotipi (*Quercus virgiliana*, *Q. congesta*, *Q. dalechampii*, *Q. amplifolia*); il cerro, con biotipi ascritti a livello di specie (*Quercus gussonei*) ed ibridi con la sughera (*Quercus fontanesii*); la sughera, con biotipi che vegetano in condizioni

termo-udometriche notevolmente differenti (Saporito, 1999); il pino laricio e la betulla dell'Etna, di notevole interesse per le caratteristiche ecologiche e la capacità di colonizzazione delle lave; il pino marittimo di Pantelleria, che costituisce un nucleo isolato nell'areale della specie.

Accanto ad una biodiversità vegetale naturale, è presente in Sicilia, come in tutte le aree antropizzate e coltivate fin da epoca remota, anche una notevole biodiversità delle specie agrarie. Si ritrova, infatti, una grande varietà di specie erbacee ed arboree da frutto, che nel tempo sono state selezionate nell'ambito di forme di agricoltura tradizionali e poco intensive, secondo modelli ormai quasi completamente scomparsi.

### 3. LE AZIONI INTRAPRESE

Il Dipartimento AFDRS ha inizialmente sviluppato delle attività di salvaguardia e tutela degli ambienti a notevole naturalità dell'isola, in cui sono presenti endemismi, specie relitte od a rischio estinzione, nonché ecotipi caratterizzanti particolari ecosistemi. Una azione significativa è stata quella di procedere alla demanializzazione di territori a notevole naturalità, in cui la conservazione dell'ambiente e degli ecosistemi equivaleva, indirettamente, alla salvaguardia della biodiversità vegetale. Si fa riferimento ad aree in cui erano presenti endemismi di grande interesse, sia forestali che erbacei od arbustivi di ambienti diversi.

A tale attività di conservazione *in situ*, si sono affiancate azioni per lo sviluppo di una strategia di più ampio respiro, attraverso:

- lo sviluppo di ulteriori e specifiche attività di conoscenza della biodiversità forestale regionale;
- la realizzazione, nell'ambito del Dipartimento Azienda, di due Centri Pubblici per il germoplasma da inserire in un "sistema" regionale;
- l'indirizzo della gestione dei boschi demaniali, delle R.N.O. affidate, dei S.I.C. e dei Z.P.S. ricadenti in aree demaniali, verso un criterio di sostenibilità e di difesa della biodiversità.

Tali iniziative sono state possibili grazie all'attivazione di una specifica Misura del P.O.R. Sicilia 2000-2006, intitolata "Sistemi Integrati ad Alta Naturalità", finalizzata alla raccolta, conservazione e moltiplicazione di germoplasma delle specie vegetali autoctone di interesse forestale e agrario, nei territori della Rete Ecologica Regionale (R.E.S.).

### 4. IL CONTRIBUTO ALL'ATTIVITÀ DI CONOSCENZA E STUDIO

Il Dipartimento ha realizzato diverse azioni finalizzate alla conoscenza del germoplasma forestale ed agrario siciliano, nonché delle relative problematiche di propagazione e diffusione, attraverso lo sviluppo di:

- un programma di ricerca su "*Valutazione e conservazione della variabilità del germoplasma forestale in Sicilia*", sviluppato con l'Istituto di Genetica Vegetale del CNR, sezione di Firenze;
- un programma di ricerca per "*L'individuazione, la valutazione e la raccolta del germoplasma delle specie arboree da frutto di prevalente interesse negli agrosistemi tradizionali della Sicilia*", sviluppato con l'Università degli Studi di Palermo, Facoltà di Scienze, Dipartimento di Scienze Botaniche;
- una ricerca su "*Moltiplicazione di germoplasma relativo*

*a specie agrarie e forestali della Sicilia. Ottimizzazione della produzione vivaistica*", sviluppato con l'Università degli Studi di Firenze, Facoltà di Agraria, Dipartimento di Scienze Tecnologiche, Ambientali e Forestali.

Nella ricerca relativa alla variabilità germoplasma forestale, le specie da studiare e da caratterizzare, erano costituite da 5 conifere (*Abies nebrodensis*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Pinus nigra*, ssp. laricio, var. aetnensis, *Taxus baccata*) e 12 latifoglie (*Fagus sylvatica*, *Quercus petraea*, *Quercus cerris*, *Quercus pubescens*, *Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Quercus coccifera*, *Fraxinus ornus*, *Platanus orientalis*, *Ilex aquifolium*, *Betula aetnensis*, *Zelkova sicula*).

Il programma si è sviluppato attraverso la:

- analisi e distribuzione della variabilità genetica inter ed intra-popolazione e dei fattori causa di erosione genetica e/o di estinzione;
- realizzazione di una banca dati sul germoplasma forestale oggetto di conservazione;
- definizione delle procedure di raccolta e conservazione del materiale di propagazione.

I risultati dello studio costituiscono un importante elemento di conoscenza sulla variabilità inter ed intra-popolazione di alcune delle principali specie forestali isolate. La stima della variabilità genetica a livello di specie e la valutazione della sua distribuzione all'interno delle entità sottospecifiche (popolazioni), forniscono indicazioni indispensabili per la conservazione e la salvaguardia del germoplasma, nonché per la scelta dei popolamenti più adatti a fornire il materiale di base, da impiegare negli interventi di rimboschimento e di ripristino ambientale.

Lo studio ha inoltre permesso:

- a) per le specie *endemiche e relitte*, per le quali sono comunque noti i valori di rarità e le indicazioni circa i pericoli e le minacce, che rientrano in specifici elenchi di interesse conservativo e naturalistico, la definizione di specifiche azioni di protezione *in situ* ed *ex situ*;
- b) per le specie con popolazioni ben rappresentate e che per le loro caratteristiche genetiche e la loro presenza in aree di omogeneità ecologica, rappresentano a tutti gli effetti i *serbatoi* genici dove è possibile provvedere alla raccolta di materiale di propagazione noto per la realizzazione di interventi di rimboschimento e di ripristino ambientale: 1) le azioni finalizzate alla conservazione della diversità; 2) i criteri per una corretta gestione ecologico - selvicolturale del patrimonio forestale interessato; 3) la definizione di elementi conoscitivi di base per l'individuazione di nuclei e/o boschi da seme.

La ricerca sul germoplasma frutticolo è stata finalizzata ad aumentare il grado di conoscenza della varietà e variabilità genetica, in specie arboree da frutto caratterizzanti gli agrosistemi tradizionali dell'isola.

Per 23 specie di fruttiferi è stato sviluppato un progetto di ricerca che, attraverso l'individuazione di varietà tipiche dell'arboricoltura da frutto, ne ha studiato la distribuzione e la caratterizzazione tipologica, botanica ed agronomica, i fattori di erosione ed i pericoli di estinzione, sia con riferimento alle entità coltivate che ai progenitori selvatici, la definizione delle azioni e delle procedure di raccolta, di propagazione e di realizzazione di una banca dati.

A conclusione del lavoro, sono state inoltre fornite al Dipartimento 463 accessioni per la conservazione in appo-

site collezioni presso i Centri di Conservazione attivati dal Dipartimento.

È stato sviluppato inoltre, un ulteriore studio finalizzato alla razionalizzazione e lo sviluppo delle attività di moltiplicazione del materiale vegetale interessato, forestale ed agrario.

Anche in questo caso, è stato possibile definire tecniche, modelli e linee di produzione, anche fortemente meccanizzati, più aderenti all'ambito regionale, per una più efficiente propagazione delle specie oggetto di tutela.

#### 5. LA CONSERVAZIONE *IN SITU*

L'ambito di intervento tradizionale e di maggiore efficacia finora realizzato dal Dipartimento è stato quello della conservazione *in situ*, attraverso la demanializzazione e la gestione selvicolturale delle aree interessate. Negli anni '70 è stato il principale mezzo di protezione della natura e degli ambienti naturali dell'isola, anche se conservazione e preservazione degli ambienti naturali erano considerate per singole specie e non per ambienti ecologici, per specie vegetali a forte rischio estinzione, come *Abies nebrodensis*, *Zelkova sicula* e *Platanus orientalis*.

In questo periodo si avvia l'esproprio di boschi, di aree anche non boscate ma di grande interesse naturalistico, comprese dune e pantani costieri, l'acquisizione in gestione di terreni e boschi comunali, che permetteranno la salvaguardia non solo di singole specie vegetali, ma di veri e propri ecosistemi residuali, che avrebbero rischiato di essere distrutti o ulteriormente erosi dalla pressione antropica.

È una conservazione che ha contribuito in maniera determinante alla salvaguardia della biodiversità vegetale dell'isola, ancora prima della istituzione di parchi e riserve regionali, con la formazione di grandi aree demaniali sui monti Madonie, Etna, Nebrodi, Sicani, Iblei e Peloritani.

Dagli anni '80 in poi, tutela ambientale ed azioni di conservazione della natura vengono considerate per sistemi ecologici, anche se si è ancora lontani dal concetto di rete ecologica e la gestione è sempre di tipo selvicoltura e non ambientale. Nell'attuale periodo, concetti legati allo sviluppo ed alla gestione forestale sostenibile, costituiscono i principali elementi per la conservazione *in situ* realizzata dall'Azienda.

#### 6. LA CONSERVAZIONE *EX SITU*. I CENTRI REGIONALI PER IL GERMOPLASMA

La conservazione *ex situ* è stata recentemente sviluppata attraverso la realizzazione di due Centri Regionali per il germoplasma agrario e forestale, in cui sono presenti campi collezione, impianti tecnologici per la raccolta, lavorazione e conservazione di semi forestali ed agrari, laboratori per studi ed analisi agronomico-vegetali, impianti per la moltiplicazione e specifiche sezioni di tipo vivaistico.

I due centri, ormai in fase di avvio della loro attività, sono ubicati in località Marianelli, nella R.N.O. "Pantani di

Vendicari", Noto (Sr) e Valle Maria, nella R.N.O. "Bosco della Ficuzza", Godrano (Pa). Il primo ricade nel piano basale, in area a clima termo-mediterraneo, il secondo in area pedemontana, in clima meso-mediterraneo.

Per le specie forestali, l'attività dei centri sarà indirizzata verso la raccolta, propagazione del materiale vegetale e realizzazione di campi collezione; per le specie di interesse agrario, si intendono avviare analoghe attività, per entità sia erbacee che arboree, caratterizzanti le forme di agricoltura e gli ordinamenti culturali tradizionali non intensivi dell'isola.

I due centri si propongono quali elementi di conservazione della biodiversità delle aree protette della regione gestite dal Dipartimento Azienda e come strutture di riferimento per i territori della Rete Ecologica Siciliana, i parchi regionali, le riserve naturali, S.I.C. e Z.P.S., attraverso le seguenti finalità:

- conservazione *ex situ* di ecotipi od entità genetiche locali;
- realizzazione di banche del germoplasma, attraverso il reperimento, la raccolta, la lavorazione e la conservazione di materiale di propagazione;
- moltiplicazione di entità tipiche del germoplasma isolano, forestale ed agrario;
- didattica, sperimentazione, attività di divulgazione ed assistenza tecnica.

#### 7. VERSO UNA RETE REGIONALE PER LA SALVAGUARDIA DELLA BIODIVERSITÀ

La già citata Misura POR, sviluppata dal Dipartimento, era in parte a titolarità ed in parte a regia regionale; quest'ultima era riservata solo a soggetti pubblici, che hanno potuto accedere ai fondi previsti partecipando ad un bando.

Vari organismi di ricerca hanno avuto finanziati progetti finalizzati a realizzare o proseguire iniziative di conoscenza, raccolta, conservazione e moltiplicazione di patrimoni genetici vegetali tipici della vegetazione e della agricoltura isolana.

La ricchezza e l'interesse per tali iniziative, ha visto il Dipartimento AFDRS proporre la costituzione di una rete regionale per la conservazione e la tutela di tale biodiversità vegetale, che potrebbe prospettarsi come nodo della rete RIBES (*Rete Italiana Banche del germoplasma per la conservazione Ex Situ della flora spontanea italiana*).

I risultati avrebbero una ricaduta considerevole, in quanto si realizzerebbe un'efficace sinergia per la tutela e la gestione della biodiversità vegetale regionale.

Infine, con l'avvio del P.O.R. 2007-2013, si è attivata una Misura di finanziamento a proseguimento delle attività intraprese, non solo per la gestione dei Centri, ma per indirizzare le iniziative dei diversi organismi pubblici di conservazione, per la creazione di una "*Rete Siciliana di Banche del germoplasma per la conservazione ex situ della flora spontanea*".





Figura 1. Distribuzione del demanio forestale regionale (Fonte G.I.S. Dipartimento Azienda).

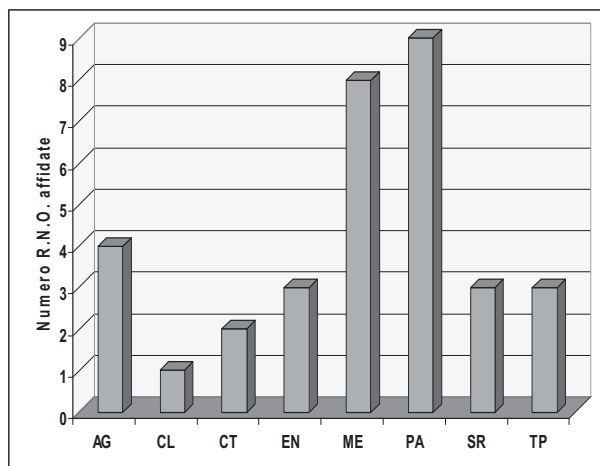


Figura 2. Superficie protetta per provincia, gestita dal Dipartimento Azienda Foreste Demaniali.

## SUMMARY

In Sicily floristic biodiversity is quite remarkable, with more than 2700 specific and infraspecific taxa. About 400 taxa are endemic and many of them are at risk of extinction. The Regional Forest Service (ARFD), that administrates approximately 180.000 hectares of regional forest property, carries out a valuable action of indirect conservation of such biodiversity. Through the incorporation to the public ownership of large forest areas, a true in situ conservation has been pursued, especially concerning several priority taxa included in the Regional Red List, such as *Abies nebrodensis* and *Zelkova sicula*. Moreover, in the last years, ARFD promoted researches focusing on the genetic variability of the regional forest and agriculture heritage and realized two Centres for Germplasm for ex situ conservation. The goal is the establishment of a "Sicilian Network of Germplasm Banks for ex situ conservation of wild flora".

## RÉSUMÉ

La biodiversité végétale en Sicile est très remarquable, avec plus que 2700 taxa spécifiques et infraspécifiques. Environ 400 entités sont des endémiques et beaucoup sont à risque d'extinction. Le Service Régional des Forêts (ARFD), qui administre environ 180.000 hectares de forêts publiques, a institutionnellement accompli une action de conservation indirecte de cette biodiversité. À travers l'acquisition de vastes surfaces boisées, une véritable conservation in situ de la biodiversité végétale sicilienne a été effectuée, surtout pour des espèces prioritaires inscrites dans la Liste Rouge Régionale, comme *Abies nebrodensis* et *Zelkova sicula*. Dans les dernières années, l'ARFD a en outre promu des activités de recherche sur la variabilité génétique du patrimoine forestier et agricole régional et a réalisé deux Centres pour le Germoplasme pour la conservation ex situ. L'objectif est la création d'un «Réseau Sicilien de Banques du germoplasme pour la conservation ex situ de la flore spontanée».

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2007 – *Valutazione e conservazione della variabilità del germoplasma forestale in Sicilia*. Regione Sicilia. Azienda Foreste Demaniali. Collana editoriale Sicilia Foreste, volume n. 35.
- AA. VV., 2004 – *Piano forestale regionale. Linee guida*. Gazzetta Ufficiale della Regione Siciliana (p. i) n. 50 del 19-11-2004 (n. 34).
- Azienda Foreste Demaniali della Regione Siciliana, 2002 – *Carta Forestale del demanio forestale regionale*. Collana Sicilia foreste. Voll. 9 e 9/a. Tipografia Pezzino, Palermo. A cura di Luciano Saporito.
- ISAFSA, 2006 – *Inventario Nazionale delle foreste e dei serbatoi di carbonio*. Roma 2006.
- Regione Sicilia, 2000 – *Programma Operativo Regionale Sicilia 2000/2006*. Assessorato alla Programmazione. Palermo.
- Saporito L., 1999 – *Aspetti ecologici e selvicolturali della quercia da sughero in Sicilia*. Sherwood, Foreste ed Alberi oggi, 51 (5-11).
- Saporito L., Cipolla V., Antinoro S., 2002 – *Il demanio forestale della Regione Siciliana*. Regione Sicilia. Azienda Foreste Demaniali. Collana editoriale Sicilia Foreste, volume 18.
- Saporito L., 2001 – *Biodiversità e conservazione del germoplasma forestale in Sicilia*. Atti Seminario su "Biodiversità nei paesaggi agrari e forestali". Regione Sicilia. Azienda Foreste Demaniali. Collana editoriale Sicilia Foreste, volume 15.
- Raimondo F.M., Gianguzzi L., Ilardi V., 1994 – *Inventario delle specie a rischio nella flora vascolare nativa della Sicilia*. Quaderni di Botanica Ambientale e Applicata 3, 65-132.
- Raimondo F.M., Schicchi R., Bazan G., 2001 – *Protezione delle specie endemiche minacciate*. Palermo. Iniziativa Comunitaria Interreg II C. Azione pilota ARCHI-MED.



C. SAVERI (\*) - M. LANDI (\*) - F. FRIGNANI (\*\*) - A. NUCCI (\*\*\*)  
I. BONINI (\*\*) - V. DE DOMINICIS (\*\*) - C. ANGIOLINI (\*\*)

## MONITORAGGIO DELLA BIODIVERSITÀ VEGETALE DEL BACINO DEL FOSSO LA BOLZA (SIENA, TOSCANA MERIDIONALE)

(\*) Ufficio Territoriale per la Biodiversità, Corpo Forestale dello Stato, Siena

(\*\*) Dipartimento di Scienze Ambientali, Università degli Studi di Siena

(\*\*\*) Dipartimento di Scienze Botaniche, Università degli Studi di Cagliari

L'attivazione di una convenzione tra l'Università di Siena e l'Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Siena, come previsto nel progetto Life Natura2000 presentato dal Corpo Forestale dello Stato, ha permesso di realizzare uno studio floristico e vegetazionale del bacino del fosso La Bolza. Tale lavoro ha posto le basi per il monitoraggio della biodiversità vegetale secondo quanto riportato nella Direttiva habitat. A questo scopo sono stati georeferenziati 26 rilievi fitosociologici (di superficie definita e standard per ogni tipologia) scelti come i più rappresentativi dei 7 tipi di vegetazione individuati e sono state indicate 18 specie come indicatori ambientali positivi per la conservazione degli habitat. Le tipologie vegetazionali sottoposte a monitoraggio sono: (1) boschi igrofilo degli ambienti di risorgiva con *Alnus glutinosa* e *Osmunda regalis*; (2) boschi igrofilo ripariali ad *Alnus glutinosa* e *Corylus avellana*; (3) boschi mesoigrofilo con *Quercus cerris* e *Carpinus betulus*; (4) cerrete mesofile con *Quercus petraea*; (5) cerrete meso-xerofile con *Erica arborea* e *Quercus cerris*; (6) castagneti termofili subxerici; (7) brughiere a dominanza di *Erica scoparia* e *Calluna vulgaris* comprendenti la pineta a *Pinus pinaster*. Il monitoraggio periodico, realizzato in base alla presenza/assenza e grado di copertura degli indicatori ambientali, insieme alla comparazione strutturale della vegetazione (coperture dello strato arboreo, arbustivo ed erbaceo in percentuale), permetterà di conoscere con precisione le dinamiche in atto nella vegetazione.

Parole chiave: direttiva habitat, fitosociologia, Italia, vegetazione.

Key words: habitats directive, phytosociology, Italy, vegetation.

Mots clés: directive habitats, phytosociologie, Italie, végétation.

### 1. INTRODUZIONE

Le iniziative di tutela e conservazione devono essere sottoposte ad un'azione di monitoraggio per poter valutare il mantenimento (o recupero) dell'ambiente naturale nonché della biodiversità. La stessa Direttiva habitat 92/43/CEE impone ad ogni Stato Membro il monitoraggio dello stato di conservazione delle specie e degli habitat di interesse comunitario; i risultati dovranno essere poi periodicamente comunicati alla Commissione Europea ogni sei anni. Tale monitoraggio deve interessare i siti della rete Natura 2000 e dovrà rilevare, attraverso l'uso di indicatori, l'effettivo conseguimento degli obiettivi di conservazione degli habitat e delle specie indicate nella Direttiva stessa. Anche la regione Toscana, con la legge 56/2000, riporta la necessità di messa a punto dei piani di monitoraggio sugli habitat e sulle specie presenti negli allegati.

Mediante l'attivazione di una convenzione tra il Dipartimento di Scienze Ambientali (Università di Siena) e l'Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Siena, come previsto nel progetto Life Natura2000 presentato dal Corpo Forestale dello Stato, è stato condotto uno studio floristico-vegetazionale in grado di porre le basi per il monitoraggio della biodiversità vegetale del bacino del fosso La Bolza. A tale scopo e per valutare il mantenimento delle tipologie vegetazionali rilevate, sono stati georeferenziati dei rilievi fitosociologici scelti come i più rappresentativi delle tipologie vegetazionali e degli indicatori ambientali positivi (specie vegetali) all'interno del bacino del Fosso La Bolza. Tali rilievi, ripetuti periodicamente, potranno fornire una

soddisfacente valutazione del mantenimento degli habitat e delle specie vegetali proposte come indicatori ambientali.

### 2. AREA DI STUDIO

Il fosso "La Bolza" è compreso nel Sito d'Importanza Comunitaria "Alta Val di Merse" e in parte nella Riserva Biogenetica Statale di Tocchi (Siena, Toscana Meridionale). L'area, inserita nel bacino idrografico del torrente Gonna e quindi del fiume Merse, si estende su di una superficie di ca. 300 ha. Presenta una topografia molto irregolare (altitudine compresa tra 267 e 557 m s.l.m.) percorsa da corsi d'acqua alimentati regolarmente da ambienti risorgivo-palustri. La base geologica è costituita da due litotipi: (i) verrucano - scisti siltosi, arenarie e quarziti; (ii) formazione di Tocchi - breccia ad elementi di argilloscisti in matrice carbonatica, microquarziti e argilloscisti; la reazione del suolo è quindi acida o subacida. La temperatura media annua è di 13,7 °C e la piovosità totale annua di 1043 mm. Il territorio ricade nel bioclima temperato oceanico-semicontinentale e la vegetazione potenziale è rappresentata dai boschi misti decidui riferibili ai *Quercetalia pubescenti-petraeae*.

### 3. METODI

#### 3.1 La vegetazione

Sono stati georeferenziati 26 rilievi fitosociologici (di superficie definita e standard per ogni tipologia) scelti come i più rappresentativi dei 7 tipi di vegetazione rilevati.

Le 7 tipologie vegetazionali (con il relativo *syntaxa* e codice habitat se di interesse Comunitario) per le quali sono stati selezionati i rilievi fitosociologici per il monitoraggio (Fig. 1) sono: (1) boschi igrofilo ripariali degli ambienti di risorgiva con *Alnus glutinosa* e *Osmunda regalis* (*Osmundo-Alnion*) - Cod. 91E0; (2) boschi igrofilo ripariali ad *Alnus glutinosa* e *Corylus avellana* (*Aro italici-Alnetum glutinosae*) - Cod. 91E0; (3) cerrete meso-xerofile con *Erica arborea* e *Quercus cerris* (*Erico arborae-Quercetum cerridis*); (4) boschi mesoigrofilo con *Quercus cerris* e *Carpinus betulus* (*Melico uniflorae-Quercetum cerridis carpinetosum betuli*); (5) cerrete mesofile con *Quercus petraea* (*Physospermo cornubiensis-Quercetum petraeae* e facies a *Fagus sylvatica*); (6) castagneti termofili subxerici (*Arbuto unedi-Castanetum sativae*) - Cod. 9260; (7) brughiere a dominanza di *Erica scoparia* e *Calluna vulgaris* comprendenti la pineta a *Pinus pinaster* (*Tuberario lignosae-Callunetum*).

### 3.2 Le specie vascolari scelte come indicatori ambientali positivi della vegetazione

Sono state poi individuate delle specie come indicatori ambientali positivi per la conservazione degli habitat rilevati. La scelta delle specie per ogni tipologia vegetazionale è stata effettuata selezionando quelle entità che sono considerate caratteristiche dei *syntaxa*, quelle di importanza strutturale o quelle che riflettono un buon grado di naturalità o maturità della vegetazione. Pertanto, nella generalità dei casi, l'incremento o il decremento di queste specie, rispetto a quello pervenuto inizialmente nel rilievo, indica un cambiamento legato ad un miglioramento o peggioramento della qualità ambientale. Di seguito si riportano le specie indicatrici relative alle diverse tipologie vegetazionali: tipo di vegetazione (1) - *Alnus glutinosa*, *Athyrium filix-foemina*, *Hypericum androsaemum*, *Frangula alnus*, *Osmunda regalis*, *Blechnum spicant*, *Carex pallescens* e *Sphagnum* sp.pl.; tipo di vegetazione (2) - *Alnus glutinosa*, *Arum italicum*, *Carex remota* e *Carpinus betulus*; tipo di vegetazione (3) (4) (5) (6) - *Erythronium dens-canis*, *Physospermum cornubiensis*, *Quercus petraea*, *Teucrium scorodonia*, *Hieracium* sp.pl; specie indicatrici della facies a *Fagus sylvatica* - *Ilex aquifolium* e *Fagus sylvatica* (entità considerate relitte o eterotopiche); tipo di vegetazione (7) - *Calluna vulgaris*, *Genista germanica*, *Tuberaria lignosa* e *Molinia arundinacea*. Indicatore ambientale negativo è *Robinia pseudoacacia*.

### 3.3 Le Briofite

Il monitoraggio della flora briologica esteso su tutta l'area di studio avrebbe comportato tempi relativamente lunghi e una notevole perdita di risorse. È stato quindi deciso di monitorare l'ambiente di risorgiva-palustre relativamente all'area in cui ricadono i rilievi 23, 24 e 25 (Fig. 1). Questo ambiente, che è quello con maggiore estensione (ca. 4.000 m<sup>2</sup>), è caratterizzato dal tipo di vegetazione (1) "boschi igrofilo degli ambienti di risorgiva con *Alnus glutinosa* e *Osmunda regalis*" e comprende al suo interno una

elevata ricchezza briologica. Indicatori ambientali positivi per la conservazione di questo habitat sono: *Leucobryum glaucum*, *Eurhynchium striatum*, *Cephalozia bicuspidata* e *Polytrichum formosum* (briofite comuni nei boschi mesofili), *Sphagnum* sp pl.

## 4. PRIMI RISULTATI E CONCLUSIONI

### 4.1 Specie vascolari di particolare interesse fitogeografico

Lo studio della flora, recentemente concluso unitamente a quello fitosociologico e usato come base per l'individuazione di indicatori ambientali positivi, ha messo in evidenza una flora piuttosto ricca e diversificata (Landi et al., 2006); inoltre è emersa la presenza di alcune specie di particolare interesse fitogeografico le cui popolazioni all'interno della area di studio sono state georeferenziate al fine di monitorare nel tempo la loro presenza. Le entità di interesse fitogeografico, secondo lo schema proposto da Mariotti (1990), possono essere divise in: (a) specie rare o con distribuzione frammentaria come *Athyrium filix-foemina*, *Blechnum spicant*, *Erythronium dens-canis* (considerata vulnerabile - VU nella Lista Rossa Regionale), *Carex digitata* e *Frangula alnus*, *Lilium bulbiferum* subsp. *croceum*, *Osmunda regalis* (Landi e Angiolini, 2007) *Lathraea squamaria*, *Scilla bifolia*; (b) specie vicino al limite del loro areale di distribuzione come *Calluna vulgaris*, *Physospermum cornubiense*, *Teucrium scorodonia*, *Tuberaria lignosa* e *Viburnum tinus*; (c) specie endemiche come *Digitalis micrantha*, *Phyteuma scorzonerifolium* e *Scabiosa uniseta*; (d) specie rare nell'area di studio e più in generale in Toscana meridionale come *Isolepis cernua*, *Phyllitis scolopendrium*, *Anagallis minima* e *Radiola linoides*. Mediante le indagini floristiche è stato quindi possibile conoscere la distribuzione delle specie più pregiate dal punto di vista biogeografico o conservazionistico e in alcuni casi sono stati effettuati censimenti che prevedono il conteggio degli individui presenti). L'indagine biologica ha permesso di rilevare 25 muschi e 5 epatiche comprendenti numerose specie sensibili ai cambiamenti ambientali (soprattutto entità temperate, oceaniche e boreali). Sono state rilevate anche due specie di *Sphagnum*, quest'ultimo è stato rilevato in Toscana meridionale solo in un'altra stazione localizzata all'interno del "Bosco del Belgaio, GR" (Bonini et al., 1998).

Obiettivo fondamentale del monitoraggio vegetazionale, da effettuarsi mediante rilevamento fitosociologico periodico, è quello di studiare i cambiamenti che si verificano nelle fitocenosi indagate. Tale cambiamento generalmente è causato da fattori ambientali naturali o antropogeni. Le specie qui riportate come indicatori ambientali, sono presenti con la loro classe di copertura all'interno dei rilievi vegetazionali selezionati, pertanto, potrà essere fatta una valutazione in base alla loro presenza/assenza e al grado di copertura. Queste informazioni, insieme alla comparazione strutturale della vegetazione misurata con le coperture (in percentuale) dello strato arboreo, arbustivo, erbaceo, dei licheni e briofite, permetteranno di conoscere eventuali tendenze o dinamiche in atto nella vegetazione.

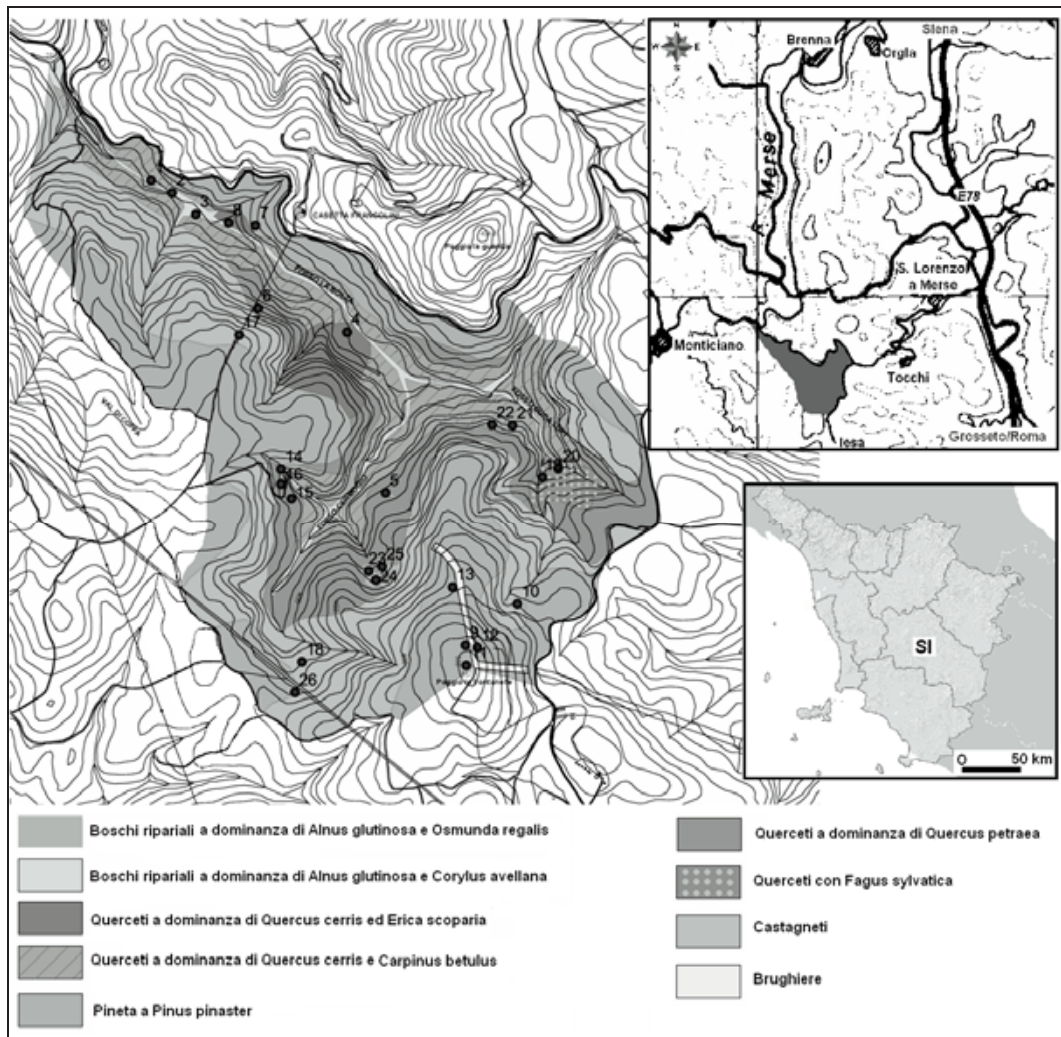


Figura 1. Carta della vegetazione con i rilievi fitosociologici scelti per il monitoraggio.

Figure 1. Vegetation map with phytosociological relevés selected for monitoring.

Figure 1. Carte de la végétation avec relevés phytosociologiques sélectionnés pour le suivi.

## SUMMARY

### MONITORING OF PLANT BIODIVERSITY OF THE BASIN OF THE BOLZA STREAM (SIENA, SOUTHERN TUSCANY)

The convention between the University of Siena and the Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Siena, like previewed in the plan Life Natura2000 introduced from the Corpo Forestale dello Stato, has allowed to realize a floristic and vegetational study of the Bolza stream. Such work has placed the bases for the monitoring of the biodiversity of the plant species second how much brought back in the directive habitat. For this purpose they have been georeferenced 26 phytosociological relevé (of defined surface for every type) chosen like the most represented you of 7 types of vegetation characterizes by 18 indicator species like positive for the habitat conservation. The vegetation type were: (1) riparian forests dominated by *Alnus glutinosa* and *Osmunda regalis*; (2) riparian forest dominated by *Alnus glutinosa* and *Corylus avellana*; (3) forests dominated by *Quercus cerris* and *Carpinus betulus*;

(4) Mesophyllous forest with *Quercus petraea*; (5) Mesoxerophilous forest dominated by *Quercus cerris* and *Erica arborea*; (6) forest dominated by *Castanea sativa*; (7) hethlands with *Calluna vulgaris* and *Erica scoparia* comprising the *Pinus pinaster* forest. The periodic monitoring, based on the presence/absence and cover of the species, with the structural comparison of the vegetation (covers of trees, shrubby and herbaceous layer), will allow to in existence know of the vegetation dynamics.

## RÉSUMÉ

### MONITORAGE DE LA BIODIVERSITE VEGETALE DU BASSIN DU FOSSE BOLZA (SIENA, TOSCANE MERIDIONALE)

L'activation d'une convention entre l'Università di Siena et le Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Siena, comme prévu dans le projet Life Natura2000 présenté par le Corpo Forestale dello Stato, a permis de réaliser une étude florale et végétale du bassin du fossé La Bolza. Ce travail a posé les bases pour le monitoring de la



biodiversité végétale selon ce qui a été rapporté dans la directive habitats. À cet effet, ont été géoréférencés 26 relevés phytosociologiques (de superficie définie et standard pour chaque typologie) choisis comme les plus représentatifs parmi les 7 types de végétation déterminés et 18 espèces ont été indiquées comme indicateurs du milieu ambiant positif pour la conservation des habitats. Les typologies de la végétation subordonnées au monitoring sont: (1) bois hygrophiles des milieux de source avec *Alnus glutinosa* et *Osmunda regalis*; (2) bois hygrophiles riverains à *Alnus glutinosa* et à *Corylus avellana*; (3) bois mésohygrophiles avec *Quercus cerris* et *Carpinus betulus*; (4) bois de chênes verts mésophyles avec *Quercus petraea*; (5) bois de chênes verts méso-xérophiles avec *Erica arborea* et *Quercus cerris*; (6) chataîgneraies thermophiles; (7) bruyère à dominance d'*Erica scoparia* et *Calluna vulgaris* comprenant la pinède à *Pinus pinaster*. Le monitoring périodique, réalisé sur la base de la présence/absence et degré de couverture des indicateurs ambiants, avec la comparaison structurale de la végétation (couvertures de la couche d'arbre, d'arbustes et herbacée

en pourcentage), permettra de connaître avec précision les dynamiques en acte dans la végétation.

#### BIBLIOGRAFIA

- Bonini I., Aleffi M., Morrocchi D., Chiarucci A., De Dominicis V., 1998 – *A new site with sphagna in Tuscany in the Belagaio forest*. *Webbia*, 53 (1): 171-179.
- Landi M., Angiolini C., 2007 – *Contributo alla conoscenza della distribuzione di Osmunda regalis L. in Toscana*. *Informatore Botanico Italiano*, 39: 113-122.
- Landi M., Casini F., Bonini I., Angiolini C., De Dominicis V., Spataro E., Saveri C., 2006 – *Note sulla flora del bacino del fosso La Bolza: un biotopo di notevole interesse botanico all'interno della Riserva Naturale Biogenetica di Tocchi e del SIC "Alta Val di Merse"*. *Atti del Congresso Nazionale della Società Botanica Italiana, Caserta, 27-29 settembre*, p. 226.
- Mariotti M.G., 1990 – *Emergenze floristiche*. In: *Persiano et al.*. *Il paesaggio vegetale. Carta della natura/2 - Provincia di Siena*. I Vol.

## ORCHIDEE SPONTANEE DELLA RISERVA NATURALE ORIENTATA “MURGE ORIENTALI”

(\*) Ufficio Territoriale per la Biodiversità, Corpo Forestale dello Stato, Martina Franca (TA)

L'Ufficio Territoriale Biodiversità di Martina Franca sta concludendo una ricerca sulla biodiversità vegetale nella riserva naturale orientata “Murge Orientali”; contemporaneamente ha censito il patrimonio orchideologico nello stesso territorio, riscontrando la presenza di ben 32 specie più tre ibridi interspecifici. L'intero contingente assomma ad oltre l'8% del numero totale delle specie vegetali.

*Parole chiave:* orchidee, endemica, molto rara.

*Key words:* orchids, endemic, very rare.

*Mots clés:* orchidées, endémique, très rare.

### INTRODUZIONE

Il poster sintetizza, attraverso immagini fotografiche, uno studio sulla distribuzione delle orchidee spontanee all'interno della riserva naturale orientata “Murge Orientali” in agro di Martina Franca (TA).

Tale lavoro va inteso come attività propedeutica ad un altro di maggiore portata, teso alla valutazione della biodiversità vegetale.

L'intera riserva naturale, istituita con decreto ministeriale del 29 marzo 1972, è prevalentemente rappresentata da un bosco di *Quercus trojana* Webb. Il compito affidato all'Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Martina Franca (TA) è proprio quello di difendere e migliorare tali formazioni boschive.

Naturalmente il sito presenta ulteriori tipologie forestali, potendo variare dalle formazioni a *Quercus pubescens* Willd a quelle di *Quercus ilex* L., fino ad arrivare alla macchia mediterranea, alla gariga e ai pascoli aridi.

Si riscontra quindi tanta variabilità ambientale a cui corrisponde un'altrettanta diversità biologica sia per il mondo vegetale che animale.

Lo studio in atto ha rilevato la presenza di circa 400 specie di piante, alcune di grande rarità come *Crambe hispanica* L., *Jonopsidium albiflorum* Durieu e *Campanula versicolor* Andrews, tutte inserite nelle “Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia”; queste, per la Puglia, risultano come elementi gravemente minacciate, le prime due, e minacciata, l'ultima specie.

### AREA DI STUDIO

La riserva naturale orientata “Murge Orientali” per la presenza di boschi di *Quercus trojana* Webb è considerata dallo stesso decreto ministeriale istitutore come un pregevole biotopo di interesse nazionale.

L'area fa parte di un Sito di Importanza Comunitaria (S.I.C.), di cui alla direttiva 92/43/CEE, individuata con il codice IT 9130005 – Murgia di Sud-Est. In essa troviamo tipi di habitat naturali di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali di conservazione. Specificatamente, nel nostro caso, troviamo i seguenti tipi di habitat:

1) 6220 – Delle formazioni erbose secche seminaturali e

facies coperte di cespugli: Percorsi substepnici di graminacee e piante annue di *Thero-Brachypodietea*;

2) 8210 – Delle pareti rocciose con vegetazione casmofitica: Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica;

3) 9250 – Delle foreste mediterranee caducifoglie: Querceti a *Quercus trojana*;

4) 9340 – Delle foreste sclerofille mediterranee: Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*.

La formazione boschiva, spesso accompagnata da altre querce caducifoglie e sempreverdi, da sempre è stata governata a ceduo matricinato; oggi, anche in virtù dello stato giuridico cui il sito è sottoposto, sono maturate le condizioni per l'avviamento ad alto fusto.

Tutta la riserva si estende su una superficie complessiva di ha 733; essa è divisa in 5 aziende dislocate nelle seguenti località: “Parchi di Mottola”, “Gorgofreddo”, “Trasconi”, “Galeone” e “Signorella”.

Fitosociologicamente i complessi forestali sono ascrivibili, per lo più, all'associazione *Euphorbio apii-quercetum trojanae*. Questa associazione presenta come specie caratteristiche oltre *Quercus trojana* Webb anche *Euphorbia apios* L. e *Potentilla detommasii* Ten., mentre tra le specie differenzianti si ricorda *Poa sylvicola* Guss., *Euonymus europaeus* L., *Buglassoides purpurocaerulea* Johnst., ecc.

L'orografia della zona non manifesta particolari dislivelli. La superficie del suolo, che dal livello minimo di 350 m s.l.m. si spinge fino a quella massima di 517 m s.l.m., è costituita da una piattaforma calcarea poco incisa dall'erosione dell'acqua, ove nelle zone di compluvio si sono depositati i maggiori strati di terreno e per questo trasformate dall'uomo da bosco a suolo soggetto a periodica lavorazione. Le formazioni boschive si sono conservate nelle aree culminanti dove invece c'è stata più erosione e in seguito a questo anche un maggior affioramento della roccia calcarea.

### METODOLOGIA

Il rilievo delle orchidee spontanee nella riserva naturale, come precedentemente accennato, va inteso come un lavoro derivato da un altro più ampio, teso a valutare, tra l'altro, il grado di biodiversità floristica. Per questo,



attraverso un'appropriata schedatura, e con l'uso di coordinate UTM, si sta concludendo un censimento di specie vegetali, dopo aver suddiviso il territorio con un reticolo di 500 m di lato.

L'intera riserva è stata visitata in ogni reticolo per più volte all'anno. Man mano che il lavoro proseguiva emergeva in modo evidente un aspetto interessante del quale si facevano solamente alcune ipotesi, ovvero che l'area protetta era molto ricca di orchidee.

In verità non solo le orchidee ma anche la variabilità vegetale in genere risulta particolarmente abbondante.

L'individuazione delle orchidee è avvenuta tramite la chiave di Paolo Grünanger (2001).

## RISULTATI

Lo studio ha rilevato la presenza di oltre 400 specie vegetali, alcune di grande rarità come *Carum multiflorum* Baiss., *Crambe hispanica* L., *Jonopsidium albiflorum* Durieu, *Campanula versicolor* Andrews, *Triticum uniaristatum* Richter, *T. biunciale* Richter, tutte inserite nelle "Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia", Conti *et al.* (1997), le quali, per la Puglia, risultano alcune "gravemente minacciate" ed altre semplicemente "minacciate".

Il lavoro ha, altresì, evidenziato che la riserva è molto ricca di orchidee spontanee; in totale sono state censite 32 specie e 3 ibridi interspecifici, così come riportate di seguito 1) *Spiranthes spiralis* Chevall; 2) *Platanthera chlorantha* Rchb.; 3) *Dactylorhiza romana* Soó; 4) *Orchis anthropophora* All.; 5) *Orchis papilionacea* L.; 6) *Orchis morio* L.; 7) *Orchis morio* L. var. *alba* Koch; 8) *Orchis coriophora* L.; 9) *Orchis lactea* Poir.; 10) *Orchis tridentata* Scop.; 11) *Orchis italica* Poir.; 12) *Anacamptis pyramidalis* Rich.; 13) *Barlia robertiana* Greuter; 14) *Himantoglossum hircinum* Spreng.; 15) *Serapias lingua* L.; 16) *Serapias vameracea* Briq.; 17) *Ophrys lutea* Cav. subsp. *lutea*; 18) *Ophrys lutea* Cav. subsp. *minor* O. & E. Danesch; 19) *Ophrys fusca* Link; 20) *Ophrys bombyliflora* Link; 21) *Ophrys tenthredinifera* Willd.; 22) *Ophrys apifera* Huds.; 23) *Ophrys bertolonii* Moretti; 24) *Ophrys oxyrrhyncos* Tod.; 25) *Ophrys fuciflora* Moench subsp. *fuciflora*; 26) *Ophrys fuciflora* Moench subsp. *parvimaculata* O. & E. Danesch; 27) *Ophrys fuciflora* Moench subsp. *apulica* O. & E. Danesch; 28) *Ophrys celiensis* O. & E. Danesch; 29) *Ophrys incubacea* Bianca; 30) *Ophrys tarentina* Gözl & H. R. Reinhard; 31) *Ophrys sphogodes* Mill. subsp. *sphogodes*; 32) *Limodorum abortivum* Sw.; 33) Ibrido *Ophrys apulica* x *O. celiensis*; 34) Ibrido *Ophrys tenthredinifera* x *O. tarentina*; 35) Ibrido *Ophrys* x *sommieri* (*Ophrys bombyliflora* x *O. tenthredinifera*).

## CONCLUSIONI

L'analisi floristica, estesa su tutta la superficie della riserva, ha stabilito che oltre l'8% delle specie presenti sono rappresentate da orchidee e che alcune di queste vivono prevalentemente nei boschi come *Platanthera*

*chlorantha* Rchb. e *Limodorum abortivum* Sw., altre nei macchieti o boschi radi come *Barlia robertiana* Greuter e *Dactylorhiza romana* Soó ed altre ancora nelle garighe o pascoli aridi come *Spiranthes spiralis* Chevall e *Ophrys bombyliflora* Link.

L'attenzione più significativa cade sulla presenza di alcune orchidee ritenute rare ed endemiche, riportate, anch'esse nelle precitate Liste Rosse Regionali. In particolare, in Puglia, si segnalano le seguenti: *Ophrys fuciflora* Moench subsp. *parvimaculata* O. & E. Danesch ritenuta vulnerabile, *Ophrys celiensis* O. & E. Danesch, gravemente minacciata e *Ophrys tarentina* Gözl & H. R. Reinhard, gravemente minacciata.

## SUMMARY

### SPONTANEOUS ORCHIDS OF NATURAL ORIENTED RESERVE "MURGE EASTERN"

The Territorial Office of Biodiversity of Martina Franca is completing research on plant biodiversity in the nature reserve oriented "Murge Eastern"; simultaneously has recorded orchid heritage in the same territory, having the presence of 32 species plus three interspecific hybrids. The entire contingent is equal about 8% of the total number of plant species.

## RÉSUMÉ

### ORCHIDÉES SPONTANÉES RÉSERVE NATURELLE DE ORIENTATA "MURGE ORIENTALE"

Le Bureau territorial de la biodiversité de Martina Franca est en train d'achever la recherche sur la biodiversité dans la réserve naturelle axée sur "Murge Orientale"; simultanément a enregistré patrimoine orchideologique sur le même territoire, la présence de 32 espèces ainsi que de trois hybrides interspécifiques. L'ensemble du contingent est égal à environ 8% du nombre total d'espèces végétales.

## BIBLIOGRAFIA

- Bianco P., Brullo S., Minissale P., Signorello P., Spampinato G., 1988 – *Considerazioni fitosociologiche sui boschi a Quercus trojana Webb della Puglia (Italia Meridionale)*. Studia Geobotanica Vol. 16: 33-38.
- Biondi E., Casavecchia S., Guerra V., Medagli P., Beccarisi L., Zuccarello V., 2004 – *A contribution towards the knowledge of semideciduous and evergreen woods of Apulia (South-eastern Italy)*. Fitosociologia 41 (1): 3-28.
- Conti F., Manzi A., Pedrotti F., 1997 – *Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia*. Camerino.
- Grünanger P., 2001 – *Orchidaceae d'Italia*. Quad. Bot. Ambientale Appl. Ed. Raimondo, 11 (2000): 3-80, Palermo.
- Ruggiero L., Bianco P., Medagli P., D'Emérico S., 1988 – *Le orchidee spontanee e gli ambienti naturali nella "Terra d'Otranto"*. Thalassia Salentina n. 18: 63-69.

## BIODIVERSITÀ FORESTALE IN PIEMONTE: VALUTAZIONI SULLA NECROMASSA

(\*) IPLA SpA, Torino

I boschi piemontesi, come nella generalità dei casi in Italia, sono il risultato di secoli di interventi dell'uomo, finalizzati all'ottenimento dei prodotti necessari all'economia preindustriale, quindi semplificati in popolamenti prevalentemente puri e coetanei. L'abbandono della gestione tradizionale, a partire dalle zone marginali sta favorendo la riconversione naturale a fustaia di molti cedui ed il progressivo inserimento di specie nostrane attualmente sporadiche, con favorevoli ripercussioni sulla composizione e struttura; anche la presenza di legno morto, nelle sue varie forme, è significativa in termini quantitativi e funzionali richiedendo una particolare attenzione nelle scelte gestionali. La presenza in bosco di alberi deperenti, morti o provvisti di cavità costituisce un importante contributo per la biodiversità fornendo habitat per ricche biocenosi di funghi, invertebrati e vari vertebrati che vi trovano cibo e rifugio, nonché per le specie a queste legate.

I boschi del Piemonte, oggetto di studi sistematici per l'inventario e la pianificazione forestale territoriale, hanno una dotazione media di circa 100 piante morte ad ha, pari a circa il 10% del totale delle piante presenti. La presenza maggiore è nei Castagneti (47% delle piante morte totali) seguiti da Faggete e Robinieti, in prevalenza cedui invecchiati con morte di polloni per competizione. Tra le conifere le Abetine presentano la più alta biomassa ed anche il maggior numero di piante morte ad ha; i popolamenti con più necromassa risultano quelli ad elevata densità (copertura superiore al 75%). Analisi più approfondite condotte su aree protette e Siti Natura 2000 permettono di quantificare con precisione i dati e consentono di pianificare la salvaguardia della biodiversità nell'ambito dei regolamenti forestali, delle misure di conservazione o nei piani di gestione, con definizione di valori minimi ed ottimali di piante morte da rilasciare per specie e dimensioni nei diversi contesti, per ottenere una gestione multifunzionale e sostenibile.

*Parole chiave:* necromassa, biodiversità, pianificazione forestale.

*Key words:* dead wood, biodiversity, forest management.

*Mots clés:* bois mort, biodiversité, planification forestière.

### 1. INTRODUZIONE

La superficie forestale del Piemonte copre circa 900.000 ha, pari al 34% del territorio, localizzata soprattutto nelle aree montane dove l'indice di boscosità arriva al 54%; è il risultato di una forte espansione, con una estensione quasi raddoppiata dal secondo dopoguerra, quando è finita l'economia rurale tradizionale, tale per cui le foreste sono estese come non succedeva dal 1700.

Con la redazione della nuova carta forestale regionale (Gottero *et al.*, 2007) si è effettuata la caratterizzazione dei boschi piemontesi mediante unità floristico-ecologico-selvicolturali, denominate Categorie e Tipi forestali (Camerano *et al.*, 2004). Si contano 21 Categorie, a loro volta articolate in un centinaio di Tipi. Le più estese sono i Castagneti (23% del territorio boscato), seguite dalle Faggete (16%), dai Robinieti (12%) e dai Laricicembreti (9%). Le altre 17 categorie interessano il restante 40% della superficie.

I boschi attuali sono il risultato di secoli di interventi dell'uomo, finalizzati all'ottenimento dei prodotti necessari all'economia preindustriale, che hanno trasformato i popolamenti in origine misti e di diversi stadi di sviluppo in puri e coetanei e favorito le specie più utili (castagno, faggio e larice) fino al loro limite ecologico con un generalizzato governo a ceduo per le latifoglie a turni relativamente brevi (10-25), con punte superiori o inferiori a seconda della specie e degli assortimenti ottenibili (Terzuolo *et al.*, 2007). La gestione forestale tradizionale ha sempre antici-

pato la morte degli alberi, fattore questo che ha determinato in particolare la sporadicità di alberi maturi (con età superiore ai 100 anni) e vecchi (con età superiore ai 200 anni), senescenti e di legno morto. Quest'ultimo è un elemento chiave nella conservazione della biodiversità (Dajoz, 2000; Falinski, 1978; Franklin *et al.*, 1987; Speight, 1989 e altri) per vari aspetti:

- la sua decomposizione corrisponde alla fase catabolica della dinamica forestale a cui partecipa una ricca varietà di organismi la cui diversità è importante come quella attribuita alla fase di crescita della foresta; è inoltre fonte di microhabitat indispensabili per la sopravvivenza di molte specie coinvolte nei processi della rinnovazione del bosco;
- rappresenta un'importante stoccaggio di nutrienti per l'ecosistema forestale;
- è il primo gradino della catena alimentare, essenziale per numerose specie forestali, in particolare microrganismi;
- la biodiversità ad essa correlata include centinaia di specie, anche rare e d'interesse comunitario (Dir 92/43/CEE "Habitat"), come coleotteri, picidi e chiroterri. (Harmon *et al.*, 1986, Vallauri *et al.*, 2005).

Negli ultimi decenni si è assistito ad un progressivo abbandono della gestione tradizionale, a partire dalle zone marginali; il processo di invecchiamento sta portando alla riconversione naturale a fustaia ed al reinserimento di altre specie, ed anche il legno morto comincia ad essere significativo; in Italia viene stimata una presenza del 4% in termini di massa (Wolynski, 2001).

La necromassa nell'ambito delle antiche foreste semina-

turali europee e mondiali tutelate è un indice significativo delle differenze rispetto a gestioni tradizionali.

In Francia il volume di legno morto in alcune Riserve Speciali è di circa 100 m<sup>3</sup>/ha (minimo 40 m<sup>3</sup>/ha, massimo 200 m<sup>3</sup>/ha) (Koop *et al.*, 1987). Secondo la letteratura americana il legno morto oscilla fra il 5 e il 30% della provvigione del soprassuolo; in media sono presenti 140 piante morte ad ettaro, da 10 a 40 alberi spezzati (*snag*) ad ettaro, da 10 a 20 alberi con almeno una cavità disponibile e la copertura del suolo da parte del legno morto è sempre inferiore al 25% (Harmon *et al.*, 1986, per gli Stati Uniti). Il volume di legno morto nelle foreste dell'Europa occidentale è sempre molto contenuto, tra i 5 m<sup>3</sup>/ha (Francia) ed i 10 m<sup>3</sup>/ha (Svizzera e nel Nord della Svezia). In Francia le raccomandazioni circa la conservazione della necromassa come riferimento nella gestione delle foreste indicano un minimo di un albero senescente o morto di specie autoctona per ettaro". Casi specifici (eventi meteorici eccezionali) raccomandano di approfittare dell'evento per preservare almeno 2 "totem" e 2 ceppaie ribaltate a ettaro di specie autoctona. Un indirizzo generale stabilito in Francia è di ricostituire uno stoccaggio di legno morto di almeno 15 m<sup>3</sup>/ha, pari a circa 1/3 della necromassa mediamente presente nelle foreste comprese in riserve, con particolare importanza al legno morto di grosse dimensioni.

Anche la distribuzione della necromassa è molto importante e ne condiziona l'attrattiva nei confronti dei diversi organismi legati al legno morto, e quindi il processo di decomposizione. Un semplice modo per l'incremento della necromassa è la gestione di ciò che muore spontaneamente (Bary-Lenger *et al.*, 2004, De Turckheim *et al.*, 2005); per questo motivo risulta importante lasciare nelle foreste la possibilità che singoli soggetti muoiano naturalmente per esaurimento fisiologico.

Il legno morto a seconda delle dimensioni e del livello di degradazione, ospita insetti saproxilici spesso assai specializzati, che a loro volta rappresentano la base alimentare per un'ampia serie di predatori (Kirby *et al.*, 1998). Si evidenzia che il tempo di permanenza in piedi degli alberi morti oscilla tra i 5 ed i 40 anni e di questi il 2%, a diametri elevati, è in grado di rimanere anche oltre. In linea generale si può dire che la velocità di caduta e di decomposizione dipende dalle dimensioni della pianta, ovvero dal suo diametro, nonché dalla proporzione di durame. Pertanto specie con durame molto esteso (querce, castagno ecc.) presentano una decomposizione più lenta, eventualmente velocizzata dal contatto con il terreno. Pertanto conoscendo la quantità ed il tipo di necromassa, congiuntamente alla specie e al diametro si può valutare, seppur in modo indiretto, la complessità della catena alimentare del popolamento. La velocità di decomposizione del legno morto fornisce quindi informazioni sull'aliquota da rilasciare al momento degli interventi.

## 2. AREA DI STUDIO

L'area di studio comprende tutto il Piemonte con approfondimenti in Aree Protette e Siti Natura 2000 nell'ambito di Quercio-carpineti planiziali a gestione attiva: il Parco naturale del Bosco delle Sorti della Partecipanza di Trino - VC e il Parco Naturale dei Lagoni di Mercurago - NO.

## 3. MATERIALI E METODI

I boschi del Piemonte, nell'ambito degli studi per i Piani Forestali Territoriali, sviluppati dall'IPLA tra il 1997 ed il 2003, sono stati inventariati con indagini effettuate su oltre 14.000 punti di campionamento, analizzando qualitativamente la composizione della necromassa.

Nell'ambito degli inventari forestali eseguiti per la redazione dei Piani di assestamento Forestali dei Parchi di Mercurago e di Trino il rilievo delle aree di saggio è stato integrato per la classificazione e misurazione del volume della necromassa.

Il legno morto è stato classificato in modo in tre categorie: legno morto in piedi, legno morto a terra e piante schiantate.

Con riferimento alla classificazione CWD (*Coarse woody debris*) (Bull *et al.*, 1997, Maser *et al.*, 1988) è stata stabilita questa corrispondenza:

- legno morto in piedi: standing trees (alberi morti in piedi), ossia alberi morti naturalmente per senescenza e/o concorrenza e ancora in piedi;
- legno morto a terra: saw logs (toppi segati); volis (parti di pianta a terra), fallen trees (alberi schiantati a terra);
- piante schiantate: Snags (totem); bending trees (alberi parzialmente stroncati).

Non sono state considerate le ceppaie (*stumps*).

Per ciascuna voce sono stati rilevati i diametri e le lunghezze per calcolarne il volume.

## 4. RISULTATI

I dati rilevati per l'intero territorio regionale (Tab. 1.) mostrano mediamente 100 piante morte ad ha, pari a circa il 10% del totale delle piante in bosco, con forte componente legata ai Castagneti (47% delle piante morte totali) seguiti da Faggete e Robinieti.

I Castagneti inoltre presentano circa il doppio delle piante morte rispetto alla media (215 piante, circa il 20%). Valutando la distribuzione della necromassa rispetto alle forme di governo i cedui, generalmente invecchiati, concentrati nella fascia altitudinale tra i 500 ed i 1000 metri di quota a pendenze incluse tra i 20 ed i 40°, ne includono la maggior parte, legata per lo più a polloni di piccolo e medio diametro morti per competizione, come confermato dal fatto che i popolamenti con maggiore presenza di necromassa risultano quelli ad elevata densità (copertura superiore al 75%).

Tra le conifere le abetine presentano il maggior numero di piante morte ad ettaro (110) nonché, rispetto alla componente viva del popolamento, l'incidenza più elevata di necromassa; si tratta di popolamenti con elevate biomasse ed esemplari di grandi dimensioni sottoutilizzati. Nelle aree di approfondimento sono stati rilevati dati di maggiore dettaglio.

Al Parco naturale dei Lagoni di Mercurago nel 21 luglio 2003 un evento meteorologico eccezionale ha interessato circa il 30% della superficie boscata, pari a 109 ettari. Il valore medio di necromassa si attesta così sui 55 m<sup>3</sup>/ha, pari al 20-25% del volume complessivo, corrispondenti a circa 100-120 piante/ha a seconda della specie e delle dimensioni, così ripartiti;

- alberi morti in piedi: 13 m<sup>3</sup>/ettaro;
- alberi morti a terra: 29 m<sup>3</sup>/ettaro;
- alberi parzialmente stroncati: 13 m<sup>3</sup>/ettaro.

Prevale quindi la necromassa rappresentata da legno morto a terra (52%), sia alberi interi che parti di chioma o fusto, mentre la restante quota è equamente ripartita fra il legno morto in piedi, ossia soggetti morti per senescenza e concorrenza e porzioni di alberi danneggiati ma ancora in piedi. L'evento ha quasi quadruplicato la necromassa media, pur con diverse incidenze a seconda delle zone (da 0 a 400 m<sup>3</sup>) (Tab 2).

Nelle aree non danneggiate la necromassa scende a 16 m<sup>3</sup>/ettaro, che risulta comunque un valore di particolare significato se riferito ai dati medi indicati per le foreste dell'Europa occidentale (<5 m<sup>3</sup>/ettaro).

Sono stati anche valutati i contributi per singola specie alla necromassa (Tab. 3); la metà è definita in parti uguali da due specie esotiche e naturalizzate, la robinia e il pino strobo, da mettere in relazione all'ampia superficie occupata (Robinieto) mentre la seconda specie, meno diffusa in termini di superficie, è rilevante per gli alti valori di provvigione dei popolamenti artificiali. Interessante è notare come le due specie diano però contributi diversi in termini di CWD. Il legno morto di pino strobo è rappresentato per quasi la metà (46%) da grossi soggetti che hanno subito la frattura del fusto principale ad altezze diverse; la restante quota è definita da piante ribaltate, con sporadici soggetti morti in piedi. Al contrario la necromassa di robinia è definita da piante morte in piedi (47%) per senescenza o favorita dalla concorrenza nell'ambito dei popolamenti più giovani, e da piante atterrate (41%). La minore incidenza delle piante a terra di robinia è motivata da una altezza media minore e dalla maggiore elasticità dei fusti; le piante più sollecitate si sono sradicate anziché spezzarsi lungo il fusto principale.

Tra le specie autoctone il contributo maggiore in termini di necromassa è dato dalla farnia (20%) a cui corrisponde un valore elevato di piante atterrate (57%) e stroncate (25 %). Per la farnia si è registrata una significativa mortalità anche in seguito all'evento del 2003, attribuibile a condizioni di stress per l'esposizione a illuminazione diretta di soggetti con chiome compromesse e a ulteriori fenomeni di cadutadi piante instabili in occasione di eventi atmosferici di minore intensità. Simile in termini quantitativi risulta il contributo del castagno (9%) e delle altre latifoglie; nel caso del castagno prevale il legno morto a terra (51%) seguito da quello morto in piedi (44%), generalmente per concorrenza; una minima parte è dato da soggetti schiantati.

Le altre specie autoctone (betulla, pioppo tremolo, frassino, ciliegio a grappoli, sambuco, ciliegio selvatico, acero di monte, rovere) sembrano meno soggette a spaccature lungo il fusto principale (8%).

Nel gruppo delle altre conifere la necromassa è correlabile alla mortalità per concorrenza (pino silvestre) o per progressivo deperimento di popolamenti maturi e non idonei alla stazione (pino rigido).

Per il Parco naturale del Bosco delle Sorti della Partecipanza di Trino i risultati dell'inventario forestale (2004) evidenziano circa 2,5 m<sup>3</sup>/ha di necromassa, pari al 2% della massa totale, di cui il 90% in piedi, con scarsissima presenza della componente in decomposizione, anche a causa

della passata gestione (fino al 2000 è stato prelevato il legno morto). Nel complesso si tratta di valori piuttosto bassi in termini assoluti e relativi, soprattutto se confrontati con quelli indicati per le foreste naturali, dove la necromassa varia dal 10 al 30% del volume totale a seconda delle fasi del bosco.

In generale si è osservata una modesta presenza di alberi morti in piedi (19 soggetti ad ettaro), pari a circa il 5% dei fusti totali in piedi presenti nella cenosi. Spiccano (tab. 4) la robinia (41%), la categoria delle altre latifoglie con il 31% (di cui l'11% di ontano nero), quindi le querce con il 28% dei fusti morti (di cui il 26% rappresentato dalla farnia ed il rimanente 2% equamente suddiviso tra quercia rossa e cerro).

## 5. CONCLUSIONI

L'applicazione più importante delle indagini conoscitive ricade a livello di normativa per la salvaguardia della biodiversità nell'ambito dei regolamenti forestali, delle misure di conservazione e dei piani di gestione, per la definizione di valori minimi ed ottimali di piante morte da rilasciare, per specie e dimensioni nei diversi contesti, per ottenere una gestione multifunzionale e sostenibile.

L'obiettivo dei piani di gestione in boschi seminaturali come quelli piemontesi, a seconda delle zone di riferimento e delle disponibilità attuali di necromassa, è di mantenere valori di necromassa tra 5 e 15 m<sup>3</sup>/ettaro; questo valore medio può essere concentrato o distribuito sulla superficie a seconda delle strutture più o meno articolate e del trattamento, con rinnovazione sotto copertura o meno. Ovviamente le quote devono essere legate alla destinazione funzionale dell'area.

Si ritiene che il rilevante valore di necromassa attualmente presente in boschi successivamente ad eventi meteorici di eccezionale intensità, con una ricca articolazione fra le diverse tipologie (CWD), a cui corrispondono processi di alterazione diversi, può essere ritenuta un'occasione per definire una importante stoccaggio di risorse per la foresta oltre che di siti per la conservazione di specie e catene trofiche di particolare interesse naturalistico. Tale risorsa, come la componente viva, deve essere gestita, sfruttando i tassi di crescita e di mortalità naturale della foresta; per far questo si ritiene opportuno il rispetto delle indicazioni di conservazione del legno morto.

A livello di popolamento per la salvaguardia della biodiversità, oltre alle indicazioni quantitative di necromassa devono essere previsti la presenza di legno in diversi stadi di decomposizione e la conservazione di grandi alberi vivi con cavità. La gestione della necromassa in bosco deve necessariamente derivare da un compromesso tra la rinuncia economicamente accettabile e la quantità auspicabile di legno morto per il mantenimento o l'accrescimento del valore biologico e naturalistico delle foreste, evitando la pululazione di organismi patogeni o l'incremento del pericolo di incendi boschivi.





Figura 1. Lagoni di Mercurago, schianti su pino strobo.  
 Figure 1. Lagoni di Mercurago, fallen trees on eastern white pine.  
 Figure 1. Lagoni di Mercurago, chutes sur pin de weymouth.



Figura 2. Trino, stroncatura alla base.  
 Figure 2. Trino, stem breakage.  
 Figure 2. Trino, cassure de la tige.

<i>Categoria forestale</i>	<i>Media di morte/ha</i>	<i>% di discordanza dalla media dei boschi</i>	<i>Somma di piante morte/ha</i>	<i>% rispetto al totale</i>	<i>piante vive/ha</i>	<i>rapporto morto/vivo</i>	<i>rapporto morto/totale (morto+vivo)</i>
Formazioni legnose riparie	76	71%	14.059	1%	548	14%	12%
Robinieti	77	72%	135.898	9%	772	10%	9%
Quercio-carpineti	72	68%	44.641	3%	589	12%	11%
Querceti di roverella	97	91%	44.364	3%	1.089	9%	8%
Orno-ostrieti	141	133%	20.924	1%	1.293	11%	10%
Pinete di pino marittimo	81	76%	1.297	0%	713	11%	10%
Querceti di rovero	112	106%	75.502	5%	983	11%	10%
Cerrete	97	92%	9.214	1%	1.190	8%	8%
Castagneti	214	202%	703.446	47%	1.134	19%	16%
Pinete di pino silvestre	80	75%	25.562	2%	866	9%	8%
Boscaglie pioniere/d'invasione	53	50%	50.599	3%	731	7%	7%
Alneti planiziali e montani	74	69%	18.554	1%	881	8%	8%
Aceri-tiglio-frassineti	62	59%	55.214	4%	850	7%	7%
Faggete	73	69%	157.759	11%	1.207	6%	6%
Abetine	105	99%	52.551	4%	720	15%	13%
Peccete	59	56%	9.781	1%	670	9%	8%
Lariceti e cembrete	38	36%	44.885	3%	467	8%	8%
Pinete di pino montano	71	67%	1.926	0%	620	12%	10%
Arbusteti subalpini	42	39%	1.256	0%	363	12%	10%
Arbusteti planiziali e montani	16	15%	584	0%	76	21%	18%
Rimboschimenti	79	75%	33.146	2%	874	9%	8%
Totale complessivo	106		1.501.163	100%	928	11%	10%

Tabella 1. Dati complessivi necromassa per categorie forestali del Piemonte.  
 Table 1. Dead wood data divided into forestal categories.

<i>Range di necromassa (N) (m<sup>3</sup>/ettaro)</i>	<i>Numero di aree di saggio interessate</i>	<i>% riferita a superficie forestale inventariale</i>
N=0	21	23
1<N<10	12	13
11<N<30	18	20
31<N<50	10	11
51<N<100	17	19
N>100	13	14
Totale	97	100

Tabella 2. Lagoni di Mercurago - Ripartizione della necromassa per area di saggio e percentuale di superficie.  
 Table 2. Lagoni di Mercurago - Breakdown of dead wood for plot and percentage of area.  
 Tableau 2. Lagoni di Mercurago - Répartition des bois mort par placette d'échantillonnage et par proportion de surface forestière.

<i>Specie</i>	<i>morto in piedi</i>	<i>% su totale di specie</i>	<i>morto a terra</i>	<i>% su totale (specie)</i>	<i>Schiantato</i>	<i>% su totale di specie</i>	<i>Totale</i>	<i>% su totale di necromassa</i>
Castagno	2,6	44,1	3,0	50,8	0,3	5,1	5,9	10,6
Farnia	1,9	16,8	6,5	57,5	2,9	25,7	11,3	20,4
Robinia	6,9	47,3	6,0	41,1	1,7	11,6	14,6	26,4
Strobo	0,1	0,7	7,4	52,9	6,5	46,4	14,0	25,3
altre latifoglie	0,7	11,9	4,7	79,7	0,5	8,5	5,9	10,6
altre conifere	1,3	35,1	1,1	29,7	1,3	35,1	3,7	6,7
Totale	13,5	24,4	28,7	51,8	13,2	23,8	55,4	100,0

Tabella 3. Lagoni di Mercurago - Ripartizione della necromassa (m<sup>3</sup>/ettaro) per specie e tipologia (CWD).

Table 3. Lagoni di Mercurago - Breakdown of dead wood for species and typology.

Tableau 3. Lagoni di Mercurago - Répartition des bois mort par essence et typologie.

<i>Tipo di necromassa</i>	<i>Piante</i>		<i>Area basimetrica</i>		<i>Volume</i>	
	<i>n°/ha</i>	<i>%</i>	<i>m<sup>2</sup>/ha</i>	<i>%</i>	<i>m<sup>3</sup>/ha</i>	<i>%</i>
Albero morto a terra	4	18	0,1	11	0,3	13
Albero morto in piedi	12	56	0,3	69	2,1	80
Albero pendente	0,28	1	0,0	2	0,1	0
Cimali	1	7	0,0	3	0,0	2
Monconi	1	7	0,0	6	0,1	2
Porzione di fusto, branche	2	11	0,0	9	0,1	4
Totale	19	100%	0,4	100%	2,6	100%

Tabella 4. Bosco delle Sorti di Trino - Dati dendrometrici della componente morta.

Table 4. Bosco delle Sorti di Trino - Number, areal base and volume of dead wood.

Tableau 4. Bosco delle Sorti di Trino - Données dendrométrique des bois mort.

## SUMMARY

### FOREST BIODIVERSITY IN PIEMONTE: ASSESSMENTS ON DEAD WOOD

The Piedmont forests, same as Italian forests, are the result of a long-lasting human management that produced mainly pure and even-aged stands with the aim of supplying a pre-industrial economy. In many cases the forest, particularly those located in marginal areas, had largely fallen into disuse opening the way to important phenomena such as the conversion towards high forest of old coppices and the natural introduction of new species with an increasing presence of dead wood.

The presence in the forest of snags with cavity, trees die standing, snap off or blown to the ground is a key factor for biodiversity providing suitable habitats, food and shelter for a rich biocoenosis of various invertebrates, vertebrates and fungi.

The Piedmont forests, according to the forest inventory data, register the presence of around 100 dead trees per hectares (About 10% of the total trees number). The more frequent species in the dead stock are Chestnut (47% of total dead trees), Beech and Black locust, mainly old stand coppices with dead stump sprout for competition. Among the conifers, silver fir stands result more subject to the phenomena; a bigger volume of deadwood is registered in high density stands (coverage above 75%). Specific analysis on protected areas and Natura 2000 sites allow a more accurate quantification of deadwood; these data can be used as a basis for planning biodiversity conservation measures in the framework of forestry regulations and for the definition of minimum and optimal volume (by species, sizes and different ecological contexts) of dead wood to be left in order to fulfil multifunctional and sustainable management criteria.

## RÉSUMÉ

### BIODIVERSITÉ FORESTIÈRE DANS LE PIÉMONT: DES ÉVALUATIONS SUR LE BOIS MORT

Les forêts du Piémont sont le résultat de siècles d'interventions, visant à obtenir des produits nécessaires à l'économie pré-industrielle, simplifiée en peuplement pur et du même âge. L'abandon de la gestion des zones marginales conduit à la conversion en futaie naturelle et à la réinsertion des autres espèces, et aussi le bois mort commence à être significatif. La présence dans la forêt d'arbres morts ou avec cavité est un point clé de la biodiversité, parce que elle peut fournir des habitats, l'alimentation et le logement pour une riche biocénose des champignons, divers invertébrés et vertébrés.

Les forêts du Piémont, objet d'études pour l'inventaire et la planification forestier, montrent en moyenne de 100 plantes mort par hectares, environ 10% du total des plantes dans la forêt, avec une forte composante liée à châtaigniers (47% des morts total), suivie par hêtre et robinier, caractérisées par des formes de gestion et localisation géographique. Entre les conifères, les peuplements de sapin blanc présentent le plus grand nombre de plantes mort; la présence plus élevée de bois mort sont les peuplements à haute densité (couverture au-dessus de 75%). Une analyse plus approfondie sur les régions protégées et les sites Natura 2000 permettent de quantifier avec précision les données et avec plus de détails, de planifier la préservation de la biodiversité dans les règlements forestiers, les mesures de conservation ou les plans de gestion, pour la définition de valeurs minimales et optimale du bois mort, selon les espèces et les tailles dans des contextes différents pour obtenir une gestion multifonctionnelle et durable.

## BIBLIOGRAFIA

- Bary-Lenger A., Nebout J. P., 2004 – *Culture des chênaies irrégulières dans les forêts et les parcs*. Editions du Perron, 358 pp.
- Bull E.L., Parks C.G., Torgersen T.R., 1997 – *Trees and logs important to wildlife in the Interior Columbia River Basin*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-391. Pacific Northwest Research Station, Forest Service, United States Department of Agriculture; Portland, OR, 55 pp.
- Camerano P., Gottero F., Terzuolo P.G., Varese P., 2004 – *Tipi Forestali del Piemonte*. Regione Piemonte, Blu edizioni, 204 pp.
- Dajoz R., 2000 – *Insect and forest. The role and diversity of insect in the forest environment*. Intercept Ltd, Edition Technique et Documentation, Lavoisier Publishing, 668 pp., Paris.
- De Turckheim B., Bruciamacchie M., 2005 – *La futaie irrégulière Théorie et pratique de la sylviculture irrégulière, continue et proche de la nature*. Edisud, 286 pp.
- Falinsky J.B., 1978 – *Uprooted trees, their distribution and influence in the primeval forest biotope*. Vegetatio 38, 175-183.
- Franklin J.F., Shugart H.H., Harmon M.E., 1987 – *Tree death is an ecological process*. BioScience 37 (8): 550-556.
- Gottero F., Ebone A., Terzuolo P.G., Camerano P., 2007 – *I boschi del Piemonte, conoscenze ed indirizzi gestionali*. Regione Piemonte, Blu edizioni, 240 pp.
- Harmon M.E., Franklin J.F., Swanson F.J., Sollins P., Gregory S.V., Lattin J.D., Anderson N.H., Cline S.P., Aumen N.G., Sedell J.R., Lienkaemper G.W., Cromack K., Cummins K.W., 1986 – *Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems*. Advances in Ecological Research 15: 133-302.
- Kirby K.J., Reid C.M., Thomas R.C., Goldsmith F.B., 1998 – *Preliminary estimates of fallen dead wood and standing dead trees in managed and unmanaged forests in Britain*. Journal of Applied Ecology, 35: 148-155.
- Koop H., Hilgen P., 1987 – *Forest dynamics and regeneration mosaic shifts in unexploited beech (Fagus sylvatica) stands at Fontainebleau (France)*. Forest Ecology and Management, 20: 135-150.
- I.P.L.A., 1990 – *Parco Naturale del Bosco delle Sorti della Partecipanza di Trino. Piano di Assestamento Forestale 1991-2005*. Regione Piemonte Assessorato Beni Culturali e Ambientali Pianificazione Territoriale Parchi, Enti Locali.
- Maser C., Tarrant R.F., Trappe J.M., Franklin J.F., technical editors., 1988 – *From the forest to the sea: a story of fallen trees*. Pacific Northwest Research Station, Forest Service, United States Department of Agriculture; Portland, OR, 3 pp.
- Speight M.C.D., 1989 – *Saproxyllic Invertebrates and their Conservation*. Nature and Environment Series, N. 42. Strasbourg: Council of Europe.
- Terzuolo P.G., Canavesio A., 2007 – *I boschi del Piemonte*. Piemonte Parchi, 166: 26-29.
- Vallauri D., André J., Dodelin B., Eynard-Machet R., Rambaud D., 2005 – *Bois mort et à cavités*. Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, pp. 405.
- Wolynski A., 2001 – *Significato della necromassa legnosa in un'ottica di gestione forestale sostenibile*. Sherwood, 67 (5/01): 5-12.

## SESSIONE 2

# SELVICOLTURA: INCENDI PASCOLO

*Coordinatori*

Giovanni Bovio  
Enrico Marchi

*Chairman*

Fausto Martinelli





## RICOSTITUZIONE ATTIVA E PASSIVA IN UNA PINETA DI *PINUS SYLVESTRIS* L. PERCORSO DA INCENDIO DI CHIOMA

(\*) Dipartimento di Agronomia, Selvicoltura e Gestione del territorio, Università di Torino

Il lavoro si propone di analizzare gli effetti di un incendio boschivo di alta severità in una pineta di *Pinus sylvestris* L. Per meglio orientare le scelte gestionali al fine della ricostituzione delle aree percorse si vuole comprendere quale sia la scelta più idonea tra ricostituzione attiva e passiva.

L'area di studio è situata nel Comune di Verrayes (AO), nelle vicinanze del quale si è verificato un incendio di chioma di alta severità in data 04 Settembre 1995 in una pineta di origine naturale, compromettendo la vitalità di circa 36 ha di bosco. L'area percorsa è stata suddivisa in tre zone, due lasciate a libera evoluzione ed una interessata da rimboschimenti (effettuati nel 2000 con differenti specie arboree e tipologie di impianto). In ogni zona sono stati collocati plot di 10 x 10 m, posizionati lungo transetti nelle aree a rinnovazione naturale e in modo casuale nelle aree rimboschite. In ogni plot si è rilevata la posizione della rinnovazione ed i principali parametri dendrometrici.

All'interno dei plot si analizzano la struttura, i pattern di distribuzione spaziale, nonché la biodiversità a livello di strato arboreo, arbustivo ed erbaceo. Le analisi in corso consentiranno di individuare quale sia stato il trattamento adottato più efficace e l'effettiva utilità degli interventi di ricostituzione rispetto all'evoluzione naturale.

*Parole chiave:* incendi boschivi, severità, *Pinus sylvestris* L., ricostituzione, biodiversità.

*Key words:* forest fires, severity, *Pinus sylvestris* L., restoration, biodiversity.

*Mots clés:* incendies de forêt, sévérité, *Pinus sylvestris* L., reconstitution, biodiversité.

### 1. INTRODUZIONE

L'incendio boschivo è uno dei più importanti fattori di disturbo che agisce all'interno degli ecosistemi forestali, interessandone tutte le componenti (Reyes e Casal 2004; Brugger *et al.* 2007). I suoi effetti possono infatti incidere sia sul suolo che sulla fauna, ma molto spesso si riscontrano soprattutto a carico del soprassuolo arboreo (Trabaud 1987). Il danno che la componente arborea può subire varia in relazione al comportamento del fuoco (in particolare all'intensità ed al tempo di residenza) ed alla distribuzione spaziale del combustibile (Whelan 1995). La possibilità che un'area boscata percorsa da incendio possa tornare alle condizioni antecedenti l'evento dipende dalle caratteristiche delle piante presenti, dalla loro suscettibilità al fuoco e dalle condizioni di vitalità in cui si trovano prima e dopo l'evento (DeBano *et al.* 1998). La capacità di un individuo arboreo di sopravvivere al passaggio del fuoco è funzione della sua resilienza, ossia la capacità di ritornare in tempi rapidi alle condizioni precedenti il disturbo (Grimm e Wissel 1997) e dalla sua resistenza, cioè la capacità di tollerare il disturbo senza subire cambiamenti (Whelan 1995).

Gli effetti che un incendio produce sulla vegetazione sono diretta conseguenza della sua severità, intesa come magnitudo dell'impatto del fuoco sull'ecosistema forestale (Simard 1991; Agee 1993; Hardy 2005). Il fuoco può determinare un danno parziale o la completa eliminazione del soprassuolo arboreo; in quest'ultima situazione l'assenza di piante sopravvissute e la distanza dal bosco non percorso possono ostacolare la naturale ricolonizzazione dell'area (Espelta 2003).

Dopo un incendio, nella maggior parte dei casi, la vegetazione si ricostituisce spontaneamente, secondo un processo definito di ricostituzione passiva. Quest'ultima

rappresenta tendenzialmente la forma predominante di ricostituzione nelle aree percorse da incendio, tuttavia vi sono numerose situazioni in cui, per le ampie superfici percorse e/o per i valori di elevata intensità raggiunti oppure ancora a causa delle condizioni stazionali sfavorevoli, la copertura forestale è in grado di affermarsi solo in tempi molto lunghi. In questi casi è necessario prevedere, nel minor tempo possibile ed in un contesto di pianificazione territoriale, un intervento di ripristino dell'ecosistema forestale (ricostituzione attiva), che ne consideri sia la struttura che la funzione e che favorisca una più rapida successione secondaria del soprassuolo.

A seguito di un incendio boschivo di alta severità si può quindi decidere di non modificare la situazione creata dall'incendio (ricostituzione passiva) oppure intervenire mediante rimboschimenti o altri interventi idonei (ricostituzione attiva) (Brown *et al.* 2004). Tale scelta sarà influenzata non solo dalle condizioni e dal tipo di vegetazione presente prima e dopo l'incendio, ma anche dalle caratteristiche topografiche e climatiche dell'area.

Dall'analisi dell'area percorsa dal fuoco e dall'esame degli effetti che il fronte di fiamma ha causato è possibile determinare le aree che maggiormente necessitano di essere ripristinate, ossia individuare le priorità di intervento sul territorio in esame e stabilire le modalità e le tecniche da utilizzarsi per il ripristino del soprassuolo. L'esame dei principali effetti di un incendio e la conoscenza delle diverse possibilità di ricostituzione del soprassuolo rappresentano i principali strumenti operativi che possono essere utilizzati per la programmazione di interventi di ripristino della vegetazione su un determinato territorio. E' inoltre importante valutare l'ecologia delle specie che si vogliono mettere a dimora e di quelle che già sono presenti, senza trascurare le peculiarità del sito sul quale si vuole intervenire (Brown *et al.* 2004). Dopo aver effettuato

il rimboschimento è fondamentale un monitoraggio continuo allo scopo di controllarne lo sviluppo ed intervenire laddove la sua efficacia risulti ridotta.

In ogni caso, sia che si proceda ad un intervento attivo di ricostituzione, sia che si favoriscano i processi spontanei di successione secondaria, è importante progettare il ripristino di un soprassuolo non solo sulla base delle esigenze attuali, ma impostando l'intervento nell'ottica di ottenere una riduzione del pericolo di incendio nel futuro.

La ricerca attualmente in corso si prefigge l'obiettivo di analizzare le dinamiche di ricostituzione in una pineta di *Pinus sylvestris* L. percorsa da un incendio di chioma. All'interno dell'area sono presenti zone in cui sono stati effettuati interventi sperimentali di rimboschimento e zone interessate da dinamiche di ricostituzione naturale. Si vuole valutare l'efficacia degli interventi di rimboschimento rispetto alla condizione di non intervento al fine di delineare indicazioni gestionali sulle aree percorse da incendio boschivo in ambiente alpino.

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1 Area di studio

L'area oggetto di studio è situata in prossimità dell'abitato di Del, tra i comuni di Verrayes e Saint Denis (Aosta), dove in data 4 settembre 1995 si è sviluppato un incendio boschivo che ha interessato una superficie di 52 ha, di cui 36,1 ha di pineta di *Pinus sylvestris*, e 15,9 ha di prato.

L'area appartiene alle pinete endalpine basifile di pino silvestre caratterizzate da suoli poco evoluti o superficiali, fortemente carbonatici e ricchi di scheletro, l'alleanza è ad *Ononido-Pinion* e l'associazione *Ononido-Pinetum sylvestris* e *Odontito-Pinetum sylvestris* (Camerano *et al.* 2007).

Il forte vento e la pendenza iniziale hanno determinato lo sviluppo dell'incendio, ricondotto al genere *wind driven fire*, ossia un incendio condizionato principalmente dal vento (Cesti 1995).

Il 78% della superficie boscata è stata interessata da incendio di chioma attivo (Figura 1), favorito dall'uniformità dei combustibili aerei rappresentati dalle chiome dei pini, dal loro basso contenuto idrico e dalle condizioni meteorologiche sfavorevoli (Cesti 1995). Nei giorni precedenti l'incendio un forte vento da ovest (Föhn), ha determinato valori di umidità atmosferica inferiori al 50%.

L'anno successivo l'incendio è stato predisposto, dal Consorzio di Miglioramento Fondiario "Rû Chavacourt" con la supervisione della Direzione Foreste della Regione Valle d'Aosta, un progetto di ricostituzione boschiva al fine di mettere in sicurezza le aree con evidenti condizioni di dissesto idrogeologico e sperimentare differenti tipi di impianto artificiale. L'area percorsa è stata suddivisa in due lotti, il primo di 14,6 ha e il secondo di 20,2 ha. Le opere previste sono state però effettuate solo nel primo lotto.

Nel 1999 si è effettuato il taglio totale di tutti gli individui arborei la cui vitalità era stata compromessa dall'incendio, mentre sono state lasciate in piedi le piante ancora in vita con la funzione di porta seme. Nella primavera del 2000 si è intervenuti con la fase sperimentale di ricostituzione attiva.

Le prove sperimentali di rimboschimento hanno previsto la messa a dimora delle seguenti specie (in purezza o consociazione):

- *Pinus sylvestris* L.
- *Larix decidua* Mill.
- *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco
- Mix A (25 % *Prunus avium* L., 25 % *Sorbus aucuparia* L., 50 % *Sorbus aria* (L.) Crantz)
- Mix B (25% *Fraxinus excelsior* L., 25 % *Sorbus aucuparia* L., 50 % *Sorbus aria* (L.) Crantz)
- Mix C (25 % *Acer campestre* L., 25% *Fraxinus excelsior* L., 50 % *Sorbus aucuparia* L.)

con una densità di 2500 piante/ha per le conifere e 900 piante/ha per le latifoglie.

Per l'impianto di tutte le specie si è utilizzato postime in pane di terra. Ogni tipologia di rimboschimento ha previsto la messa a dimora delle piante in tre differenti condizioni: senza protezioni, con protezioni individuali (shelter a rete per le conifere, manicotti di materiale plastico alveolare per le latifoglie), con dischi pacciamanti. Gli shelter sono stati adottati per la loro funzione di protezione nei confronti di roditori ed ungulati, mentre i dischi pacciamanti sono stati impiegati allo scopo di ridurre l'insorgenza degli infestanti e di contenere l'evaporazione di acqua dal suolo alla base della pianta.

Poiché gli interventi sono stati effettuati solo su uno dei due lotti previsti, l'area del secondo lotto ha fornito un sito idoneo allo studio delle dinamiche di ricostituzione naturale. L'area percorsa dall'incendio è stata quindi suddivisa in tre zone, due delle quali lasciate a libera evoluzione (zona A e zona B) ed una (zona R) interessata dai rimboschimenti (Figura 2). La zona A include una superficie di 21 ha ad una quota compresa tra 1380 m e 1450 m s.l.m.; la zona B si estende per 17 ha tra 1250 m e 1350 m s.l.m., mentre il range di quota della zona R (superficie 14,6 ha) è compreso tra 1250 m e 1370 m s.l.m..

### 2.2 Fase di rilievo

Nella zona R sono state posizionate almeno 4 aree di 10 x 10 m ciascuna per ogni tipologia di impianto. La posizione delle aree è stata definita in maniera casuale in ambiente GIS e successivamente sono state materializzate sul terreno, per un totale di 59 plots.

Nelle zone a libera evoluzione, invece, sono stati tracciati transekti in direzione NS ed EO, lungo i quali sono stati collocati plots di 10 x 10 m a distanza di 30 m per la zona A e di 20 m per la zona B. Nella zona A sono state individuate 19 aree, mentre nella zona B ne sono state tracciate 14.

In ciascun plot, per tutte le zone, sono state rilevate specie, altezza, diametro alla base, a 50 cm ed a 130 cm, numero di polloni vivi e morti per le specie pollonifere, presenza/assenza di strobili per le conifere, presenza/assenza di patogeni, condizioni vegetative, posizione relativa rispetto ad un punto del plot (x;y). Per le condizioni vegetative a ciascuna pianta è stato assegnato un valore compreso tra 1 e 5, secondo una classificazione ordinale in cui 1 indica un individuo in ottime condizioni vegetative, mentre 5 identifica una pianta morente. Nel caso della zona R sono state suddivise le specie appartenenti alla rinnovazione naturale (Rn) o artificiale (Ra).

Per le zone a ricostituzione naturale (A e B) è stato inoltre effettuato un rilievo floristico mediante il Line Intersect Sampling (LIS), tracciando le diagonali di ogni plot ed effettuando una caduta ogni 50 cm.

### 2.3 Analisi preliminari

Le prime analisi svolte sono finalizzate alla caratterizzazione della struttura nelle tre zone, utilizzando gli indici di tipo distance-independent (von Gadow e Hui 2002) ed i tradizionali parametri dendrometrici, quali area basimetrica ed altezza media.

Per ogni specie di origine naturale presente nelle zone A e B e per la rinnovazione (sia naturale che artificiale) della zona R si è quindi calcolato l'Importance Value Index (Cottam e Curtis 1956; Behera e Misra 2006), che considera la densità relativa (RD), la dominanza relativa (RDom) e la frequenza relativa (RF) secondo la formula:

$$IVI \% = (RD + RDom + RF) / 3$$

Dove: RD è il numero di individui di una specie/numero di individui di tutte le specie\*100; RDom è l'area basimetrica totale di una specie/area basimetrica totale di tutte le specie\*100; RF è la frequenza di una specie/frequenza totale di tutte le specie\*100.

Per la caratterizzazione di ciascun plot sono stati calcolati i seguenti indici di  $\alpha$  diversità (Pitkanen 1998; Neumann e Starlinger 2001; Pommerening 2002; Magurran 2004) e di evenness (Pielou 1969, 1975):

- Ricchezza in specie:  $RI = N$  dove N è il numero di specie;
- Indice di diversità di Margalef: dove S è il numero di specie registrate e N è il numero totale di individui nel campione;
- Indice di diversità di Shannon: dove  $p_i$  è la proporzione degli individui trovati nella i-esima specie;
- Indice di diversità di Brillouin: dove  $n_i$  è il numero di individui della i-esima specie e N è il numero totale di individui;
- Indice di Evenness di Pielou: dove  $H'$  è l'indice di Shannon e S è il numero totale di specie.

Indici di  $\beta$  diversità (Magurran 2004) sono stati calcolati per le zone A e B, utilizzando i dati ottenuti dal rilievo floristico:

- Indice di Whittaker: dove S è il numero totale di specie rilevate nelle due zone mentre è la ricchezza media. Questo indice assume un valore compreso tra 0 ed 1 (0 indica assenza di diversità e 1 indica completa diversità);
- Indice di abbondanza di Sorensen: dove  $N_a$  è il numero totale di individui nella zona A,  $N_b$  è il numero totale di individui nella zona B e  $2jN$  è la somma di tutti i valori di abbondanza più bassi tra le specie trovate in entrambe le zone. Il valore di  $C_N$  può variare da 0 ad 1 (0 indica totale diversità in specie tra le due aree; 1 indica che le specie nelle due comunità sono esattamente le stesse).

Utilizzando i dati di posizione della rinnovazione, naturale e artificiale, si sta attualmente completando l'analisi dei patterns spaziali tramite indici afferenti alla Point Pattern Analysis (Ripley 1977; Wiegand *et al.* 1998).

### 3. RISULTATI PRELIMINARI

La rinnovazione naturale presente nella zona A è costituita da *Populus tremula* L. (747 piante/ha), *Pinus sylvestris* (705 piante/ha), *Salix caprea* L. (389 piante/ha), *Larix decidua* Miller (221 piante/ha), *Betula pendula* Roth. (132 piante/ha), *Quercus pubescens* Willd. (53 piante/ha) e *Picea abies* (L.) Karst (26 piante/ha). Nella zona B le specie arboree rilevate sono le medesime, ma con densità differente: *Pinus sylvestris* (1450 piante/ha), *Populus tremula* (621 piante/ha), *Quercus pubescens* (150 piante/ha), *Salix caprea* (129 piante/ha), *Betula pendula* (36 piante/ha), *Larix decidua* (36 piante/ha) e *Picea abies* (7 piante/ha).

In entrambe le zone la classe diametrica più rappresentata è quella di 1 cm con 300 piante/ha di pioppo nella zona A mentre nella zona B sono state rilevate 636 piante/ha di pino silvestre.

Il valore di IVI% più elevato nelle aree a rinnovazione naturale è relativo al pino silvestre. Per la zona A l'IVI% del pino silvestre è pari a 34,87 %, mentre per la zona B è di 56,12%.

I valori di  $\alpha$  diversità sono più elevati nella zona A rispetto alla zona B, con i seguenti valori per la zona A:  $D_{Mg}$  0,94;  $H'$  0,93; HB 0,75;  $J'$  0,23. I valori ottenuti per la zona B sono i seguenti:  $D_{Mg}$  0,76;  $H'$  0,65; HB 0,51;  $J'$  0,17. Per entrambe le zone la RI media delle specie arboree è 4.

Gli indici di  $\beta$  diversità hanno restituito valori di  $\beta_w$  0,32 e  $C_n$  0,63 con una RI pari a 62 per la zona A e 50 per la zona B.

Nelle aree in cui è stato effettuato il rimboschimento con pino silvestre si osserva per la rinnovazione artificiale una mortalità variabile tra il 15% e il 30%. Il diametro al colletto e l'altezza media sono più elevati nel trattamento senza protezione. La specie di Rn con frequenza maggiore è il pioppo, salvo nel trattamento a dischi pacciamanti in cui troviamo principalmente salice e quercia.

Le aree con rimboschimento di larice presentano una mortalità più elevata, variabile tra il 30 e il 50%. Il diametro al colletto e l'altezza media sono più elevati per i trattamenti con dischi pacciamanti e senza protezioni. La specie di Rn più frequente è in tutte le aree il pino silvestre.

Nel rimboschimento di latifoglie la quasi totalità delle piante di Ra si presenta morta o morente, la rinnovazione naturale è rappresentata da pino silvestre e pioppo.

In tutti i trattamenti i valori percentuali di IVI sono più elevati per il pino silvestre, per il pioppo e per la quercia.

### 4. DISCUSSIONE

Lo studio è al momento nelle sue fasi iniziali e si possono quindi solo effettuare osservazioni preliminari. Risulta chiaro, però, che gli interventi sperimentali non hanno sortito l'effetto voluto, soprattutto nel caso dei rimboschimenti con latifoglie caratterizzati da una percentuale di sopravvivenza assai ridotta. Tra le differenti tecniche di impianto, l'adozione degli shelter tubolari non ha prodotto effetti positivi, anzi ha causato i più alti tassi di mortalità registrati. Infatti questo tipo di protezione è utile nei confronti di possibili danni creati dalla fauna, ma può determinare al suo interno un microclima sfavorevole alla crescita delle piante (Oliet e



Jacobs 2007; del Campo *et al.* 2006) e modificarne negativamente il portamento.

Il più alto tasso di sopravvivenza si è invece riscontrato per il pino silvestre con tutte le tecniche di impianto sperimentate. Anche nelle aree caratterizzate da ricostituzione naturale il pino prevale rispetto a tutte le altre specie. La predominanza del pino silvestre può essere spiegata in primo luogo dall'ecologia della specie, che ben si adatta a suoli poveri in nutrienti ed acqua (Agee 1998) ed tollera gli stress (Regione Piemonte e Regione Autonoma Valle d'Aosta 2008). In secondo luogo, grazie alla vicinanza dell'area percorsa con il bosco indisturbato

ed alla presenza di piante sopravvissute all'interno dell'area (Ordóñez *et al.* 2005) è assicurata una buona dispersione del seme.

Sebbene le dimensioni dell'area siano ridotte, si osservano differenze tra le zone A e B, sia dal punto di vista della densità di rinnovazione sia dal punto di vista floristico. Tali differenze sono in parte imputabili a variazioni di topografia, ed in parte dovute a differenze microstazionali che si vogliono caratterizzare nel corso della ricerca.

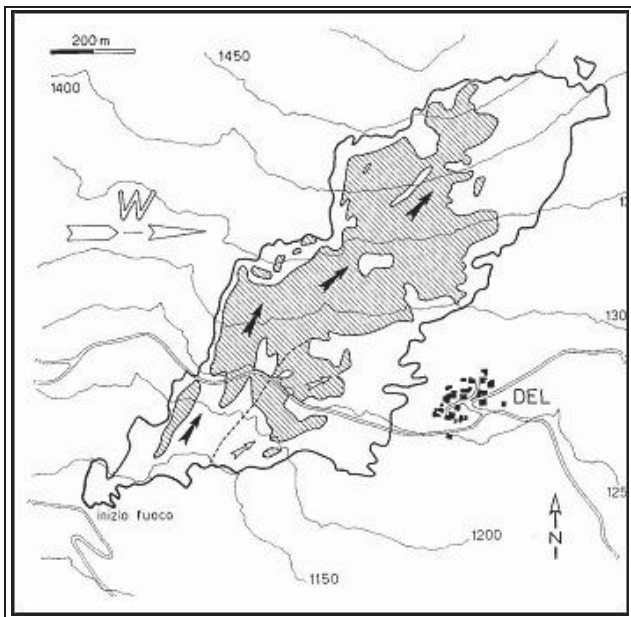


Figura 1. Planimetria dell'incendio boschivo di Verrayes del 04 Settembre 1995. Le frecce nere indicano la direzione di propagazione del fuoco durante la prima fase di estensione, mentre quelle vuote l'attività della lingua laterale. L'area tratteggiata indica le zone di pineta distrutte dal fuoco di chioma (Cesti 1995).

Figure 1. Verrayes fire perimeter. Black arrows show the fire propagation during its first phase of expansion, while empty arrows show the extension of the side tongue. The hatched area shows the pine forest destroyed during the crown phase (Cesti 1995).

Figure 1. Planimétrie de l'incendie de forêt de Verrayes. Les flèches noires indiquent la direction de propagation du feu dans la première phase d'extension, les vides la propagation de la langue latérale. La zone hachurée indique les zones de la forêt de pins détruites par le feu feuillage (Cesti 1995).

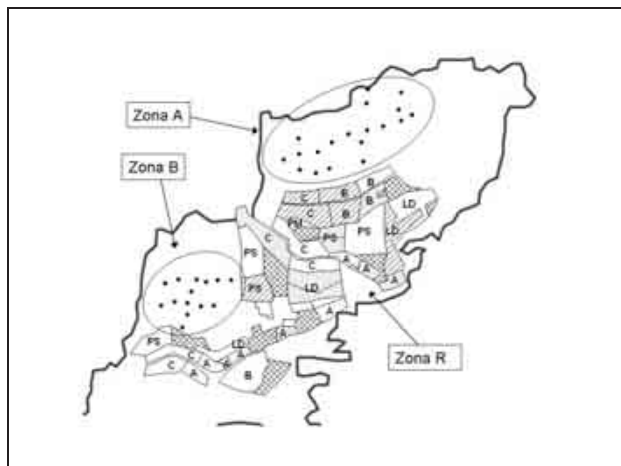


Figura 2. La carta mostra le tre zone A (libera evoluzione), B (libera evoluzione) e R (rimboschimenti). Le lettere indicano le diverse specie arboree usate: A (25 % *Prunus avium*, 25 % *Sorbus aucuparia*, 50 % *Sorbus aria*), B (25% *Fraxinus excelsior*, 25 % *Sorbus aucuparia*, 50 % *Sorbus aria*), C (25 % *Acer campestre*, 25% *Fraxinus excelsior*, 50 % *Sorbus aucuparia*), PS (*Pinus sylvestris*), LD (*Larix decidua*), PM (*Pseudotsuga menziesii*). Gli sfondi delle aree indicano le diverse tecniche usate: nessuno sfondo = rimboschimenti senza protezioni; linee parallele = rimboschimenti con gli shelter; puntinato = dischi pacciamanti; griglia = salvage logging.

Figure 2. Map shows the tree zones A (natural restoration), B (natural restoration), R (reforestation). Letters illustrate different species used for the reforestation: A (25 % *Prunus avium*, 25 % *Sorbus aucuparia*, 50 % *Sorbus aria*), B (25% *Fraxinus excelsior*, 25 % *Sorbus aucuparia*, 50 % *Sorbus aria*), C (25 % *Acer campestre*, 25% *Fraxinus excelsior*, 50 % *Sorbus aucuparia*), PS (*Pinus sylvestris*), LD (*Larix decidua*), PM (*Pseudotsuga menziesii*). Each background in the figure illustrate the different reforestation techniques: empty = no protection device; hatched = with shelter; dotted = with tree mats; grided = salvage logging.

Figure 2. La carte montre les trois zones A (évolution libre), B (libre développement) et R (reboisement). Les lettres indiquent les différentes essences d'arbres utilisés: A (*Prunus avium* 25%, 25% *Sorbus aucuparia*, 50% *Sorbus aria*), B (25% *Fraxinus excelsior*, 25% *Sorbus aucuparia*, 50% *Sorbus aria*), C (25% *Acer campestre*, 25% *Fraxinus excelsior*, 50% *Sorbus aucuparia*), PS (*Pinus sylvestris*), LD (*Larix decidua*), PM (*Pseudotsuga menziesii*). L'arrière-plan des zones indique les différentes techniques utilisées: vide = boisement sans protections, lignes parallèles = reboisement avec abris, points = reboisement avec mulching; grille = salvage logging.

## SUMMARY

### ACTIVE AND PASSIVE RESTORATION IN A *PINUS SYLVESTRIS* L. FOREST AFTER A HIGH-SEVERITY CROWN FIRE

The aim of this work is to study the effects of a high severity wildfire in a *Pinus sylvestris* L. stand. Passive and active restoration options were investigated in order to define the most suitable and effective post-fire management practices.

The study area is located into the municipality of Verrayes (AO), where on 04 September 1995 a crown fire burned a pine stand, severely damaging 36 ha of forest. The burned area was divided into three zones. Two of them were not treated after the fire and are thus interested by natural restoration processes. The last one was instead subjected to salvage logging followed during the year 2000 by a reforestation project, with different tree species and plantation techniques. In each area plots of about 10 x 10 m were placed along transects within the naturally regenerating areas and randomly in the reforested one. In each plot the position of seedlings and saplings, together with their main size parameters were recorded.

Within plots we are analysing tree mortality and encroachment, spatial patterns and biodiversity in the tree, shrub and herbaceous layers. The ongoing investigation will identify the most effective treatment and the real usefulness of active interventions compared with natural recovery.

## RÉSUMÉ

### RECONSTITUTION ACTIVE ET PASSIVE DANS UNE FORÊT DE *PINUS SYLVESTRIS* L. AFFECTÉE PAR UN FEU DE CIMES

Le principal objectif de cette recherche c'est l'analyse des effets d'un incendie de forêt dans une forêt de pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.). Afin de mieux guider les décisions d'aménagement adressées à la reconstitution forestière on veut comprendre ce qui est la meilleure choix entre une activité de reconstitution active et passive.

Le site d'étude est située dans la municipalité de Verrayes (AO), près de laquelle il y avait un incendie de grande gravité couronne le 04 Septembre 1995 dans une forêt de pins d'origine naturelle, qui a endommagé 36 ha de forêt. La zone couverte a été divisée en trois zones, deux laissé au libre développement et l'autre soumis à des reboisements, réalisés en 2000 avec différentes essences d'arbres et types de matériel. Dans chaque secteur ont été placés des placettes de 10 x 10 m long des transects dans les zones à régénération naturelle et de façon aléatoire dans les zones reboisées. Dans chaque parcelle a été détecté la position de la régénération et les principaux paramètres.

On analysera la structure de différents domaines, le schéma de la distribution spatiale et la biodiversité dans la couche verger, d'arbustes et de plantes herbacées. L'analyse en cours permettra d'identifier entre les traitements le plus efficace et de rapporter les résultats obtenu avec les secteurs à libre évolution avec seulement la régénération naturelle.

## BIBLIOGRAFIA

- Agee J.K., 1993 - *Fire Ecology of Pacific Northwest Forests*. Island Press, pp. 493.
- Agee J.K., 1998 - *Fire and pine ecosystems*. In: Ecology and biogeography of Pinus. Richardson D.M., Cambridge University Press, Cambridge, pp.193-218.
- Behera S.K., Misra M.K., 2006 - *Floristic and structure of herbaceous vegetation of four recovering forest stands in the Eastern Ghats of India*. Biodiversity and Conservation 15: 2263-2285.
- Brown R.T., Agee J.K., Franklin J.F., 2004 - *Forest restoration and fire: principles in the context of place*. Conservation Biology 18 (4): 903-912.
- Brugger S., Fonti P., Kaiser K.F., Conedera M., 2007 - *Effetto di un incendio di superficie sulla crescita di castagni e ontani neri sul versante sudalpino Svizzero*. Bollettino della Società ticinese di Scienze naturali 95: 15-22.
- Camerano P., Terzuolo P.G., Varese P., 2007 - *I Tipi Forestali della Valle d'Aosta*. Compagnia delle Foreste, Arezzo, pp. 240.
- Cesti G., 1995 - *Parametri meteorologici ed incendi boschivi in Valle d'Aosta*. Nimbus 9: 13-24.
- Cottam G., Curtis J.T., 1956 - *The use of distance measures in phytosociological sampling*. Ecology 37 (3): 451-460.
- DeBano L.F., Neary D.G., Ffolliott P.F., 1998 - *Fire's effects on ecosystems*. John Wiley and Sons, New York, pp. 333.
- del Campo A.D., Navarro R.M., Aguilera A., Gonzalez E., 2006 - *Effect of tree shelter design on water condensation and run-off and its potential benefit for reforestation establishment in semiarid climates*. Forest Ecology and Management. 235: 107-115.
- Espelta J.M., Retana J., Habrouk A., 2003 - *An economic and ecological multi-criteria evaluation of reforestation methods to recover burned Pinus nigra forests in NE Spain*. Forest Ecology and Management 180: 185-198.
- Grimm V., Wissel C., 1997 - *Babel, or the ecological stability discussion: an inventory and analysis of terminology and a guide for avoiding confusion*. Oecologia 109: 323-334.
- Hardy C., 2005 - *Wildland fire hazard and risk: Problems, definitions, and context*. Forest Ecology and Management 211: 73-82.
- Magurran A.E., 2004 - *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, pp.256.
- Neumann M., Starlinger F., 2001 - *The significance of different indices for stand structure and diversity in forests*. Forest Ecology and Management 145: 91-106.
- Oliet J.A., Jacobs D.F., 2007 - *Microclimatic conditions and plant morpho-physiological development within a tree shelter environment during establishment of Quercus ilex seedlings*. Agricultural and Forest Meteorology. 144: 58-72.
- Ordóñez K.L., Retana J., Espelta J.M., 2005 - *Effects of tree size, crown damage, and tree location on post-fire survival and cone production of Pinus nigra trees*. Forest Ecology and Management, 206: 109-117.
- Pielou E.C., 1969 - *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley, Interscience, New York, pp. 286.

- Pielou E.C., 1975 - *Ecological Diversity*. John Wiley and Sons, New York, pp. 165.
- Pitkanen S., 1998 - *The use of diversity indices to assess the diversity of vegetation in managed boreal forest*. *Forest Ecology and Management* 112: 121-137.
- Pommerening A., 2002 - *Approaches to quantifying forest structures*. *Forestry* 75 (3): 305-324.
- Regione Piemonte, Regione Autonoma Valle d'Aosta, 2008 - *Il deperimento del pino silvestre nelle Alpi occidentali: natura e indirizzi di gestione*. Compagnia delle Foreste, Arezzo, pp.128.
- Reyes O., Casal M., 2004 - *Effects of forest fire ash on germination and early growth of four pinus species*. *Plant ecology* 175: 81-89.
- Ripley B.D., 1977 - *Modelling spatial patterns (with discussion)*. *Journal of the Royal Statistical Society B* 39: 172-212.
- Simard A., 1991 - *Fire severity, changing scales, and how things hang together*. *International Journal of Wildland Fire* 1(1): 23-34.
- Trabaud L., 1987 - *Fire and survival traits of plants In: The role of fire in ecological systems*. A cura di L. Trabaud. SPB Academic Publishing, pp. 157.
- von Gadow K., Hui G.Y., 2002 - *Characterizing forest spatial structure and diversity*. "Sustainable Forestry in Temperate Regions". Proceedings of the SUFOR International Workshop, Lund, Sweden.
- Whelan R. J., 1995 - *The ecology of fire*. Cambridge University Press, pp. 346.
- Wiegand T., Moloney K.A., Milton S.J., 1998 - *Population dynamics, disturbance, and pattern evolution: identifying the fundamental scales of organization in a model ecosystem*. *The American Naturalist* 152: 321-337.

## ESPERIENZE DI *PRESCRIBED BURNING* IN SARDEGNA

(\*) *Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Regione Sardegna*

Nel 2003 gli incendi boschivi nel sud Europa hanno messo in luce la trasformazione di un fenomeno antico in una nuova spesso terribile emergenza con caratteri di protezione civile.

Gli incendi del 2007 ne hanno riconfermato la gravità e l'urgenza di elaborare nuove strategie per ridurre i danni non solo al patrimonio ambientale ma, soprattutto, a persone e beni materiali.

Nel quadro del progetto europeo denominato "Fire Paradox – An innovative approach of integrated wildland fire management regulating the wildfire problem by the wise use of the fire: solving the fire paradox" iniziato nel marzo 2006 ed attualmente in corso, la Sardegna è partner operativa con il CFVA in diversi workpackages dedicati a pratiche di fuoco prescritto nella prevenzione e di controfuoco nella lotta attiva agli incendi, con scambi di esperienze con altri paesi europei, in particolare Portogallo, Francia, Spagna (Catalogna); particolare attenzione è dedicata alla lezione da imparare dall'analisi dei grandi incendi del passato.

I "grandi incendi forestali" manifestano la loro devastante avanzata a prescindere dalle imponenti misure di lotta attivate: si pone così il problema della gestione, anche mediante il fuoco, di biomasse e necromasse nelle campagne e nei boschi, accumulate talvolta per "assenza di selvicoltura", per abbandono, per cambiamento culturale nella gestione del territorio.

Sono stati individuati in Sardegna una serie di siti per la dimostrazione dell'uso del fuoco prescritto nella prevenzione degli incendi boschivi; questa tecnica può essere, insieme ad altre buone pratiche selvicolturali, una possibile via per ridurre intrinsecamente la rapidità di espansione del fuoco selvaggio ed un adatto training per la comprensione delle dinamiche del fuoco durante l'incendio nella prospettiva di migliorare la capacità di analisi e di estinzione dello stesso da parte degli operatori forestali.

Nel lavoro si presentano le schede descrittive dei siti su cui nel 2007 sono state svolte le prove di *prescribed burning*.

*Parole chiave:* fuoco prescritto, Sardegna.

*Key words:* prescribed burning, Sardinia.

*Mots clés:* brulage dirigé, Sardinia.

### 1. PREMESSA

Per "fuoco prescritto" si intendono ordinariamente quelle pratiche di "applicazione del fuoco alla vegetazione forestale in definite condizioni meteorologiche, vegetazionali, topografiche (condizioni prescritte) tali da raggiungere uno o più obiettivi" (Molina, 2006):

1. ridurre la biomassa in eccesso rispetto a parametri predefiniti di gestione;
2. modificare la biomassa arbustiva o erbacea (a fini di rinnovazione);
3. svolgere un training operativo per meglio comprendere la dinamica dell'incendio. Questo terzo obiettivo in realtà è una derivata delle due precedenti, di cui si avvantaggiano soprattutto gli operatori della lotta antincendio.

La FAO definisce il fuoco prescritto: "*prescribed burning* (quema prescrita, abbruciamento prescritto, kontrolliertes brennen, brulage dirigé, brulage controlé) is the controlled application of fire to wildland fuels in either natural or modified state, under specific environmental conditions which allows the fire to be confined to a predetermined area and at the same time to produce the intensity of heat and rate of spread required to attain planned resource management objectives".

In generale il fuoco ha, in Sardegna come in tutte le regioni di antica civiltà, costituito da sempre una modalità di gestione delle biomasse in contesto prevalentemente pasto-

rale o agropastorale soprattutto alla fine dell'estate, nel momento del necessario rinnovo dei pascoli e della eliminazione delle erbe indesiderate; mai dentro il bosco se non per asservirlo alle esigenze del pascolo.

Il fuoco autorizzato è previsto nelle Prescrizioni Regionali antincendio introdotte con la L. 353/00 e prima con le Ordinanze regionali in vigore della L. 47/75; tuttavia questa possibilità talora associa l'empirismo e l'esperienza pratica del pastore all'atto meramente burocratico da parte della P.A., senza riscontri scientifici sulle modalità di applicazione e sugli effetti reali alla vegetazione ed al suolo; il fuoco "autorizzato" è sempre stato considerato attività tollerata ma non ben condivisa e da considerarsi sempre e comunque negativa, anche quando applicato in modi "legali". Solo oggi si comincia a rivedere la possibilità di utilizzo in termini di strumento culturale.

Esperienze di fuoco prescritto in Sardegna sono state descritte in tesi di laurea (Massaiu, 1999); alcuni autori italiani (Buresti *et al.*, 1983) hanno pubblicato una rassegna sulle tecniche di fuoco prescritto: risulta che il loro lavoro venne preparato (informazione personale) da un'indagine non pubblicata sulle tecniche di realizzazione delle fasce antincendio con l'uso del fuoco nella Foresta Demaniale di Montimannu (Ca).

Il Progetto europeo denominato "Fire Paradox – An innovative approach of integrated wildlandfire management



regulating the wildfire problem by the wise use of the fire: solving the fire paradox”<sup>(2)</sup> avviato nel marzo 2006 ha come partners italiani ARBOPAVE-UNINA (Dipartimento di Arboricoltura, Botanica, Patologia Vegetale, Università di Napoli FedericoII, Portici) e il Corpo forestale e di Vigilanza Ambientale della Regione Sardegna.

Il progetto nella sua complessità è rappresentato dal diagramma allegato (fig. 1).

La attività del CFVA nel progetto “Fire Paradox” in relazione al fuoco prescritto sono inserite in particolare nei moduli 5, 8 e 9.

All’interno del modulo 9 il CFVA ha individuato nel corso dell’inverno 2006-2007 alcune parcelle forestali sulle quali svolgere delle prove di fuoco prescritto nel quadro della rete europea di siti dimostrativi del progetto.

Le parcelle sono state individuate all’interno di pinete litoranee, nella considerazione che il popolamento di origine artificiale, l’uso turistico che d’estate determina un alto rischio per l’incolumità delle persone in caso di incendio, la morfologia non particolarmente complessa su sabbie dunali rendeva possibile l’approccio ad una tecnica innovativa per l’isola e condizioni di training del personale del CFVA tali da ottimizzare il lavoro.

Le parcelle effettivamente sottoposte a prove di fuoco prescritto sono state individuate nella pineta litoranea di Is Arenas, parte di proprietà comunale (Narbolia, OR) ed in quella di proprietà INPS di Matzaccara (provincia amm.va di Iglesias).

Altre parcelle sono state individuate in altri siti, come ad es. la pineta di Ugolio (Nuoro) interessata dal devastante incendio del 23 luglio 2007 e nella quale, per ragioni operative, non si svolsero le operazioni di fuoco prescritto durante l’inverno precedente.

Ancora altre operazioni di fuoco prescritto sono state effettuate su pascoli naturali e sugherete aperte nella regione geografica della Planargia (Nu) in concomitanza con le autorizzazioni al rinnovo dei pascoli previste dalle prescrizioni regionali antincendio 2006.

## 2. DESCRIZIONE DELLE PARCELLE DI FUOCO PRESCRITTO IN PINETA

### 2.1 Pineta Is Arenas, Narbolia, (OR), Lat. 40,064938°, Long. 8,486131°

Area attigua alle parcelle C.R.A. relative a un protocollo sperimentale di diradamento. Impianto a prevalenza di *Pinus pinea* del 1951-58, denso, monoplano, altezza variabile 9-18 m. a seconda della morfologia, scarso sottobosco, discontinuità verticale netta del combustibile, lettiera indecomposta abbondante, con pacchetti di accumulo soprattutto al piede delle piante più grosse. Suoli su sabbie Lithic Xeropsamments. Data delle operazioni: 14-15 marzo 2007 e successivi.

Condizioni meteo nell’area e nei giorni del fuoco prescritto: cumolato di pioggia nella settimana precedente 15 mm., T° aria alle ore 12,30 16°C, U.R. 64%, intensità del vento 2,02 m/s da Ovest; il giorno precedente aghi superficiali fino alla profondità di mm.15 asciutti, lettiera sottostante umida; il giorno delle operazioni aghi asciutti fino a mm.30, lettiera sottostante meno umida del giorno precedente. In prossimità del colletto delle piante aghi asciutti fino a mm. 50-60.

### 2.2 Pineta Punta Trettu di Matzaccara, Comune di S.Giovanni Suergiu (Iglesias), Lat. 39,122192°, Long. 8,438345°

Impianto in parcelle regolari a prevalenza di *Pinus canariensis* e *Pinus pinea* del 1956-57, molto denso, altezza del popolamento di *P. canariensis* 13-16 m., altezza popolazione di *P. pinea* 8-12 m., importante continuità verticale del combustibile, abbondante lettiera indecomposta, con pacchetti di accumulo al piede delle piante. Suoli su sabbie Lithic Xeropsamments. Data delle operazioni: 16-17 aprile.

Condizioni meteo nell’area e nei giorni del fuoco prescritto: cumolato di pioggia nella settimana precedente mm. 18,5 T° , media dell’aria 15°C , U.R. 63% , intensità del vento media 2,05 m/s con calma di vento per 7-14 ore, da brezze variabili. I due giorni precedenti assenza di precipitazioni, il giorno delle operazioni aghi asciutti fino a 30 mm. di profondità, lettiera sottostante umida debolmente.

## 3. MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DEL FUOCO PRESCRITTO

A Is Arenas, dopo una fase preliminare di presentazione delle modalità di realizzazione delle operazioni, anche alla presenza di rappresentanti dell’amministrazione comunale per informazione, e dopo aver eseguito una piccola parcella di 10 mq., previa delimitazione di una fascetta nuda con rastro larga 50 cm., con direzione controvento e contropendenza seguendo le morfologie della duna è stato dato avvio al fuoco attraverso l’uso di “drip-torch” usate da personale del Corpo forestale e di vigilanza Ambientale della Regione Sarda.

L’andamento del fuoco è stato per linee successive lungo le curve di livello in direzione perpendicolare e contraria al vento, in alcuni casi è stato per macchie.

I lavori sono stati condotti dalle ore 13 del 14 marzo fino al tramonto e ripresi l’indomani dalle 10 alle 15 circa, controllati da circa 20 operatori del CFVA muniti di attrezzi manuali, atomizzatori ed un’autobotte per sicurezza.

Lo sviluppo del fuoco è stato lento (<50 m/ora), con fiamme basse (<50 cm.) e inclinate, fumo obliquo a testimonianza di un buon drenaggio del calore lontano dalle chiome.

Complessivamente sono stati sottoposti al fuoco prescritto circa 2 ha.

Le criticità rilevate sono dovute all’esigenza di controllare che il fuoco non si insinuasse al pedale degli alberi dove risultava un maggiore accumulo di aghi, e il persistere di aree calde anche durante la notte delle operazioni, durante la quale diversi cittadini hanno segnalato la presenza di fumo in pineta interpretato come segno di incendio.

Nella pineta di Punta Trettu le operazioni si sono svolte con le medesime modalità su due distinte parcelle di *P. pinea* e *P. canariensis* per complessivi 1,00 ha. ; anche in questo caso l’area è stata delimitata con rastro ed atomizzatore (fascette larghe 50 cm.) e il fuoco è stato indirizzato secondo una pendenza più debole ed in presenza di vento meno costante che ad Is Arenas; lo sviluppo del fuoco è stato lento (<50 m/ora), d’altra parte la marcata continuità verticale del combustibile e la maggiore massa combustibile hanno determinato fiamme variabili e talora superiori a 1,00 m. di altezza, controllate con l’uso di acqua; il fumo è stato sempre inclinato a ragione di deboli venti topografici.

Le criticità maggiori sono derivate dalle segnalazioni dei cittadini e del sindaco, non precedentemente informati, che hanno interpretato il fuoco prescritto come un vero incendio e hanno manifestato contrarietà.

Nel corso dell'inverno 2008-09 saranno ripresi i lavori di fuoco prescritto in aree forestali dell'isola, soprattutto pinete ed eucalipteti in prossimità di centri abitati o insediamenti turistici per ridurre il pericolo di incendio durante l'estate.

I primi risultati appaiono soddisfacenti, in relazione ad assenza di danni al popolamento e obbiettiva riduzione di masse combustibili più esposte a fuochi selvaggi provenienti dall'esterno tali da trasformare il fuoco da radente a fuoco di chioma con tutte le temibili conseguenze.

## 5. CONCLUSIONI

L'applicazione del fuoco prescritto, realizzato da personale esperto, può essere una opportunità di gestione delle biomasse accumulate per evitare che si rendano disponibili d'estate all'incendio; il fuoco prescritto, praticato in inverno o in primavera, riduce il materiale secco evitando la liberazione di energie che creino danno al suolo ed all'humus.

La finalità della prevenzione incendi con l'uso del fuoco prescritto può essere raggiunta in maniera relativamente semplice nelle pinete litoranee o in altre formazioni artificiali come gli eucalipteti, approfittando di adatte finestre climatiche; più problematica è l'azione su macchia mediterranea e su formazioni sempreverdi.

Importante risultato raggiungibile con il fuoco prescritto è il training sul maneggio del fuoco che genera comprensione del suo comportamento (velocità, espansione, cambiamento dei fronti etc.) a seconda del variare dei fattori morfologici, meteorologici, vegetazionali e contribuisce se applicato con costanza a formare gli operatori non come semplici addetti allo spegnimento ma come "analisti dell'incendio", figura oggi assolutamente necessaria per svolgere la funzione di Direttore delle operazioni di spegnimento previsto dalla normativa vigente.



Foto 1. Differenze di biomassa in pineta di *P. canariensis* (a sinistra la parte sottoposta a fuoco, a destra la situazione di partenza).



Foto 2. Distribuzione delle ceneri dopo il fuoco prescritto; si noti il segno del fuoco al piede degli alberi.

		Specialità	Coordinamento			Modulo 1	
Dominio	Ricerca	Meccanismi fisici	WP 13.1 Integrazione sui fuochi prescritti	WP 13.2 Integrazione sull'iniziazione agli incendi	WP 13.3 Integrazione sulla propagazione degli incendi	Modulo 2	
		Meccanismi biologici				Modulo 3	
		Scienze sociali ed umane				Modulo 4	
		Valutazione del rischio e mappatura				Modulo 5	
		Sviluppo tecnologico				Modulo 6	
		Politiche e valutazioni delle pratiche				Modulo 7	
	Sviluppo	Monitoraggio real time degli incendi e analisi degli incendi passati				WP 13.4 Integrazione sul controfuoco	Modulo 8
		Dimostrazione di fuochi prescritti e controfuochi					Modulo 9
		Trainings accademici e professionali					Modulo 10
		Strategie di informazione pubblica					Modulo 11
		Supporto alle decisioni politiche					Modulo 12
							Integrazione per risolvere il "paradosso del fuoco"
Disseminazione							

Figura 1. Struttura dei moduli del progetto fire Paradox.

## SUMMARY

### PRESCRIBED BURNING EXPERIENCES IN SARDINIA

In 2003 the occurrence of several wildfires in South Europe has shown how an ancient phenomenon has transformed into a new, terrible emergency, related to civil protection.

The 2007's wildfires have confirmed the gravity and the urgency in elaborating new strategies, in order to reduce damages not only to the environmental heritage, but also to people and material goods.

Sardinia is an operative partner, together with its CFVA, of the European project "Fire Paradox- An innovative approach of integrated wildland fire management regulating the wildfire problem by the wide use of fire: solving the fire paradox". This project started in March 2006 and it is still working: Sardinia is involved in several workshops that deal mostly with the use of prescribed burning in the prevention and the use of suppression fire in the fight against wildfires, with a huge sharing of experiences with different European countries such as Portugal, France, Spain (Catalonia) and the analysis of the greatest wildfires of the past, that give to everyone a good lesson to learn.

The "great wildfires" manifest their devastating advance in spite of the huge preventive measures and the problem that suddenly comes out is that of the management (even with the help of fire) of biomass and necromass in fields and woods: biomass and necromass in fact accumulate there because of the absence of selviculture, or because the field has been abandoned or because of a cultural change in the territorial management.

Sardinia has provided several sites for the use of prescribed burning for the prevention of wildfires in useful demonstrations. This technique can be, together with some other good selvicultural practices, a possible way to reduce the rapidity of expansion of the wildfire and a good training for the comprehension of the fire itself, in order to improve the analytic skills of the forest operators and their abilities of extinction of the fire. In the following work we present some descriptive papers of the sites in which there have been performed some demonstrations of prescribed burning in 2007.

## RÉSUMÉ

### EXPERIENCES DE BRULAGE DIRIGÉ EN SARDAIGNE

Pendant le 2003 les incendies de forêt dans le Sud de l'Europe ont mis en évidence la transformation d'un phénomène antique en une nouvelle et terrible émergence ayant caractère de Protection Civile.

Les incendies du 2007 ont confirmé la gravité et l'urgence d'élaborer de nouvelles stratégies pour réduire les dommages à l'héritage de l'environnement et, surtout aux personnes et aux choses.

Dans le cadre du Project européen «Fire Paradox - An innovative approach of integrated wildland fire management regulating the wildfire problem by the wide use of fire: solving the fire paradox» qui est commencé durant le mois de mars 2006 et aujourd'hui encore en phase d'actualisation, la Sardaigne est, avec le CFVA, partenaire opérative en différents work packages liés à la practice du brûlage dirigé dans la prévention et du contre-feu dans la lutte active contre les incendies de forêt, avec beaucoup d'échanges d'expériences avec d'autres pays européens (Portugal, France, Espagne, Catalogne); une particulière attention est dédiée à la leçon à apprendre partant de l'analyse des grands incendies passés.

Les grands «incendies forestiers» se développent sans relation avec les grandes formes de lutte organisée: il est donc nécessaire de gérer, même avec le feu, les biomasses et les nécromasses, qui se sont accumulées dans les campagnes et les forêts, parfois à cause de l'absence de sylviculture, par abandon, ou bien encore comme conséquence de changements culturels dans la gestion du territoire.

On a choisi en Sardaigne une série de sites pour la démonstration de l'utilisation du brûlage dirigé dans la prévention des incendies de forêt; cette technique peut devenir, avec de bonnes pratiques de sylviculture, une possibilité pour réduire la rapidité d'expansion du feu sauvage et un bon training pour comprendre les dynamiques du feu durant l'incendie, dans la perspective d'améliorer l'analyse et même la capacité d'extinction des opérateurs forestiers.

Dans ce travail on présente les fiches descriptives des lieux où durant le 2007 on a réalisé les preuves de brûlage dirigé.

## BIBLIOGRAFIA

- Buresti E., Sulli M., 1983 - *Il Fuoco, strumento culturale?* Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo, Vol. Xiv, Pagg. 354-385.  
Contratto N. Eu Fp6-018505.  
Massaiu A., 1997-98 - *Il fuoco come tecnica di gestione territoriale. applicazioni di fuoco prescritto in Sardegna*. Tesi di Laurea Università degli Studi di Firenze.  
Molina D., 2006 - *Las Quemadas Prescritas, Herramienta Para Prevencion De Incendios, Regeneration De Pastos, Naturalizacion De Pinares, Restauracion Ecologica*. Ed. Cabildo De Gran Canaria.

## SISTEMA DI RILEVAMENTO INCENDI: *FIREWATCH*

(\*) *ETG Risorse e Tecnologia, Asti*

Il progetto consiste nella realizzazione e gestione di un sistema di rilevamento incendi, denominato *FIREWATCH*, che potesse superare i limiti degli attuali sistemi per il monitoraggio di vaste aree. Si descrive il funzionamento del sistema e si riportano i dati ottenuti durante il suo funzionamento nel 2005 in una regione della Germania.

L'obiettivo che ci si è posto è di riuscire a limitare la quantità di superficie danneggiata, andando a rilevare l'incendio nel suo stato iniziale, in modo da poter intervenire quando ancora l'area interessata è limitata.

Il sistema ha dato i seguenti risultati:

- Tempestività di allarme: rilevando il fumo, si interviene in modo tempestivo prima che la combustione del materiale vegetale sia ingente.
- Localizzazione dell'evento: oltre ad avere la visione della zona interessata, una mappa digitale del terreno consente l'accurata localizzazione.
- Dati storici: il sistema tiene memoria delle immagini e dello sviluppo dell'evento (possibilità di creare un catasto incendi).
- Bassa probabilità di falso allarme: l'uso è stato caratterizzato da un tasso molto basso di falso allarme.
- Funzionalità notturna: il sistema dà la medesima prestazione anche in notturna.

Attraverso tali risultati, la conclusione è stata una diminuzione della superficie boschiva interessata dagli incendi di almeno 10 volte. Dopo un'analisi dei dati relativi all'Italia, si valuta la possibile applicazione del sistema nel territorio italiano e se ne mette in evidenza la potenziale efficacia.

*Parole chiave:* incendi, rilevamento, gestione.

*Key words:* fires, detection, management.

*Mots clés:* incendies, détecter, gestion.

### 1. INTRODUZIONE AL PROBLEMA

I sistemi di rilevamento incendi hanno avuto nel loro sviluppo una storia discontinua, fatta di sperimentazioni, abbandoni e poi riprese, le quali tuttavia non hanno avuto seguito nel tempo. Le tecnologie adottate, anche se valide da un punto di vista tecnico, richiedevano una manutenzione onerosa. Ciò ha portato all'abbandono di tali sistemi, che restano installati e inutilizzati. Si è dunque cercato di prestare particolare attenzione anche a questi aspetti, che se dal punto di vista tecnico sono secondari, diventano invece basilari affinché un ente possa curare e salvaguardare un bosco dagli incendi in modo affidabile e poco oneroso per la propria spesa corrente.

Il risultato del lavoro è la valutazione dei risultati ottenibili col sistema *Firewatch*, qui descritto, analizzando i dati degli incendi boschivi in Italia e facendo un relativo confronto con i risultati che tale sistema ha dato nelle zone dove è già operativo e funzionante.

### 2. IL SISTEMA *FIREWATCH*

In questo paragrafo forniamo una descrizione delle caratteristiche del sistema, senza entrare nel merito dei particolari ingegneristici. Il sistema *Firewatch* è schematicamente illustrato nel figura 1.

#### 2.1 *Caratteristiche e funzionamento*

Il sistema si basa su telecamere digitali in bianco e nero, con sensore CCD. L'uso del bianco e nero consente, rispetto ad una telecamera a colori, di poter avere, a parità di sensore, una risoluzione 4 volte superiore rispetto ad una telecamera a colori. L'immagine della telecamera viene

pre-elaborata in tempo reale, in modo da poter rilevare la presenza dell'incendio e solo in tal caso viene inviata con la relativa segnalazione alla centrale operativa. Questo aspetto è fondamentale perché l'operatore non viene continuamente allertato, ma deve solo validare l'allarme, allertando a sua volta, secondo i vari protocolli, i corpi preposti allo spegnimento. Tale modalità operativa consente di intervenire tempestivamente, in quanto la rilevazione del fumo avviene anche quando non c'è stato ancora lo sviluppo di fiamma. In tal modo, con una efficiente e semplice gestione, si riesce ad intervenire quando ancora l'incendio è di modeste dimensioni. Il tempo che passa dall'inizio della generazione del fumo all'invio dell'allarme alla centrale operativa è tra 4 e 8 minuti.

Un'altra importante caratteristica di *Firewatch* è che riesce a lavorare anche di notte, grazie all'ottica che schiarisce notevolmente l'immagine; le prestazioni sono comparabili con quelle diurne: la capacità di rilevazione è, ad una distanza di 10 km, di una nuvola di fumo 10 x 10 m. *Firewatch* riesce a rilevare proprio il fumo dovuto all'incendio boschivo, in quanto esso è caratterizzato da un processo di combustione che emette un fumo con determinate caratteristiche, che consentono la sua rilevazione per la particolare luminosità e contrasto.

Infine la portata del sistema: una singola telecamera lavora ottimamente con un raggio di 15 km, ossia riesce a coprire una superficie di circa 70000 ha.

#### 2.2 *Integrazione con i sistemi informativi*

Il sistema *Firewatch* non è solo un sistema di rilevamento incendi, ma è uno strumento di gestione dell'intero evento. Infatti il sistema è integrabile con i sistemi di tipo GIS. Nella centrale operativa è visualizzata una mappa di-



gitale della zona, e su di essa è indicata la localizzazione dell'incendio rilevato, assieme alle sue coordinate. Si può allora determinare il tipo di combustibile vegetale, e quindi la sua infiammabilità, il potere calorifico e tutti gli altri fattori che influenzano l'incendio. Attraverso i sistemi GIS, è possibile utilizzare le informazioni topografiche della zona e, attraverso le centraline meteo, ottenere i dati climatici. In tal modo la centrale operativa diventa un grande supporto per lo svolgimento delle operazioni, potendo indirizzare gli addetti e prevedere ad esempio la propagazione del fronte di fiamma. Inoltre il sistema archivia automaticamente i dati sull'evento e diviene quindi uno strumento per la registrazione automatica di tutti i dati dell'incendio, e dunque un importante archivio informativo.

### 3. GLI INCENDI IN ITALIA

L'esistenza di un problema incendi in Italia è confermato dai dati del 2007, anno in cui sono stati interessati 226mila ettari di superficie, di cui boschiva 116mila. Nel nostro paese, che ha un'estensione limitata e dove la percentuale considerata foresta, secondo le norme vigenti, è del 34,7% (vd. Tabella 1), l'incendio diventa una sorgente di danno dalle conseguenze incalcolabili. L'eterogeneità del nostro territorio porta alla presenza di molte zone di interfaccia tra abitato e foresta. Pensiamo alle conseguenze: danni al bosco, numero di morti, inquinamento, eventuali strutture ed edifici coinvolti, danno di immagine, danno turistico, danno alle attività economiche ecc., senza tralasciare i costi necessari allo spegnimento.

Inoltre l'Italia è uno dei paesi d'Europa che ha una percentuale rilevante di territorio occupato da foreste. In tabella si può apprezzare come la superficie boschiva sia in percentuale maggiore rispetto a quella di Francia e Germania.

Attualmente la tendenza di crescita della foresta in Italia è positiva. Diventa quindi importante una gestione accurata del patrimonio forestale, in particolare nella sua difesa contro gli incendi, non solo sotto l'aspetto forestale, ma di generale impegno per l'ambiente. Nel 2007, al 31 agosto, sono state immesse in atmosfera 7 milioni di tonnellate e mezzo di CO<sub>2</sub> dovute agli incendi boschivi, che è la quantità di CO<sub>2</sub> che sarebbe stata prodotta dal consumo di 14GWh, considerando il mix energetico italiano. Nel Grafico 2 sono riportati i dati relativi all'Italia. Si può notare come il 2007 sia stato un anno particolarmente gravoso, con una superficie bruciata in proporzione superiore rispetto al numero di incendi degli altri anni; infatti si può notare che la superficie è quella del 1993, mentre il numero di incendi è stato inferiore.

### 4. I RISULTATI IN GERMANIA

In Germania, nella zona del Brandeburgo, è stato adottato il sistema *Firewatch* e valutato dal Ministero Tedesco per le Foreste. In tali zone esisteva già una struttura di osservazione basata su torri di avvistamento con operatore, che è stato progressivamente sostituito dal sistema *Firewatch*.

I dati sono stati raccolti nel 2005, anno in cui tutte le installazioni erano completate e operative, e confrontati con le medie relative al periodo dal 1975 al 1996 e si riferiscono ad un territorio boschivo di 1.100.000 ha. Le modalità organizzative tedesche stabiliscono che la centrale operativa sia gestita dal Corpo Forestale, che sorvegliano costantemente le immagini con i relativi allarmi segnalati dal sistema; appena una delle segnalazioni è validata dagli operatori, vengono allertati i Vigili del Fuoco, inviando l'immagine rilevata dalla telecamera, le coordinate e tutti i dati ritenuti utili.

I dati riportati nel grafico 3 mostrano come il 2005 sia stato caratterizzato da un numero di incendi minore della media relativa al periodo 1975-1996, ma il grafico 4 mette in evidenza come la superficie danneggiata abbia subito un decremento in proporzione maggiore rispetto al numero di incendi. Quest'ultimo è tuttavia comparabile con le statistiche italiane, visto che sia tra numero di incendi che su superficie forestale a cui si riferiscono i dati vi è un fattore 10; se abbiamo circa 10.000.000 ha in Italia, i dati del Ministero Tedesco si riferiscono a circa 1.000.000 di ettari e il numero di incendi varia proporzionalmente, dunque le statistiche tedesche e italiane sono comparabili. Il numero di incendi è infatti una variabile non controllabile, che dipende da una moltitudine di fattori; *Firewatch* è invece uno strumento potente per quello che riguarda la riduzione della superficie danneggiata, in quanto consente un intervento tempestivo di pochi minuti successivo all'inizio del manifestarsi di un possibile sviluppo di incendio.

### 5. CONCLUSIONI: CONFRONTO SITUAZIONE ITALIANA E TEDESCA

I risultati del grafico 4 sono stati ottenuti con 130 installazioni su una superficie di 1.100.000 ha in tutta la regione del Brandeburgo. Tale territorio è caratterizzato, oltre che dalle zone di interfaccia nelle periferie delle città, da una moltitudine di piccole case immerse nel bosco, la cui presenza crea necessariamente pericolo.

La varietà e la complessità del territorio italiano, dove vi sono zone di interfaccia e dove il 22,2 % della superficie a bosco rientra nei SIC e nelle ZPS, rende ancor più rilevante l'importanza di un approccio sistemico al problema. Emblematico è il caso degli incendi di Alassio e Quiliano in Liguria, che si sono sviluppati il 01/01/2007 e dove la mancanza di un rilevamento tempestivo da parte dell'uomo e una situazione di vento particolarmente critica, a fatto sì che dopo tre ore dal principio di incendio il fumo raggiungesse Capo Corso e l'Isola d'Elba.

Se ottimisticamente avessimo in Italia la stessa riduzione che vi è stata nei dati di del grafico 4, nel 2007 avremmo avuto un decimo degli ettari bruciati, ossia circa 11.600 ha, dunque al di sotto dei valori minimi annuali registrati dal 1990 al 2007 in Italia.

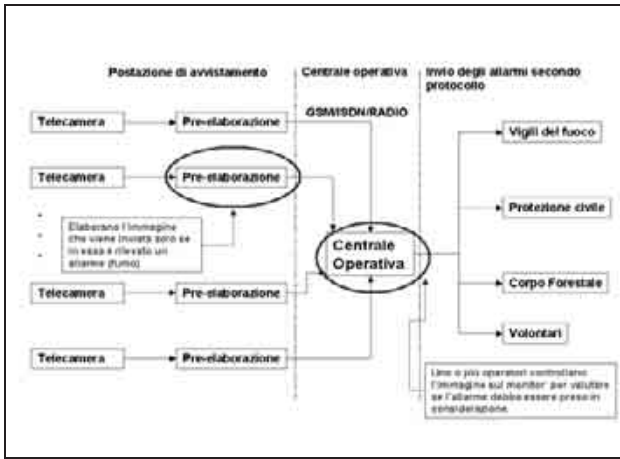


Figura 1. Schema di utilizzo del sistema Firewatch.  
 Figure 1. Scheme of working Firewatch System.  
 Figure 1. Schéma d' utilisation du système *Firewatch*.

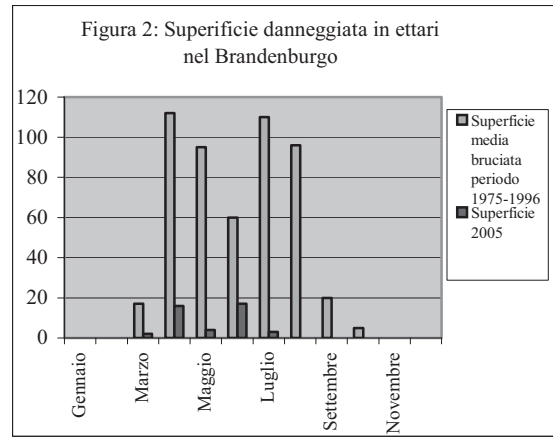


Figura 4. Superficie boschiva bruciata: confronto dati 1975-1996 e 2005.  
 Figure 4. Burnt forest surface: data comparison 1975-1996 and 2005.  
 Figure 4. Aire à forêt brûlée: comparaison données 1975-1996 et 2005.

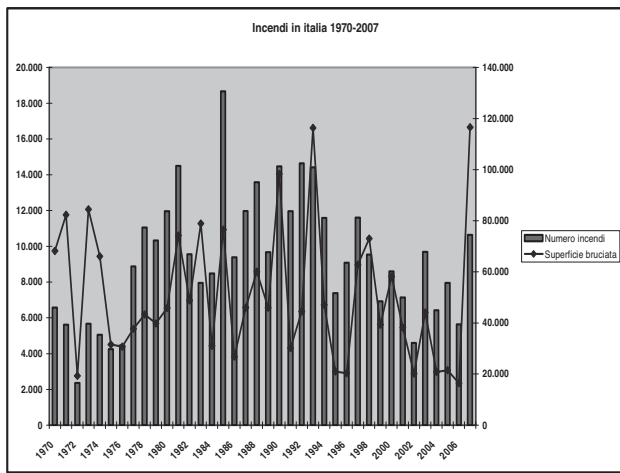


Figura 2. Incendi in Italia: numero e superficie danneggiata.  
 Figure 2. Fires in Italy: number and burnt surface.  
 Figure 2. Incendies en Italie: nombres d'incendies et aire brûlée.

	ITALIA	Francia	Germania
Superficie boschiva in ha (ettari)	10'467'533	16'698'507	11'046'692
Superficie totale in ha	30'165'800	67'541'700	35'702'200
% boschiva	34,7	25	31
% boschiva a parità di superficie (Francia = 100)	15,5	25	16,35

Tabella 1. Dati superficie Italia, Francia, Germania.  
 Table 1. Data about surfaces of Italy, French, Germany.  
 Table 1. Données aire forestier Italie, France, Allemande.

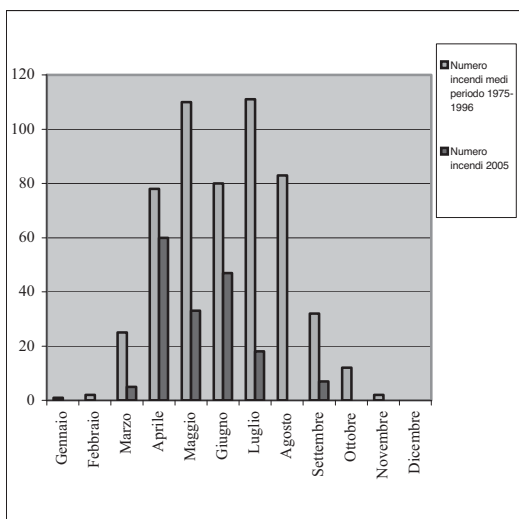


Figura 3. Numero di incendi nel Brandeburgo: confronto dati 1975-1996 e 2005.  
 Figure 3. Fires Number in Brandeburgo: data comparison 1975-1996 and 2005.  
 Figure 3. Nombres d' incendies dans le Brandeburgo: comparaison données 1975-1996 et 2005.

## SUMMARY

The project involves construction and operation of a fire detection system, called FIREWATCH, which could exceed the limits of current systems for monitoring large areas. It has described how the system works and the data obtained during its operation in 2005 in a region of Germany are reported.

The aim is to limit the amount of damaged area, going to take over the fire in its initial state, so that we can still intervene when the area is limited.

The system has yielded the following results:

- Timeliness alarm: noting the smoke, you are working in a timely manner before the burning of plant material is huge.
- Location of the event: besides having the vision of the area, a digital map of the land allows the accurate location.
- Historic data: the system takes images of memory and the development of the (possibility of creating a land fires).
- Low probability of false alarm: the use was characterized by a very low rate of false alarm.
- Features night: the system gives the same performance even at night.

Through these results, the conclusion was a decrease of forest area affected by fires of at least 10 times. After an analysis of data for Italy, assesses the possible application of the system on Italian soil and it highlights the potential effectiveness.

## RÉSUMÉ

Le projet comprend la construction et la gestion d'un système de détection d'incendie, appelé *FIREWATCH*, qui pourrait dépasser les limites des systèmes actuels de surveillance des forêts. On décrit comment le système marche et les données obtenues au cours de son application en 2005 dans une région d'Allemagne.

L'objectif est de limiter la quantité de zones endommagées, en prenant l'incendie dans son état initial, de sorte que nous pouvons encore intervenir lorsque la zone est limitée.

Le système a donné les résultats suivants:

- Rapidité d'alarme: en prenant note de la fumée, vous travaillez dans un temps opportun avant que la combustion de matériel végétal soit devenu énorme.
- Lieu de l'événement: outre le fait d'avoir la vision de la région, une carte numérique de la terre permet l'emplacement exact.
- Historique des données: le système prend des images de

la mémoire et le développement de l'incendie (possibilité de créer une terre incendies).

- Faible probabilité de fausse alarme: l'utilisation a été caractérisée par un très faible taux de fausse alarme.

- Caractéristiques de nuit: le système donne les mêmes performances même la nuit.

Grâce à ces résultats, la conclusion a été une diminution de la superficie des forêts touchées par les incendies d'au moins 10 fois. Après avoir analysé des données pour l'Italie, on évalue l'application possible du système sur le territoire italien et on met en évidence l'efficacité potentielle.

## BIBLIOGRAFIA

Corpo Forestale dello Stato, 2008 – *Gli incendi boschivi 2007*. Supervisione Dott. Alfredo Milazzo.

Domenichini P. *et al.*, 2005 – *Manuale per l'operatore antincendio boschivo*. Regione Liguria, Dipartimento Agricoltura e Protezione Civile, Genova.

## LA PIANIFICAZIONE ANTINCENDI BOSCHIVI NELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO: NUOVI APPROCCI E SINERGIE

(\*) Università di Torino, Dipartimento di Agronomia, Selvicoltura e Gestione del territorio, Grugliasco, Torino

(\*\*) Servizio Foreste e Fauna, Ufficio Pianificazione e Selvicoltura, Provincia Autonoma di Trento

La revisione del Piano per la Difesa dei boschi dagli incendi della Provincia Autonoma di Trento ha permesso di sperimentare nuovi approcci alla pianificazione antincendio, integrando differenti tecniche di analisi e realizzando positive sinergie tra gli attori coinvolti dal processo di Piano.

Punto centrale delle indagini realizzate è la definizione di una metodologia integrata per la caratterizzazione del rischio di incendio boschivo. Tale metodologia, anche grazie alla qualità degli strati informativi disponibili, costituisce un'evoluzione rispetto alla consuetudine pianificatoria basata sull'analisi delle serie storiche di incendio su comprensori estesi di tipo amministrativo. Nelle realtà in cui la strategia di lotta attiva contiene già in maniera efficace il fenomeno, la statistica degli incendi fornisce indicazioni poco significative sulle reali condizioni di rischio, non riuscendo ad esprimere la componente potenziale, talvolta inespressa dagli eventi pregressi, del regime di incendio.

Per l'individuazione delle aree a rischio e la determinazione delle priorità di intervento sono stati analizzati e classificati in ambiente GIS i fattori predisponenti e determinanti gli incendi boschivi. Un'approfondita indagine è stata riservata alla valutazione della vegetazione forestale, in relazione alla presenza di combustibili ed alla vulnerabilità al fuoco delle diverse cenosi, utilizzando quale informazione di base la cartografia dei tipi forestali.

A fronte di una gestione selvicolturale diffusa in modo capillare sul territorio trentino, le linee guida di pianificazione individuate mirano a rafforzare il ricorso consapevole alla selvicoltura preventiva a fini AIB.

*Parole chiave:* rischio di incendio boschivo, pericolo di incendio boschivo, vulnerabilità, selvicoltura preventiva.

*Key words:* wildfire risk, wildfire danger, wildfire vulnerability, fuel treatments.

*Mots clés:* risque d'incendie de forêt, danger d'incendie de forêt, vulnérabilité, sylviculture préventive.

### INTRODUZIONE

L'incidenza assunta dagli incendi boschivi negli ultimi anni, anche in relazione a cambiamenti climatici e dell'uso del suolo (Piñol *et al.* 1998; Lloret e Mari 2001; Mouillot *et al.* 2002), si manifesta attualmente in termini di notevoli incrementi di numero, intensità e superficie percorsa dagli eventi.

La pianificazione antincendi boschivi costituisce presupposto indispensabile per affrontare tale problematica. I "Piani regionali di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi" (a seguire Piani AIB), previsti dalla legge 21 novembre 2000, n. 353 "Legge-quadro in materia di incendi boschivi", rappresentano strumenti fondamentali per definire la strategia di contenimento degli incendi boschivi, razionalizzando la ripartizione delle risorse sul territorio ed individuando interventi e priorità in base a specifiche analisi territoriali.

L'esperienza maturata con la prima generazione di Piani AIB permette di formulare alcune considerazioni sugli approcci adottati, constatando da un lato la necessità di implementare le analisi del rischio di incendio su cui i Piani AIB sono fondati e, dall'altro, di reimpostare le strategie su cui sono impostate le fasi pianificatorie. Emerge in particolare la necessità di sviluppare un metodo partecipato di pianificazione e di sviluppare il ricorso concreto alla prevenzione, in particolare quella di tipo selvicolturale.

L'attuale disponibilità di tecniche e strumenti di analisi (Greenberg e Bradley 1997; Burrough e McDonnell 1998; Camia *et al.* 2004), nonché di banche dati e strati informativi

aggiornati amplifica le possibilità di realizzare indagini approfondite e mirate.

In questo contesto il Piano AIB della Provincia Autonoma di Trento si rivela innovativo per approccio, tipologia di analisi, sinergie attuate e determinazione delle indicazioni pianificatorie elaborate.

### IL PIANO ANTINCENDI BOSCHIVI DELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Nell'ambito della revisione del Piano per la Difesa dei boschi dagli incendi della Provincia Autonoma di Trento (PAT) è stata messa a punto una metodologia integrata per la caratterizzazione del rischio di incendio boschivo.

Il rischio di incendio boschivo, termine spesso usato impropriamente e pertanto oggetto di accesa discussione (Bachmann e Allgöwer 1998, 2001; Hardy 2005), viene qui inteso secondo la definizione recentemente adottata da numerosi esponenti della comunità scientifica internazionale nell'ambito dei progetti di ricerca europei SPREAD (Forest Fire Spread Prevention and Mitigation, EU FPV, 2002-2004) ed EUFIRELAB (Euro-Mediterranean Wildland Fire laboratory; A wall-less laboratory for Wildland Fire Sciences and Technologies in the Euro-Mediterranean Region, EU FPV, 2002-2006) (Blanchi *et al.* 2003; Marzano *et al.* 2006). In sintesi, tale definizione prevede la caratterizzazione del rischio di incendio quale espressione congiunta di due componenti: il pericolo di incendio, ovvero la probabilità che si verifichi un incendio, e la vulnerabilità, corrispondente agli effetti ecologici legati al comportamento



del fuoco ed alle caratteristiche dell'ecosistema ed al valore di beni e risorse interessati dal passaggio del fronte di fiamma.

La L.353/2000 richiede la realizzazione nel Piano AIB di una cartografia del rischio, fornendone tuttavia una definizione quantomeno approssimativa.

La scelta di adottare una definizione di rischio condivisa a livello internazionale è motivata anche dalla volontà di favorire l'adozione a livello non solo di comunità scientifica, ma tra gli addetti ai lavori che a qualunque titolo si occupino di incendi boschivi.

L'analisi del rischio costituisce la base conoscitiva su cui sono fondate le scelte strategiche ed operative del Piano. La centralità della valutazione del rischio impone dunque una ricerca metodologica specifica a partire dal contesto oggetto di analisi. In tal senso in provincia di Trento si dispone di strati informativi accurati e aggiornati in termini di uso del suolo, morfologia del territorio, coperture vegetazionali; inoltre la contenuta estensione provinciale permette un approccio di maggior dettaglio, consentendo una pianificazione degli interventi idonea a definirne tipologia e localizzazione per la successiva fase progettuale.

L'indice di rischio è stato calcolato in formato raster all'interno di celle con passo 50 m, dopo aver individuato l'area soggetta ad incendio, ottenuta dall'analisi delle classi di esposizione e quota maggiormente interessate da eventi nella serie storica 1984-2005, combinate con la superficie forestale provinciale. La flow-chart che sintetizza la metodologia di calcolo dell'indice di rischio è riportata in figura 1.

La prima componente dell'indice di rischio, il pericolo di incendio boschivo, rappresenta la risultante della probabilità di innesco e di diffusione del fuoco, espressi, in relazione alla scala spaziale e temporale del Piano, nella sola connotazione statica. La determinazione del livello di pericolo ha previsto l'analisi da un lato del regime osservato di eventi in serie storica, dall'altro dei fattori predisponenti e determinanti l'incendio, che possono talvolta rivelarsi inespressi nella serie storica analizzata.

Tre sotto-indici (denominati rispettivamente pericolo storico, pericolo antropico e pericolo territoriale) contribuiscono a definire il valore finale del pericolo di incendio (Ceccato *et al.* 2007).

Il pericolo storico costituisce l'espressione delle principali caratteristiche del fenomeno incendi all'interno di comprensori definiti con criteri fisiografici (bacini idrografici con superficie media di circa 1000 ha), in un arco temporale ventennale. Pur essendo condizionato dall'efficacia del sistema di estinzione e da eventi straordinari, fornisce una valutazione dell'incidenza del fenomeno sul territorio in esame. Sei classi di pericolo storico, basate su variabili descrittive e rappresentative di altrettanti "profili pirologici", sono state definite mediante *cluster analysis*.

L'indice di pericolo antropico esprime la probabilità di innesco in relazione alla vicinanza di superfici a copertura vegetale combustibile rispetto ad usi del suolo (quali la viabilità pubblica principale ed i tracciati ferroviari, le zone agricole e le zone di interfaccia urbano-foresta) caratterizzati da elevata presenza antropica, intesa come potenziale fattore determinante.

L'indice di pericolo territoriale analizza, esprimendoli

mediante opportuni sotto-indici, i principali fattori predisponenti l'innesco e la diffusione del fronte di fiamma. Tali fattori sono legati essenzialmente alla conformazione del territorio (pendenza ed esposizione) ed alla vegetazione presente nell'area, ovvero alla quantità, alla distribuzione ed alle caratteristiche del combustibile disponibile. L'effetto della pendenza si esplica ad esempio nell'incrementare la velocità di avanzamento e quindi l'intensità del fronte di fiamma, mentre i diversi livelli di irraggiamento solare nelle differenti esposizioni agiscono direttamente sullo stato idrico e sull'infiammabilità dei combustibili vegetali. Contestualmente a pendenza ed esposizione, si è utilizzata l'udometria, variabile spazializzata rappresentativa dell'abbondanza idrica nei diversi microclimi e pedoclimi in relazione alla morfologia puntuale del territorio (Sottovia *et al.* 2002). Essa contribuisce a rafforzare nel calcolo dell'indice finale di pericolo di incendio l'importanza assunta dalle condizioni di umidità del combustibile nel determinare il comportamento del fronte di fiamma.

Ultimo elemento dell'indice di pericolo territoriale è la componente vegetazionale, rappresentata a partire dalla cartografia dei tipi forestali della provincia di Trento (Odasso 2002). In relazione alla scala di Piano, il dato spazializzato di una tipologia forestale costituisce un'utile fonte di informazioni sui combustibili, in assenza di una specifica cartografia di questi ultimi. La composizione floristica media dei tipi forestali è stata associata ad indicatori quali-quantitativi atti a definire la presenza di combustibili erbaceo-arbustivi in bosco. Mediante tale analisi, supportata da un'attenta verifica in campo, si è caratterizzato ciascun tipo forestale in relazione alla probabile presenza e continuità di biomassa al suolo potenzialmente interessabile da incendi radenti: questi ultimi costituiscono infatti la più frequente tipologia di evento in Trentino.

Le componenti del pericolo storico e del pericolo territoriale sono state calcolate per celle da 50 m, coerentemente con la scala spaziale dei dati di partenza. L'indice di pericolo derivante dalla somma delle tre componenti conserva tale dettaglio spaziale e viene successivamente raggruppato in classi su scala ordinale allo scopo di agevolare l'applicazione ai fini antincendio.

La valutazione della vulnerabilità deriva da uno schema di calcolo il cui output presenta come unità minima di riferimento comprensori fisiografici prossimi al versante, denominati settori AIB. Tale scelta discende dalla constatazione che molti aspetti della vulnerabilità (ad esempio la vocazione protettiva dei soprassuoli forestali, la vocazione alla produzione legnosa, il probabile comportamento del fuoco) a scala di Piano AIB possono essere analizzati con risultati significativi solo a livello di versante, individuando stati medi delle componenti e dell'indice finale di vulnerabilità. I settori AIB hanno superficie media pari a 600 ha e sono stati ottenuti partendo da suddivisioni fisiografiche del territorio (bacini), delineate nell'ambito di uno studio finalizzato alla valutazione dell'indice Fattore Protettivo della Vegetazione (Dalla Fontana e Catorzi 2005).

Come precedentemente sottolineato, gli effetti di tipo ecologico prodotti dal passaggio di un incendio sono determinati principalmente dal comportamento del fronte di fiamma e dalle caratteristiche intrinseche dell'ecosistema. I

parametri fisici che definiscono il comportamento puntuale del fronte di fiamma direttamente correlati agli effetti del fuoco (quali intensità, velocità di avanzamento, altezza di fiamma) non sono valutabili a scala di piano: essi dipendono da fattori variabili nel tempo e nello spazio. Si pensi ad esempio alle condizioni meteorologiche ed all'umidità del combustibile. E' tuttavia possibile delinearne, partendo da caratteristiche generali del territorio, regimi pirologici tipici di determinati paesaggi forestali, descrivibili in termini di probabile intensità ed estensione media degli eventi (a livello di grandi categorie, non di valore puntuale). Tali regimi sono peraltro correlabili a specifiche tipologie di fronte di fiamma (incendio radente, di chioma), indicative a loro volta della probabile dimensione degli effetti.

Le caratteristiche di resistenza e resilienza degli ecosistemi (Westman 1978; Whelan 1995) determinano in larga misura i tempi e le modalità di recupero in seguito ad un disturbo. Le limitate conoscenze attualmente disponibili sulla risposta al passaggio del fuoco delle cenosi forestali e delle singole specie forestali alpine, nonché la complessità delle relazioni causa-effetto che governano la risposta degli ecosistemi, non consentono di operare valutazioni specifiche ed affidabili a scala di Piano AIB. È però possibile affermare che, indipendentemente dalla maggiore o minore resistenza/resilienza, effetti più rilevanti e duraturi corrispondono generalmente a condizioni di elevata severità dell'evento. Tale parametro, definito come magnitudo dell'impatto provocato dal fuoco sulle diverse componenti dell'ecosistema (Agee 1993, DeBano *et al.* 1998), è strettamente correlato all'intensità ed al tempo di residenza del fronte di fiamma. Tralasciando casi particolari, incendi intensi determinano in genere effetti più rilevanti, creando maggiori difficoltà di ricostituzione per i popolamenti forestali; tale condizione si presenta anche in caso di incendi estesi (che peraltro spesso corrispondono ad incendi intensi dal difficile controllo). Si ritiene quindi che, a scala di piano, l'analisi delle probabili caratteristiche dell'incendio, trascurando aspetti specifici di ecologia del fuoco, permetta di valutare con buona approssimazione la componente di vulnerabilità ecologica. Due indici specifici sono pertanto stati definiti allo scopo di caratterizzare i singoli settori AIB in termini di intensità ed estensione media prevista degli eventi. L'indice di intensità viene calcolato analizzando a livello di settore fattori quali pendenza, altimetria, esposizione, irraggiamento solare e carico di combustibile per incendi radenti. L'indice di estensione considera invece la morfologia dei versanti, l'entità e la continuità della superficie forestale.

La seconda componente dell'analisi di vulnerabilità al fuoco quantifica il valore dei beni e delle risorse che possono essere interessati dal passaggio di un eventuale fronte di fiamma, considerando ad esempio il danno in termini di riduzione della protezione del suolo, diminuzione della provvigione, danneggiamento di edifici e infrastrutture.

In relazione agli ecosistemi forestali, si è deciso di assimilarne il valore alle funzioni esercitate dall'ecosistema stesso: quanto più rilevanti e numerose sono le funzioni esercitate da un popolamento, tanto maggiore sarà il danno prodotto nell'eventualità di un incendio, soprattutto se intenso o di grande dimensione, e tanto più elevata sarà quindi la sua vulnerabilità. Tramite indici quali-quantitativi sono state valutate la funzione protettiva (diretta e indiretta), la funzione ambientale/turistico-ricreativa e la funzione

produttiva. A tale scopo sono stati utilizzati sia dati preesistenti opportunamente spazializzati che nuovi strati informativi appositamente elaborati.

Un'ulteriore approfondimento è stato riservato all'interfaccia urbano-foresta, contesto particolarmente vulnerabile per la presenza di edifici e loro pertinenze, infrastrutture e persone, nonché potenziale zona di innesco (Marzano e Bovio 2004; Marzano *et al.* 2008). La consistenza della viabilità pubblica principale, della viabilità forestale e degli insediamenti in relazione alla prossimità di superfici forestali è stata quindi quantificata e valutata ai fini dell'analisi di vulnerabilità.

L'indice finale di rischio di incendio boschivo deriva dall'incrocio di analisi puntuali ed analisi su superfici morfologicamente omogenee (bacini idrografici, settori AIB). Si ottiene per composizione con metodo moltiplicativo dell'indice di pericolo finale e dell'indice di vulnerabilità. Esso viene cartografato in continuo e costituisce il più importante e sintetico elemento descrittivo del regime potenziale di incendio: su questo dato è possibile basare la fase decisionale del Piano. Allo scopo di semplificarne la lettura e per agevolare le successive fasi di pianificazione, l'indice di rischio è stato riclassificato in 4 livelli (rischio elevato, medio, basso, trascurabile), ottenendo così una suddivisione della superficie forestale della provincia in zone omogenee per combinazione di pericolo e vulnerabilità (figura 2).

Le analisi di rischio sono inoltre state ulteriormente sintetizzate per ciascun settore AIB. Il settore AIB vuole in questo contesto costituire un'unità territoriale di agevole comprensione e individuazione, entro cui caratterizzare il fenomeno e pianificare opere ed interventi. Le informazioni sul rischio di incendio boschivo del settore AIB sono contenute in apposite schede, corredate di una dettagliata guida alla lettura, che sintetizzano le caratteristiche territoriali, le opere AIB censite, i profili di pericolo, di vulnerabilità e di rischio (figura 3). Esse permettono un accesso rapido alle analisi di rischio di incendio boschivo, indispensabile per una pianificazione dettagliata.

L'approccio proposto intende favorire l'integrazione fra prevenzione e lotta attiva, che si materializza con la predisposizione di sistemi AIB, ovvero insiemi integrati di opere ed interventi antincendio di tipologia differente, calibrati sulle specifiche condizioni di rischio dell'area in esame (nel caso specifico uno o più settori AIB).

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Una pianificazione antincendi boschivi realmente efficace nel contrastare il fenomeno necessita del supporto di un'accurata fase conoscitiva. La metodologia applicata nella Provincia Autonoma di Trento consente di individuare in maniera oggettiva e con buona risoluzione spaziale le aree a rischio di incendio.

L'adozione di una definizione di rischio dettagliata e condivisa a livello internazionale supplisce all'eccessiva genericità della terminologia utilizzata nella legge quadro nazionale in materia di incendi.

In linea con quanto proposto nei più recenti progetti europei del settore, il rischio viene caratterizzato attraverso un'articolata valutazione dei principali fattori predisponenti e determinanti.

L'utilizzo di appositi indici per determinare in modo indipendente le componenti di pericolo di incendio e vulnerabilità consente una migliore comprensione del fenomeno, descrivendone separatamente i differenti aspetti e facilitando di conseguenza le scelte pianificatorie.

Rispetto a molti Piani AIB di prima generazione, l'analisi di rischio nella provincia di Trento non viene eseguita su comprensori di tipo amministrativo, poco rappresentativi delle caratteristiche territoriali che condizionano e definiscono il fenomeno.

Esistono ad oggi numerose metodologie per la caratterizzazione del pericolo di incendio; alcune si basano esclusivamente sul dato storico, altre, più complete, sono basate anche sulla valutazione dei fattori determinanti e predisponenti (Jaiswal *et al.*, 2001). I Piani realizzati nell'ultimo decennio nel Nord Italia (ad es., Piemonte 2007-2010, Lombardia 2006-2009, Liguria 2003-2006) sono per lo più fondati sulla statistica degli incendi avvenuti in passato, mancando spesso gli strati informativi necessari per una completa analisi dei fattori determinanti e predisponenti. La tipologia e la qualità delle informazioni georeferenziate disponibili costituiscono un requisito fondamentale per la buona riuscita di un Piano AIB.

L'integrazione dell'analisi storica con indagini legate a presenza antropica e condizioni territoriali permette di caratterizzare il pericolo potenziale, talvolta inespresso nella serie storica degli incendi boschivi in relazione ad un efficiente servizio di estinzione. Tale è il caso della Provincia Autonoma di Trento. La definizione del pericolo di incendio realizzata in prima istanza sulla base dei soli dati storici aggregati per bacino idrografico si è infatti dimostrata insufficiente ad esprimere la reale dimensione del fenomeno e quindi ad indirizzare le scelte pianificatorie.

Le caratteristiche dei combustibili influenzano in modo determinante il comportamento e gli effetti del fuoco, costituendo quindi un elemento tra i più importanti nella valutazione di pericolo e vulnerabilità. Attualmente non è disponibile una classificazione semplificata dei combustibili forestali, compatibile con la scala di analisi del piano e traducibile in modo speditivo in uno strato informativo geografico. La tipologia forestale trentina è stata quindi adottata come fonte informativa indiretta sui combustibili forestali. Per livello di dettaglio ed aggiornamento, le cartografie dei tipi forestali costituiscono oggi il miglior dato tramite il quale descrivere i combustibili forestali a fini pianificatori.

La valutazione della vulnerabilità richiede l'analisi di numerosi aspetti, molti dei quali difficilmente quantificabili. Il valore aggiunto di tale analisi emerge soprattutto nella fase di pianificazione. I settori sono stati caratterizzati mediante un dettagliato profilo di vulnerabilità composto da indici poi riassunti in un dato sintetico. La disponibilità di tale profilo facilita la definizione delle priorità di intervento. Inoltre la possibilità di evidenziare la componente di vulnerabilità maggiormente espressa consente di trarre indicazioni in merito alle tipologie di opere/interventi più efficaci per il caso specifico.

La volontà di ottimizzare l'efficacia degli interventi sul territorio impone che la scelta di una tipologia di intervento e la sua localizzazione discendano da una strategia AIB generale e condivisa, applicata alle caratteristiche locali del regime di incendio e del territorio. Tale strategia scaturisce

dall'esperienza dei servizi AIB operanti in provincia di Trento, integrata dalla conoscenza scientifica maturata in materia di incendi boschivi.

La complessità della fase pianificatoria richiede una partecipazione diretta in fase propositiva da parte degli uffici forestali periferici (Distretti forestali), seguita da una fase valutativa/decisionale condotta dal servizio forestale centrale (Servizio Foreste e Fauna). Le schede di settore predisposte, riassumendo in dati sintetici tutte le informazioni utili alla fase propositiva e decisionale, favoriscono l'applicazione sul territorio della strategia AIB.

Le strategie AIB di molte regioni italiane evidenziano un'attenzione spostata verso l'estinzione, anche se è ormai da tempo riconosciuta l'importanza strategica della prevenzione. Appare inoltre fondamentale sviluppare il coordinamento fra prevenzione ed estinzione, già a partire dalla fase di pianificazione. Nel Piano AIB della Provincia Autonoma di Trento l'integrazione fra prevenzione e lotta attiva si concretizza con l'impostazione di sistemi AIB che comprendono tipologie di opere ed interventi differenti (quali opere di captazione e accumulo dell'acqua, infrastrutture viarie, piazzole elicottero, interventi di tipo selvicolturale).

In merito alla strategia AIB generale, l'orientamento del Piano della Provincia Autonoma di Trento per il prossimo periodo di programmazione prevede, a fianco di un'integrazione della rete di opere a supporto della lotta attiva, un potenziamento delle attività di prevenzione selvicolturale a difesa delle aree a rischio di incendio. Fra gli elementi che condizionano il comportamento del fuoco l'unico direttamente modificabile, in termini di quantità, distribuzione spaziale e composizione, è il combustibile. Numerosi studi hanno evidenziato ad esempio il ruolo svolto da interventi di riduzione del combustibile nel determinare una minore severità del fronte di fiamma (Agee *et al.* 2000; Omi e Martinson 2002; Pollet e Omi 2002; Martinson e Omi 2003; Agee e Skinner 2005). La gestione selvicolturale finalizzata alla riduzione del rischio rappresenta evidentemente uno degli strumenti più validi per affrontare efficacemente il problema incendi boschivi (Xanthopoulos *et al.* 2006). In tal senso la consolidata gestione forestale trentina, diffusa sul territorio in maniera capillare, costituisce il presupposto sul quale fondare la programmazione di interventi specifici di selvicoltura preventiva e sviluppare opportuni indirizzi selvicolturali a fini AIB nell'ambito degli interventi di gestione ordinaria. E' tuttavia necessario sottolineare l'esistenza di possibili conflitti tra selvicoltura preventiva e gestione forestale ordinaria, nonché di eventuali difficoltà nel conciliare gli interventi di prevenzione con esigenze di conservazione della biodiversità forestale. Emerge quindi chiaramente l'opportunità di disporre nell'ambito del Piano AIB di informazioni utili alla circoscrizione degli interventi preventivi e soprattutto ad una loro precisa localizzazione sul territorio. Una caratterizzazione del rischio di incendio, fondata su dettagliate analisi di pericolo e vulnerabilità, garantisce tra gli altri il raggiungimento di questo importante traguardo.

## RINGRAZIAMENTI

Lo studio descritto è stato realizzato grazie al finanziamento ed in collaborazione con la Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste e Fauna.



## SUMMARY

### THE FIRE MANAGEMENT PLAN OF THE AUTONOMOUS PROVINCE OF TRENTO: NEW APPROACHES AND SYNERGIES

The revision of the wildfire management plan of the Autonomous Province of Trento made it possible to experiment new approaches to fire management and planning, integrating different analysis techniques and creating positive synergies between the actors involved in the planning process.

Focal point of the investigations is the definition of an integrated methodology for the characterization of wildfire risk. This methodology, also thanks to the quality of the available data layers, represents an evolution of the conventional planning approach based on the analysis of past fires time series on extensive areas of administrative nature. In those realities characterized by a truly effective fire-fighting strategy, fire statistics provide little meaningful guidance on the actual risk conditions, failing to express the potential component of the fire regime, sometimes unexpressed by the events of the past.

For the identification of areas at risk and to determine the priorities for action we analyzed and classified in a GIS the main issues contributing to forest fire ignition and spread. Particular attention was devoted to assess, through proxy data based on vegetation (forest types) maps and characteristics, fuels distribution and the ecosystem vulnerability to fire.

Given the widespread forest management traditionally applied in Trentino, specific guidelines were identified also intended to strengthen a more conscious use of silviculture as a fire prevention tool.

## RÉSUMÉ

### LE PLAN CONTRE LES INCENDIES DES FORETS DANS LA PROVINCE DE TRENTO: NOUVELLES APPROCHES ET SYNERGIES

La révision du Plan pour la défense des forêts par les incendies de la province autonome de Trento a permis d'expérimenter des nouvelles approches dans la planification d'incendie, l'intégration des différentes techniques d'analyse et de créer des synergies positives entre les acteurs impliqués dans le processus de planification.

Le point central des études réalisées, c'est la définition d'une méthodologie intégrée pour la caractérisation du risque d'incendie de forêt. Cette méthode, grâce à la bonne qualité des niveaux d'informations disponibles, est une évolution respect l'habitude de analyser des séries chronologiques du feu sur des vastes zones de nature administrative. Dans les situations pendant lesquelles la stratégie de lutte active a déjà contenu efficacement le phénomène, les statistiques des incendies fournissent peu d'orientation significatif sur les conditions réelles de risque, en manquant d'exprimer la composante potentielle du régime d'incendie, parfois inexprimé par les événements du passé.

Pour l'identification des zones à risque et la détermination des priorités d'action, les facteurs prédisposant et déterminants des incendies de forêt ont été analysés et

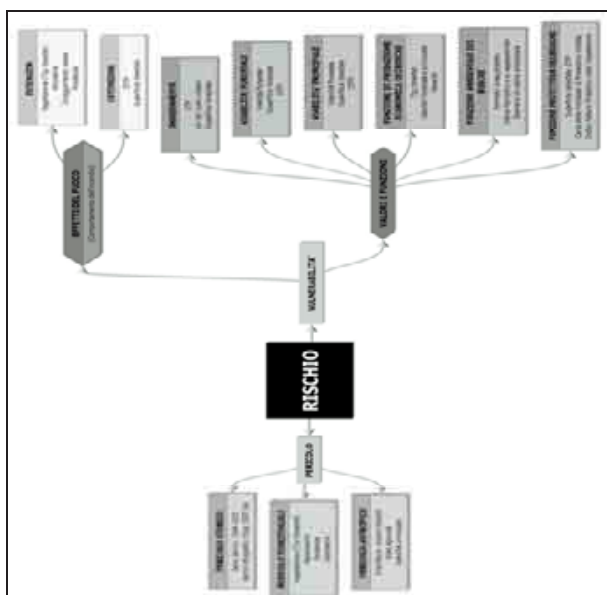


Figura 1. Diagramma di flusso per la determinazione del rischio di incendio boschivo.

Figure 1. Flow-chart for the characterization of wildfire risk.

Figure 1. Diagramme pour la détermination du risque d'incendie de forêt.

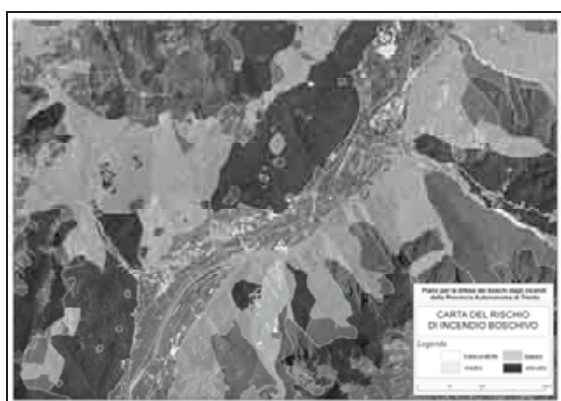


Figura 2. Estratto della carta di rischio di incendio boschivo.

Figure 2. Wildfire risk map: an example.

Figure 2. Carte du risque d'incendie de forêt: un exemple.

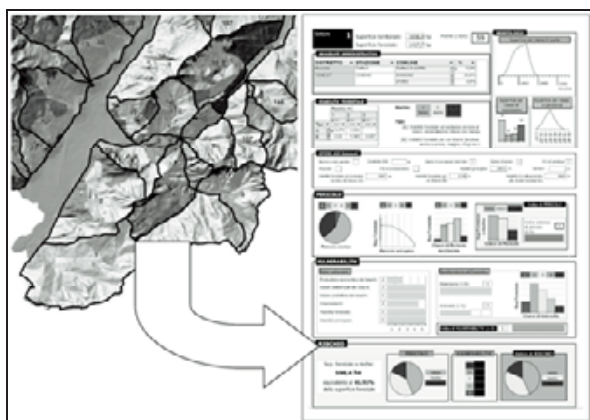


Figura 3. Suddivisione del territorio in settori ed esempio di scheda di settore.

Figure 3. Territory subdivision into sectors with an example of sector reports.

Figure 3. Division du territoire en secteurs et un exemple de la carte des secteurs.



classés dans un SIG. Un examen approfondi a été particulièrement adressée à l'évaluation de la végétation forestière en ce qui concerne la présence des combustibles et la vulnérabilité au feu des différents formations, en utilisant comme informations de base la cartographie des types de forêts.

Les lignes directrices de planification proposées sont adressées à renforcer la réalisation d'une sylviculture de prévention pour la lutte contre les incendies des forêts.

#### BIBLIOGRAFIA

- Agee J.K., 1993 - *Fire Ecology of Pacific Northwest Forests*. Island Press, pp. 493.
- Agee J.K., Bahro B., Finney M.A., Omi P., Sapsis D.B., Skinner C.N., van Wagtenonk J.W., Weatherspoon C.P., 2000 - *The use of shaded fuelbreaks in landscape fire management*. *Forest Ecology and Management* 127: 55-66.
- Agee J.K., Skinner C.N., 2005 - *Basic principles of forest fuel reduction treatments*. *Forest Ecology and Management* 211: 83-96.
- Bachmann A., Allgöwer B., 1998 - *A framework for wildfire risk analysis*. In: Proceedings of the III International Conference on Forest Fire Research, 14th Conference on Fire and Forest Meteorology; 16-20 November 1998; Coimbra, Portugal. ADAI, Vol. 2: 2177-2190.
- Bachmann A., Allgöwer B., 2001 - *A consistent wildland fire risk terminology is needed!* *Fire Management Today*, 61(4): 28-33.
- Blanchi R., Allgöwer B., Koutsias N., Salas J., Camia A., 2003 - *Fire risk mapping (I): Methodology, selected examples and evaluation of user requirements*. Forest Fire Spread Prevention and Mitigation (SPREAD) Deliverable D161. Contract n. EVG1-CT-2001-00043, 46 p.
- Burrough P.A., McDonnell R.A., 1998 - *Principles of Geographical Information Systems*. Spatial Information Systems and Geostatistics. Oxford University Press, pp. 333.
- Camia A., Varela V., Marzano R., Eftichidis G., 2004 - *Spatial analysis in European Wildland-Urban Interface environments using GIS*. In: Xanthopoulos G. (ed.), Proc. II International Workshop "Forest Fire in the Wildland-Urban Interface and Rural Areas in Europe: an integral planning and management challenge"; 15-16 May 2003, Athens (Greece). Mediterranean Agronomic Institute of Chania (MAICh), Graphic Art and Publishing Unit, Chania, Crete, 185-196.
- Ceccato R., Marzano R., Bovio G., Wolynski A., Zanin M., 2007 - *Piano antincendi boschivi della Provincia Autonoma di Trento: metodo sperimentale per l'analisi del pericolo di incendio boschivo*. Atti della 11<sup>a</sup> Conferenza Nazionale ASITA, Centro Congressi Lingotto, Torino 6-9 novembre 2007.
- Dalla Fontana G., Catorzi F., 2005 - *Metodologia per la definizione di una carta della fragilità territoriale per la Provincia Autonoma di Trento*. Provincia Autonoma di Trento, AIDI.
- DeBano L.F., Neary D.G., Ffolliott P.F., 1998 - *Fire's effects on ecosystems*. John Wiley and Sons, New York, pp. 333.
- Greenberg, J.D., Bradley G.A., 1997 - *Analyzing the urban-wildland interface with GIS: two case studies*. *Journal of Forestry* 95 (10): 18-22.
- Hardy C.C., 2005 - *Wildland fire hazard and risk: Problems, definitions, and context*. *Forest Ecology and Management*, 211: 73-82.
- Jaiswal R.K., Mukherjee S., Raju K. D., Saxena R., 2001 - *Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS*. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 4: 1-10.
- Lloret F., Mari G., 2001 - *A comparison of medioeval and the current fire regimes in managed pine forests of Catalonia (NE Spain)*. *Forest Ecology and Management* 141: 155-163.
- Martinson E.J., Omi P.N., 2003 - *Performance of fuel treatments subjected to wildfires*. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station Proceedings RMRS-P-29 (Fort Collins, CO).
- Marzano R., Bovio G., 2004 - *Analisi dell'interfaccia urbano-foresta mediante dati telerilevati per la caratterizzazione del rischio di incendio boschivo*. Atti della 8<sup>a</sup> Conferenza Nazionale Asita, Geomatica: Standardizzazione, interoperabilità e nuove tecnologie. Fiera di Roma, 14 - 17 dicembre 2004, 1413-1418.
- Marzano R., Bovio G., Guglielmet E., Camia A., Deshayes M., Lampin C., Salas J., Martínez J., Molina D., Geronimo N., Carrega P., Fox D., Sabaté S., Vayreda J., Martín P., Martínez J., Vilar L., Conese C., Bonora L., Tsakalidis S., Gitas J., Karteris M., 2006 - *Wildland Fire Danger and Hazards: a state of the art*. Final version. EUFIRELAB: Euro-Mediterranean Wildland Fire Laboratory, a "wall-less" Laboratory for Wildland Fire Sciences and Technologies in the Euro-Mediterranean Region. Deliverable D-08-07, pp.64. <http://www.eufirelab.org/deliverable.php>.
- Marzano R., Camia A., Bovio G., 2008 - *Wildland-urban interface analyses for fire management planning*. In: González-Cabán, Armando, tech. coord, Proceedings of the second international symposium on fire economics, planning, and policy: a global view. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-208, Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 311-318.
- Mouillot D., Rambal S., Joffre R., 2002 - *Simulating climate change impacts on fire frequency and vegetation dynamics in a Mediterranean-type ecosystem*. *Global Change Biology* 8: 1-15.
- Odasso M., 2002 - *I tipi forestali del Trentino*. Report n. 25, Centro di Ecologia Alpina, pp. 192.
- Omi P.N., Martinson E.J., 2002 - *Effect of fuels treatment on wildfire severity*. Final report to the Joint Fire Science Program Governing Board, Western Forest Fire Research Center, Colorado State University (Fort Collins, CO).
- Piñol J., Terradas J., Lloret F., 1998 - *Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal eastern Spain*. *Climatic Change* 38: 345-357.
- Pollet J., Omi P.N., 2002 - *Effect of thinning and prescribed burning on crownfire severity in ponderosa pine forests*. *International Journal of Wildland Fire* 11: 1-10.
- Regione Liguria, 2003 - *Piano regionale per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi 2003-2006*. Dipartimento Agricoltura e Turismo, pp. 390 + allegati ([www.agriligurianet.it](http://www.agriligurianet.it)).
- Regione Lombardia, 2006 - *Piano regionale per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione*

- e lotta attiva contro gli incendi boschivi 2006-2009*. pp. 138 +allegati. ([www.incendiboschivi.regione.lombardia.it/Static/Documentazione/PianoAIB.html](http://www.incendiboschivi.regione.lombardia.it/Static/Documentazione/PianoAIB.html)).
- Regione Piemonte, 2007 - *Piano regionale per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi 2007-2010*. Settore Antincendi Boschivi e Rapporti con il Corpo Forestale dello Stato, pp. 155 +allegati. ([www.regione.piemonte.it/montagna/incendi/piano/home.htm](http://www.regione.piemonte.it/montagna/incendi/piano/home.htm))
- Sottovia L., Odasso M., Carriero A., 2002 - *Un modello per la rappresentazione cartografica automatizzata dei tipi forestali nell'altopiano di Piné*. Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste, Trento, pp. 55.
- Westman W.E., 1978 - *Measuring the inertia and resilience of ecosystems*. *Bioscience* 28: 705-710.
- Whelan R.J., 1995 - *The ecology of fire*. Cambridge University Press.
- Xanthopoulos G., Caballero D., Galante M., Alexandrian D., Rigolot E., Marzano R., 2006 - *Forest Fuels Management in Europe*. pp. 29-46. In: Proceedings of the 1<sup>st</sup> Fire Behavior and Fuels Conference, "Fuels Management - How to Measure Success", Portland, Oregon, USA, March 27-30, 2006. Andrews, P.L, and B.W. Butler, compilers. USDA Forest Serv., Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO. RMRS-P-41. 809 p.

## LA *SILVA* NEL *SALTUS*. NOTE STORICO-ECOLOGICHE E CARTOGRAFICHE PER UNA MODERNA GESTIONE DELLE RISORSE SILVO-PASTORALI DEI MONTI NEBRODI (SICILIA)

(\*) Dipartimento di Arboricoltura, Botanica e Patologia vegetale, Università degli Studi di Napoli

(\*\*) Sezione di Biologia ed Ecologia Vegetale, Dipartimento di Scienze Agronomiche, Agrochimiche e delle Produzioni Animali, Università degli Studi di Catania

Le fasi critiche nell'integrazione fra attività pastorali, gestione forestale e tutela delle risorse naturali sono state studiate negli ecosistemi pascolivi dei monti Nebrodi (Sicilia). La ricerca è stata finalizzata a contribuire alla definizione di protocolli di gestione delle risorse silvo-pastorali che tutelino la biodiversità valorizzando allo stesso tempo le culture ed i prodotti delle economie locali.

Si sono effettuate ricerche storiche, cartografiche ed ecologico-vegetazionali. A questo scopo si sono consultate le fonti storico-bibliografiche disponibili; si è operato sui documenti cartografici mediante tecniche di analisi G.I.S.; infine si è rilevato in campo lo stato della biodiversità, applicando il metodo di Braun-Blanquet.

I risultati della ricerca evidenziano come l'impiego pabulare, pur storicamente contrapposto alla gestione forestale, possa oggi trarre beneficio da un riequilibrio nell'uso delle risorse territoriali, particolarmente nelle aree più esposte ai rischi erosivi. Una diversa valorizzazione dell'immagine di queste aree compenserebbe la relativa riduzione dell'impatto del pascolo attraverso la promozione di un prodotto centrato sulle tipicità ambientali e socio-culturali del territorio. La gestione integrata delle risorse forestali e pabulari può in definitiva essere la chiave per il rilancio dei sistemi pascolivi delle aree montane.

*Parole chiave:* pascolo, sistemi silvo-pastorali, GIS, storia d'uso del suolo.

*Key words:* grazing, silvo, pastoral systems, GIS, land use history.

*Mots clés:* pâturage, systèmes sylvicoles, pastorales, GIS, histoire d'usage du sol.

### 1. INTRODUZIONE

Il pascolo negli ambienti montani si è spesso configurato come un'attività potenzialmente dannosa per l'equilibrio degli ecosistemi forestali. Tuttavia, una componente particolarmente rilevante del patrimonio sociale e storico-culturale degli ambienti montani è oggi legata all'utilizzo delle risorse pastorali, da cui dipende anche il mantenimento di una particolare biodiversità floro-faunistica coevolutasi con la presenza antropica.

In questo contributo si analizzano i pascoli dei monti Nebrodi, una delle aree montuose più interessanti del territorio siciliano. Si presentano, a questo scopo, alcune note sullo sviluppo storico dei pascoli in rapporto alle superfici boscate, seguite da un'analisi attuale del territorio e dello stato della biodiversità.

### 2. CENNI STORICI

Il territorio nebrodese, per i suoi caratteri bioclimatici, mostra una chiara vocazione forestale. La presenza nelle epoche passate di considerevoli estensioni boschive è testimoniata da una descrizione dello storico Fazello (1817) relativa all'epoca pre-normanna, in cui l'area dell'antica Val Démone, di cui i Nebrodi costituivano la più estesa porzione montana, è caratterizzata come "...piena d'altissimi monti, di balze, di colli continuati, e seguenti l'un dopo l'altro, di grandissime selve, e di fortissimi boschi ... povera di frumenti, e di tutte l'altre sorte di biade...".

Lo sfruttamento di questi boschi si accompagna con le vicende storiche dell'isola. Al termine del XIII secolo le

superfici forestali risultavano fortemente ridotte a causa dell'intenso utilizzo cui erano sottoposte (Amari, 1935). Tale processo iniziò durante il periodo musulmano, ma vide il suo apice in epoca normanna. Il geografo al-Idrisi, nel 1150, faceva menzione "del gran traffico di legname che faceasi a Randazzo, delle navi che costruivansi a San Marco con gli alberi tagliati in quei monti" (Amari, 1939). Al termine del dominio normanno, secondo quanto segnalato dal Pari (1962), si rese necessario porre limiti allo sfruttamento dei boschi ed ai diritti di legnatico.

L'antropizzazione di queste aree, che pure presentano antichi insediamenti romani (es. Amestratus, l'attuale Mistretta) ed arabi (al Quaruniah, l'attuale Caronia), si deve fondamentalmente ai normanni, che scelsero come base per molti dei loro insediamenti le zone in quota, dal clima più fresco e dalla morfologia più adatta all'edificazione di roccaforti inespugnabili in caso di assalti. Le attività pastorali ebbero una notevole rilevanza presso i normanni, alimentando il commercio delle pelli, della lana e dei formaggi; ma non meno importante era l'agricoltura. L'importanza che l'agricoltura doveva aver raggiunto nel corso di questo periodo è testimoniata dalle alte quote granarie imposte ai centri nebrodensi (es. 400 salme di frumento per Nicosia) allo sbarco di Pietro III d'Aragona, nel 1282 (D'Alessandro, 1980).

Il periodo normanno risultò comunque, nel suo complesso, caratterizzato da un certo equilibrio nell'uso del territorio, rispettando le proporzioni fra *Ager*, *Silva* e *Saltus*, retaggio dell'epoca romana. Successivamente, un uso poco oculato delle risorse portò alla utilizzazione sempre più intensa delle aree forestali, per sopperire alla necessità di maggiori superfici da mettere a coltura (Smith, 1971).

La progressiva riduzione delle aree forestali raggiunse l'apice nella prima metà del secolo XX, epoca in cui si registrano le più basse percentuali di superficie boschiva sul complesso del territorio siciliano (circa il 4% della superficie totale). Ciò ha portato al degrado di numerosi versanti, progressivamente privati della copertura arborea e fortemente erosi fino all'affioramento della roccia madre.

Nel passato più recente, si è assistito ad un'inversione di tendenza nell'uso del territorio, con un relativo abbandono delle colture. Alle pendici più basse, specie sul versante tirrenico, l'agricoltura continua a rivestire una certa importanza, mentre alle quote più elevate la cerealicoltura è stata progressivamente sostituita da una zootecnia che utilizza le risorse vegetali naturali come principale fonte di foraggi. La forma di allevamento che predomina è quella di una transumanza stagionale parzialmente regolamentata, priva di stabulazione e votata alla produzione di carne e di latte destinato alla caseificazione in loco. L'allevamento del bestiame continua inoltre a rivestire un ruolo essenziale nella strutturazione antropologica delle comunità locali, come risulta dalle numerose testimonianze del perdurare di ancestrali elementi dell'antica cultura pastorale (d'Onofrio, 2000).

Con il varo nel 1982 del Parco Naturale Regionale dei Nebrodi, la zootecnia locale va incontro ad una ridefinizione dei sistemi gestionali, onde conciliare il pascolo con la tutela della biodiversità e con la valorizzazione delle tipicità locali. Alcuni interessanti elementi del bestiame autoctono risultano inseriti nelle liste internazionali delle entità da tutelare, fra cui il cavallo Sanfratellano e il suino Nero Siciliano, oltre ad alcuni contingenti della vacca Modicana, della capra Argentata dell'Etna e della vacca Cirisana. Di notevole interesse anche gli endemismi vegetali attualmente presenti sul territorio, fra cui le specie rare *Petagnaea gussonei* (Spreng.) Rauschert, *Cirsium vallis-demonii* Lojac., *Genista aristata* C. Presl, e *Festuca morisiana* Parl. subsp. *sicula* Cristaudo, Foggi, Galesi et Maugeri (Cristaudo *et al.*, 2007), *Trifolium bivonae* Guss., nonché le formazioni forestali a *Taxus baccata* L., riconosciute come habitat prioritario dalla Direttiva Habitat 92/43/CEE.

### 3. ANALISI DELLO STATO ATTUALE DEI PASCOLI

#### 3.1 Materiali e metodi

Sono state effettuate analisi cartografiche con l'ausilio di tecniche GIS ed analisi floristico-vegetazionali adottando la metodologia di Braun-Blanquet (1964).

L'elaborazione dei dati cartografici è stata effettuata operando nel formato *raster* con il software Ilwis 3.3. Si è fatto riferimento in primo luogo alla Carta dell'uso dei suoli della Sicilia (Borsellino *et al.*, 1994) e, per confronto storico, alla Carta dell'uso del suolo d'Italia, foglio 22 (CNR, 1958).

Sono stati inoltre confrontati diversi documenti di argomento cartografico (Fierotti *et al.*, 1988; Lentini *et al.*, 1997; Petino, 2006), pedologico (Fierotti, 1997), bioclimatico (Duro *et al.*, 1996 a,b; Drago *et al.*, 2000) ed ecologico-vegetazionale (Gentile, 1952; Poli *et al.*, 1972; Brullo e Grillo, 1978; Cirino, 1996; Mingo *et al.* 2008 a,b).

#### 3.2 Risultati e discussione

L'analisi degli elaborati cartografici rivela la presenza nel territorio esaminato di decine di migliaia di ettari assi-

milabili al pascolo, con un massimo alle quote comprese fra gli 800 ed i 1400 m (Tabella I). Di questi, oltre la metà sono compresi fra 1000 e i 1400 m, fascia altitudinale in cui i pascoli occupano circa il 38% della superficie totale, seguiti dai boschi (30% circa), da formazioni descritte come boschi degradati, che occupano circa il 27% della superficie totale, e da piccole estensioni con coltivi. Gran parte delle superfici definite come bosco degradato, tuttavia, potrebbero essere catalogate come pascoli arborati, sia per i caratteri floristico-strutturali che per l'uso pastorale cui sono prevalentemente destinate.

Una considerevole estensione di aree a pascolo è stata rilevata anche nella fascia altitudinale 800-1000, dove i pascoli occupano circa il 29% della superficie complessiva; tale dato, tuttavia, va discusso sia in relazione ai caratteri bioclimatici e vegetazionali dell'area che alla recente storia d'uso del territorio. In questo ambito altitudinale, che rientra in buona parte in una fascia climatica potenzialmente vocata all'insediamento di boschi sempreverdi (Tabella II), si riscontra una flora caratterizzata da un numero relativamente elevato di specie annuali e da un'incidenza complessivamente ridotta di quelle specie erbacee perennanti che costituiscono l'oggetto di maggior interesse per l'utilizzo pabulare. Va aggiunto, inoltre, che la quasi totalità delle superfici attualmente classificate come pascoli in questa fascia altitudinale (Borsellino *et al.*, 1994) risultavano destinate ai coltivi nel recente passato (CNR, 1958), ed anche allo stato attuale presentano i caratteri delle aree interessate da successioni post-agricole più che quelli della vegetazione erbacea naturale. Si tratta infatti di aree ancora soggette ad attività saltuarie, che favoriscono l'insediarsi di elementi nitrofilo e ruderali. Tale effetto è ancora più evidente alle quote inferiori a 800 m, dove i coltivi costituiscono la più rilevante tipologia d'uso del suolo.

Alle quote superiori ai 1400 m, nella fascia mediterraneo-montana, la superficie complessiva destinata al pascolo si riduce per effetto della morfologia montana, mentre aumentano le formazioni forestali. Va precisato, tuttavia, che anche a tali quote vi sono estensioni non trascurabili classificate come arbusteti o boschi degradati, il cui utilizzo pabulare assume un rilievo nell'economia del pascolo per le disponibilità foraggiere che sono in grado di offrire nelle epoche tardo-estive, conseguenza della fenologia che è mediamente posticipata rispetto ai popolamenti delle fasce altitudinali meno elevate.

Fra le tipologie vegetazionali predominano le comunità a *Lolium perenne* e *Cynosurus cristatus*, prevalentemente distribuite nella fascia al di sopra dei 1000 m s.l.m. su suoli bruni profondi, provvisti del miglior valore foraggero. Tali formazioni subiscono un'involuzione in conseguenza del pascolo eccessivo e del compattamento dovuto al calpestio, procedendo verso aspetti a minore biomassa, con *Plantago cupanii* Guss. e altre specie poco appetite dal bestiame, quali *Tolpis virgata* (Desf.) Bertol., *Plantago lanceolata* L. e le composite spinose *Cirsium vallis-demonii* Lojac. ed *Eryngium campestre* L.. Su substrati meno pedogenizzati, contraddistinti da un elevato contenuto di scheletro e dalla preponderanza di materiale arenaceo, si rinvennero formazioni caratterizzate dalla presenza di camefite prostrate quali *Genista aristata* C. Presl. ed *Helianthemum mummularium* (L.) Mill., cui si associano *Anthemis arvensis* L. ssp. *sphacelata* (C. Presl) R. Fern., *Festuca circummediterranea* Patzke ed



altre specie erbacee di limitato valore foraggiero. Questo tipo di vegetazione, che si spinge in quota anche oltre i 1500 m accompagnando nelle radure le cenosi forestali a Faggio, riveste un ruolo primario per la protezione di versanti spesso soggetti a fenomeni erosivi. Sono poi da menzionare le vaste estensioni dominate da *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn in Kerst., spesso rinvenute sui substrati andici e a margine dei castagneti, che in parte precedono la ricolonizzazione del pascolo ad opera delle specie legnose; le comunità ad *Asphodelus ramosus* L., con ampi corteggi terofitici, diffuse negli ambiti più tendenti alla xericità; ed infine le formazioni igrofile ed igrofite rinvenute su depressioni umide con substrati fortemente argillosi, dove si rinvengono alcuni fra i più interessanti endemismi locali.

Dal confronto fra la situazione attuale e quella del 1958 si rileva la presenza di superfici che in passato erano utilizzate per l'agricoltura ed oggi risultano censite come pascoli. Tale fenomeno al di sotto dei 1000 m interessa la quasi totalità delle aree a pascolo, mentre alle quote superiori risulta di entità minore. Si rileva, inoltre, la trasformazione di superfici forestali in aree solo parzialmente boscate, a causa dell'intenso pascolamento; ma allo stesso tempo si osservano casi di incremento delle aree boscate, conseguenza della minore pressione antropica e talora di interventi di rimboschimento.

Particolarmente critico risulta oggi l'aspetto legato alle giaciture, strettamente correlate all'erodibilità dei versanti: alle quote inferiori agli 800 m, i pascoli sono localizzati per lo più in aree a pendenza mediamente accentuata (pendenze comprese fra gli 11 e i 22°), che sono quelle più difficilmente utilizzabili per i coltivi (Figura 1). Fra gli 800 ed i 1000 m, prevalgono invece le aree con pendenza ridotta, indice della probabile origine post-culturale di questi pascoli. Superati i 1000 m, pur prevalendo i pascoli su superfici sub-pianeggianti, vengono ad assumere un certo rilievo le aree a pendenza crescente. In particolare, si evidenzia la presenza di importanti estensioni a pascolo su pendenze superiori ai 20-22°, che possono considerarsi seriamente esposte ai rischi di erosione. La vulnerabilità di questi siti è accentuata dalla natura dei suoli, litosuoli e regosuoli spesso di origine andica (Terribile *et al.*, 1998), particolarmente esposti al rischio di desertificazione. L'intensità dei fenomeni erosivi va infine valutata in relazione al regime di piovosità: numerose aree situate nella fascia sopramediterranea sono caratterizzate da precipitazioni particolarmente intense e concentrate. Sono queste le aree in cui più oculato dovrebbe essere il monitoraggio dei fenomeni erosivi, non escludendo forme drastiche di limitazione del pascolo associate all'impianto di essenze legnose.

#### 4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I pascoli oggetto di studio possono considerarsi il risultato di un lungo processo di antropizzazione che nel corso dei secoli ha determinato un progressivo recedere delle aree forestali, a vantaggio dell'agricoltura e, soprattutto, della pastorizia. Tale processo ha comportato un sempre maggior impatto delle attività zootecniche sulla stabilità dei suoli, generando numerosi fenomeni di erosione anche grave; ma allo stesso tempo ha contribuito a caratterizzare fortemente una compagine sociale stabilmente vocata all'allevamento di un bestiame ad elevato grado di autoctonia.

Attualmente le più interessanti estensioni a pascolo si rin-

vengono fra i 1000-1400 m, dove costituiscono la tipologia di uso del territorio maggiormente rappresentata. Buona parte di queste estensioni è localizzata in stazioni con morfologie scarsamente accidentate, suoli di discreta fertilità e clima mediamente subumido o umido; in queste situazioni è quindi possibile ipotizzare interventi mirati a razionalizzare ed intensificare l'utilizzo produttivo. Affianco a questi aspetti, tuttavia, si sono rilevati taluni ambiti ad alto rischio di erosione, in quanto localizzati su superfici a giacitura accentuata e su suoli scarsamente evoluti; in questi contesti, in cui l'utilizzo produttivo non porta ad alcun durevole vantaggio economico, è invece fondamentale il ricorso a misure di protezione che ne arrestino il degrado e favoriscano il ripristino della copertura vegetale. È in questi contesti che andrebbero sperimentate forme alternative di utilizzo, andando dal pascolo arborato per le situazioni meno a rischio fino a regimi di protezione totale in quelle più fortemente esposte alle dinamiche erosive.

Sia il miglioramento delle rese produttive che la protezione dei suoli dall'erosione devono comunque tener conto dei valori paesaggistici e storico-culturali di questa importante area protetta della Sicilia; particolare attenzione va dedicata alle superfici forestali ed ai cosiddetti boschi degradati, per i quali vanno elaborati specifici piani d'intervento che concilino l'uso produttivo con il recupero e la conservazione.

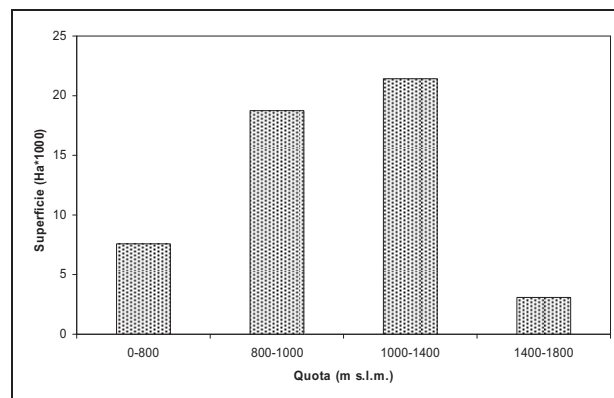


Figura 1. Distribuzione delle aree a pascolo sul territorio montano dei Nebrodi.

Figure 1. Distribution of grazing areas on Nebrodi mountains.

Figure 1. Répartition des zones de pâturage sur les monts Nebrodi.



Figura 2. Carta delle aree a pascolo per classi di pendenza.

Figure 2. Map of the grazing areas for slope classes.

Figure 2. Charte des zones de pâturage pour les classes de pente.

	0-800	800-1000	1000-1400	1400-1800
Litosuoli con roccia affiorante	40	249	515	36
Litosuoli con elementi andici	25	-	-	-
Litosuoli su calcari	9	249	1021	219
Litosuoli su sequenze fliscioidi	37	366	2265	-
Regosuoli su sequenze fliscioidi	2137	6249	5923	267
Regosuoli con elementi andici	-	2988	2435	1123
Suoli alluvionali con elementi vertici	-	688	21	-
Suoli bruni con elementi vertici	190	1138	748	-
Suoli bruni	3837	4555	2360	28
Suoli bruni acidi	-	-	84	-
Suoli bruni leggermente acidi	1330	2170	6064	1427
Suoli bruni con elementi andici	-	95	-	-
<b>Totale</b>	<b>7605</b>	<b>18747</b>	<b>21436</b>	<b>3100</b>

Tabella 1. Distribuzione delle superfici a pascolo (Ha) in relazione al substrato pedologico e all'altitudine.

Tabella 1. Distribution of pasture land (Ha) in relation to soils and elevation.

Tableau 1. Distribution des pâturages (ha) en relation avec les sols et de à l'altitude.

	0-800	800-1000	1000-1400	1400-1800
Arido		2330	1544	709
Semiarido	464	5149	3871	139
Semiumido	5035	10916	12699	1434
Umido	-	352	3322	818
<b>Totale</b>	<b>7605</b>	<b>18747</b>	<b>21436</b>	<b>3100</b>

Tabella 2. Distribuzione delle superfici a pascolo (Ha) in relazione al variare dell'indice di aridità di de Martonne e Gottmann.

Table 2. Distribution of pasture land (Ha) in relation to the index of aridity of de Martonne and Gottmann.

Tableau 2. Distribution des pâturages (Ha) par rapport à l'indice d'aridité de Martonne et Gottmann.

## SUMMARY

### *SILVA* IN THE *SALTUS*. SOME HISTORICAL- ECOLOGICAL AND CARTOGRAPHIC REMARKS FOR A MODERN MANAGEMENT OF AGRO-SILVO- PASTORAL RESOURCES OF NEBRODI MOUNTS (SICILY)

The critical integration of pastoral activity, forest management and natural resources preservation was studied in the grazed ecosystems of Nebrodi mounts (Sicily). The research was aimed at contributing to implement the guidelines for a silvo- pastoral resource management that preserve biodiversity and enhance local economy products and cultures.

Historical, cartographic and plant-ecological researches were conducted. To this aim, historical literature references were examined; cartographic sheets were analyzed through G.I.S. techniques; finally, the state of biodiversity was monitored in the field applying Braun-Blanquet methodology.

This research points out that although grazing historically counteracted with forest management, it could now get benefits from re-balancing the land use policy, particularly in the areas more heavily exposed to erosion. A different valorisation of the image of this area could compensate for a

relative reduction of grazing impact, through promoting a product centred on the typical environmental and socio-cultural values of the area. The integrated management of forests and grasslands could then be a key factor for promoting the development of grazed mountain areas.

## RÉSUMÉ

### LA *SILVA* DANS LE *SALTUS*. NOTES HISTORIQUE- ECOLOGIQUES ET CARTOGRAPHIQUES POUR UNE MODERNE GESTION DES RESSOURCES AGRO-SYLVICOLE-PASTORALES DES MONTS NEBRODI (SICILE)

Les phases critiques de l'intégration entre activités pastorales, gestion des forêts et préservation de la biodiversité ont été étudiées dans les écosystèmes champêtres des monts Nebrodi (Sicile). La recherche a été finalisée à contribuer à la définition de protocoles de gestion des ressources sylvicole- pastorales qui préservent la biodiversité en valorisant au même temps les cultures et les produits des économies locales. Pour ce but on a consultés les source historique- bibliographiques disponibles; on a opéré sur les feuilles cartographiques avec des techniques G.I.S.; enfin, on a relevé dans le champ l'état de la biodiversité en appliquant la méthodologie de Braun-Blanquet.

Les résultats de la recherche mettent en évidence que l'utilisation pastoral, même si elle a été historiquement contraposée à la gestion des forêts, peut actuellement se bénéficier d'un re-équilibre dans l'usage des ressources du territoire, en particulier dans les environnements plus exposés aux dangers d'érosion. Une différente valorisation de l'image de ces endroits compenserait la relative réduction de l'impact du pâturage avec la promotion d'un produit centré sur les typicités environnementales e socio- culturelles du territoire. La gestion intégrée des ressources sylvicole e pastorales pourrait- être enfin la clé pour relancer les systèmes pastorales des environnements montagnards.

## BIBLIOGRAFIA

- Amari M., 1935 - *Storia dei musulmani in Sicilia*, Vol. II, p. 508. 2° ed., C. A. Nallino, Palermo.
- Amari M., 1939 - *Storia dei musulmani in Sicilia*, Vol. III, p. 809,833. 2° ed., C. A. Nallino, Palermo.
- Borsellino M.D., Capitano L., Casuccio S., Davì S., Facciponti G., 1994 - *Carta dell'uso del suolo*. Scala 1:250.000. Note Illustrative, Regione Siciliana. S.E.L.C.A. Srl, Firenze.
- Braun-Blanquet J., 1964 - *Pflanzensoziologie*. Grundzuge der Vegetationskunde, 1-865. Springer.
- Brullo S., Grillo M., 1978 - *Ricerche fitosociologiche sui pascoli dei monti Nebrodi (Sicilia settentrionale)*. Notiziario di Fitosociologia 13: 23-61.
- Cirino E., 1996 - *Indagine sinfenologica e disponibilità foraggera in aree di pascolo dei monti Nebrodi (Sicilia Settentrionale)*. Inf. Bot. It. 28(3): 385-398.
- Cristaudo A., Foggi B., Galesi R., Maugeri G., 2007 - *Festuca morisiana Parl. subsp. sicula (Poaceae) taxon nuovo della flora della Sicilia*. Parlatorea 9: 95-99.
- CNR, Consiglio Nazionale delle Ricerche e Direzione

- Generale del Catasto e dei SS. TT. EE., 1958 - *Carta della utilizzazione del suolo d'Italia*, foglio 22. Ed. Touring Club Italiano, Milano.
- D'Alessandro V., 1980 - *Paesaggio agrario, regime delle terre e società rurale (secoli XI-XV)*. In Romeo, R. (ed.) "Storia della Sicilia", vol. III, pp 411-447. Società editrice Storia di Napoli, del Mezzogiorno continentale e della Sicilia.
- Drago A., Lo Bianco B., Monterosso I., 2000 - *Atlante climatologico della Sicilia*. II Edizione. Regione Siciliana, Assessorato Agricoltura e Foreste. INTEA s.r.l., Palermo.
- d'Onofrio S., 2000 - "Mercu chiama patrùni": *Marchi di proprietà (a fuoco e all'orecchia) degli allevatori siciliani dei Nebrodi*. La Ricerca Folklorica, Antropologia dell'ambiente 41: 51-62. Grafo s.p.a. editore.
- Duro A., Piccione V., Scalia C., Zampino D., 1996a - *Precipitazioni e temperature medie mensili in Sicilia relative al sessantennio 1926-85*. In Atti del 5° Workshop P.S. "Clima, ambiente e territorio nel Mezzogiorno", Amalfi, 28-30 aprile 1993, C.N.R. I: 17-103, Roma.
- Duro A., Piccione V., Scalia C., Zampino D., 1996b - *Fitoclima della Sicilia*. Contributo alla caratterizzazione del fattore aridità. In Atti del 5° Workshop P.S. "Clima, ambiente e territorio nel Mezzogiorno", Amalfi, 28-30 aprile 1993, C.N.R. II: 133-149, Roma.
- Fazello T., 1817 - *Della Storia di Sicilia*. Vol. I, p. 548. Tipografia G. Assenzio, Palermo 1817.
- Fierotti G., 1997 - *I suoli della Sicilia*. Dario Flaccovio Editore, Palermo.
- Fierotti G., Dazzi C, Raimondi S., 1988 - *Carta dei suoli della Sicilia*. Istituto di Agronomia Generale, Università di Palermo.
- Gentile S., 1952 - *Ricerche sui pascoli e sui boschi del territorio di Nicosia (Sicilia nebrodense)*. Boll. Ist. Bot. Univ. Catania, se. 2, 2:8-130, Catania.
- Lentini F., Carbone S., Catalano S., Vinci G., Di Stefano A., 1997 - *Schema geologico-strutturale della Sicilia nord-orientale*. Università degli Studi di Catania.
- Mingo A., Cristaudo A., Vitale L., Magliulo V., 2008 - *Differential response to drought, disturbance e increasing temperature of endemic e non-endemic species of a mountain-mediterranean grassland*. Options Méditerranéennes, Series A, No. 79: 335-339.
- Mingo A., Migliozi A., Maugeri G., 2008 - *Integrated multi-scale approaches to Mediterranean grasslands, a study case on Nebrodi mounts (Sicily)*. Options Méditerranéennes, Serie A, No 79: 79-83.
- Pari I., 1962, - *Città e campagna*. In "Studi in onore di A. Fanfani". Vol. II, p. 232. Milano.
- Petino G., 2006 - *Carta utilizzazione del suolo nei Comuni del Parco dei Nebrodi*. Dipartimento di economia e territorio, Università degli Studi di Catania.
- Poli E., Signorello P., Maugeri G., 1972 - *Contributo alla conoscenza della vegetazione dei Nebrodi*. Giornale Botanico Italiano, 106 (5-6): 45-72.
- Smith D.M., 1971 - *Storia della Sicilia medievale e moderna*. Laterza, Bari, pp. 230-231, 345-355, 522-526.
- Terribile F., Cristaudo A., Galesi R., Maugeri G., Mingo A., 1998 - *Rapporti suolo-vegetazione nei pascoli dei Nebrodi e Peloritani (Sicilia): il ruolo del pedoambiente vulcanico*. Atti del 93° congresso della Società Botanica Italiana, Arcavata di Rende, 1-3 ottobre 1998, p 124.

## IL RUOLO DEL POTENZIALE OSMOTICO E DEL PH SULLA GERMINAZIONE POST-INCENDIO DI *PINUS HALEPENSIS* MILLER: UN'ANALISI COMPARATIVA SU POPOLAZIONI DI SEMI CON DIVERSA STORIA DEL DISTURBO DEL FUOCO

(\*) Dipartimento di Arboricoltura, Botanica e Patologia vegetale, Università degli Studi di Napoli

La serotinia, ovvero la mancata schiusura di coni maturi con il solo stimolo della radiazione solare, promuove la formazione di una banca di semi nella chioma di *Pinus halepensis* Miller. Lo shock termico indotto dal calore degli incendi di elevata intensità favorisce la divaricazione delle squame ed un cospicuo rilascio scalare di semi. La germinazione post-incendio avviene in un variegato mosaico di substrati, fra cui gioca un ruolo cruciale il microsito corrispondente all'area di insidenza della chioma delle grandi piante, ove lo spessore del letto di cenere differisce rispetto alle aree circostanti.

Con l'ausilio di una cronosequenza aerofotogrammetrica (1947, 1954, 1974, 1990, 2002) e di verbali di incendio del Corpo Forestale dello Stato, nelle pinete litoranee del Tarantino (foresta biogenetica Perronello-Pineto, Castellaneta – TA), sono stati individuati soprassuoli con una diversa storia del disturbo del fuoco: 0, 1 e 2 incendi da cui sono stati raccolti coni maturi nel periodo invernale. In laboratorio sono stati condotti due esperimenti di germinazione su substrati rappresentati da soluzioni a potenziale osmotico crescente (-0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.2 MPa, acqua distillata come controllo) ed a pH variabile (6, 7, 8, 9, 10, 11, acqua distillata come controllo), in modo da simulare le condizioni che verosimilmente si possono realizzare sui substrati post-incendio sotto le grosse piante di pino nel periodo autunnale. I risultati preliminari confermano che il disturbo reiterato del fuoco sta selezionando semi sempre più resistenti allo stress idrico ma ciò sta avvenendo a scapito di una perdita del suo vigore germinativo.

*Parole chiave:* stress osmotico, pH, semi, disturbo del fuoco, esperimenti di germinazione.

*Key words:* osmotic stress, pH, seeds, fire disturbance, germination tests.

*Mots clés:* stress osmotique, pH, graines, dérangement du feu, expérimentations de germination.

### 1. INTRODUZIONE

In una pianta secolare di *Pinus halepensis* cresciuta allo stato isolato, o con scarsa competizione laterale, l'ontogenesi prevede la formazione di una chioma ombrelliforme che ricopre poco più del 50% del fusto e con una superficie di insidenza variabile fra 70 e 90 m<sup>2</sup> (Saracino *et al.*, 2002).

L'accumulo di necromassa nella chioma è dovuto soprattutto ai coni aperti non abscissi, particolarmente abbondanti nelle piante di grandi dimensioni ma anche, in alcuni casi, alla ridotta ablazione di rami morti di piccole e medie dimensioni e alla lettiera di aghi intercettata dall'intrico dei rami. La ritenzione di necromassa nella chioma, e il suo arrangiamento spaziale (porosità), sono stati interpretati come caratteri capaci di aumentare l'infiammabilità della chioma e positivamente correlati con il reclutamento di semenzali dopo il passaggio del fuoco (Keeley e Zedler 1998, Schwilk e Ackerly 2001).

L'insieme di questi caratteri favorisce, in una pineta matura infraperta, la formazione di micrositi coincidenti con l'area di insidenza della chioma ove, dopo l'incendio, la germinazione e la crescita di nuove piante della comunità di pineta si manifestano con un pattern differente rispetto all'esterno (Ne'eman *et al.*, 1992). Ciò perché le modalità di accumulo della necromassa nella chioma e nella sottostante lettiera condizionano l'intensità dell'incendio e, conseguentemente, le caratteristiche chimiche e lo spessore del letto di ceneri, quest'ultimo decrescente dal fusto verso il bordo della chioma. In linea generale più intensi sono i

processi di ossidazione indotti dalla combustione sulla vegetazione e maggiore è il contenuto in cationi solubili delle ceneri (Liodakis *et al.* 2005), di colore chiaro. Processi di ossidazione parziali favoriscono, invece, la formazione di carbone che impartisce colori molto scuri alle ceneri. Questi caratteri sono ritenuti capaci di influenzare la germinazione di *P. halepensis* e di alcune specie della comunità (Ne'eman *et al.*, 1993, Henig Sever *et al.*, 1996, Saracino *et al.*, 2003).

Per quanto concerne l'origine dei semi, quelli di *P. halepensis* provengono dalla banca costituita nella chioma grazie anche alla serotinia (Daskalakou e Thanos 1996), cioè alla mancata schiusura di una frazione di coni maturi differenziati dal punto di vista anatomico da quelli non serotini (Leone *et al.*, 1998, Moya *et al.*, 2008). Nelle pinete mediterranee gli incendi si verificano nel pieno dell'estate. Nei primissimi giorni dopo il passaggio del fuoco si registra il rilascio di una cospicua frazione di semi (Saracino *et al.*, 1997) pesanti ed alati che sprofondano nel soffice e spesso (2-5 cm) strato di cenere. L'ala rimane attaccata al seme anche per alcuni giorni e ne favorisce il suo approfondimento nella cenere anche grazie alla posizione verticale a cui è obbligato (Saracino, osservazione personale).

Nel sito di studio la germinazione di *P. halepensis* si verifica in massa nei primi giorni di novembre, in corrispondenza delle piogge autunnali. Nel frattempo le ceneri possono essere state compattate da temporali estivi, spostate spazialmente da venti e acque di deflusso superficiale, e liscivate dei cationi alcalini che incrementano la conduttività specifica della soluzione circolante e il suo potenziale



osmotico. *P. halepensis* mostra elevati tassi di germinazione anche in condizioni sperimentali di stress osmotico (Falusi *et al.* 1983, Thanos e Skordilis 1987, Ne'eman *et al.* 1993, Henig Sever *et al.*, 1996). La variabilità della facoltà germinativa in risposta allo stress idrico (Thanos 2000) potrebbe infatti essere in parte legata al diverso regime di incendi sperimentato (Ne'eman *et al.*, 1993).

Con l'obiettivo di indagare gli effetti dell'eterogeneità ambientale indotta dal maggiore spessore di ceneri riscontrato sotto grandi piante di *P. halepensis* dopo incendi di forte intensità, nel presente lavoro vengono presentati i risultati di due esperimenti in cui vengono simulati rispettivamente gli effetti di stress idrico e pH crescenti, come sperimentati da semi provenienti da popolazioni con una diversa storia del disturbo del fuoco (0, 1 e 2 incendi). Ciò nell'ipotesi che la selezione operata nella fase di germinazione ad opera di un letto di germinazione capace di generare un elevato potenziale osmotico tenda a selezionare individui più resistenti all'aridità e/o agli effetti tossici di substrati basici.

## 2. MATERIALI E METODI

Con l'ausilio di una cronosequenza aerofotogrammetrica (1947, 1954, 1974, 1990, 2002) e di verbali di incendio del Corpo Forestale dello Stato, nelle pinete litoranee del Tarrantino (foresta biogenetica Perronello-Pineto di Castellana, 40° 27' 43,46" N, 16° 55' 00,59" E), sono stati individuati soprassuoli con una diversa storia del disturbo del fuoco: 0, 1 (1970) e 2 (1970 e 1994) incendi, da cui sono stati raccolti coni maturi e serotini nel gennaio 2008.

I coni di ciascun lotto sono stati dapprima conservati in ambiente ben ventilato all'ombra per una settimana, in seguito disidratati in stufa a 40-60 °C in sacchi di carta fino alla divaricazione delle squame (2-5 giorni). I semi disalati sono stati conservati in contenitori ermetici a 4 °C.

I test di germinazione sul potenziale osmotico ( $\Psi_{\pi}$ ) sono stati condotti in capsule Petri in polistirolo (diametro 9 cm) riempite con 4 dischi di carta da filtro. Le soluzioni di mannitolo a diverso  $\Psi_{\pi}$  utilizzate come substrati di germinazione sono: -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.2 MPa, mentre l'acqua distillata rappresenta il controllo.

Il seme, dopo la determinazione della massa, è stato ripartito in lotti di peso variabile (11-18, 18-25 e >25 mg). Ciascun trattamento è stato replicato in 5 piastre contenenti 20 semi ciascuna, stratificate in funzione della massa dei semi (2 + 2 + 1 secondo massa crescente).

In un secondo esperimento, i semi sono stati posti a germinare su soluzioni tamponate a pH crescente (6, 7, 8, 9, 10, 11, acqua distillata come controllo), nelle stesse condizioni e con lo stesso numero di repliche del primo esperimento.

I test di germinazione sono stati condotti in armadio climatizzato al buio con termoperiodo di 15-25 °C per 13 e 11 ore rispettivamente. In tal modo sono state riprodotte le condizioni di luce e di temperatura che i semi interrati nei primissimi cm di suolo sperimentano nella fase di germinazione che, nell'area di studio, si registra a cavallo fra la fine del mese di ottobre e la prima decade di novembre (la temperatura media dell'aria registrata dalla stazione meteorologica di Marina di Ginosa, poco distante dall'area di studio, è di 16,8 e 12,6 °C, rispettivamente in ottobre e in novembre). L'emergenza della radichetta è stata utilizzata come criterio

di germinazione e il seme germinato allontanato dalla capsula. L'esperimento è durato 30 giorni con ispezioni giornaliere e ri-randomizzazione completa delle capsule all'interno dell'armadio di germinazione. Il substrato osmoticamente attivo è stato sostituito ogni tre giorni.

I dati sono stati analizzati in termini di tempo medio di germinazione (TMG) e percentuale di germinazione cumulativa finale (GCF). I valori percentuali sono stati trasformati secondo la funzione arcseno (radice quadrata) prima di sottoporli ad analisi statistica. Al fine di annullare eventuali differenze dovute al diverso grado di germinabilità dei lotti di semi, i dati di GCF di ciascun trattamento sono stati normalizzati rispetto al valore del corrispondente controllo e, in seguito, sottoposti a trasformazione adottando l'indice log response ratio o lnRR (Hedges *et al.* 1999), che rappresenta il logaritmo naturale del quoziente fra le risposte ai vari trattamenti e i corrispondenti valori assunti dai rispettivi controlli.

Un modello generale lineare per l'analisi multivariata della varianza (MANOVA) è stato impiegato per valutare la significatività dei fattori principali e delle interazioni. Analisi di regressione sono inoltre state condotte al fine di confrontare i modelli di risposta al potenziale osmotico ed al pH fra le diverse tesi testate.

## 3. RISULTATI

### 3.1 Potenziale osmotico

L'analisi multivariata della varianza applicata a GCF e a TMG evidenzia effetti significativi ( $p < 0,001$ ) sia del trattamento osmotico che della storia di incendio. I semi a 1 incendio risultano più vitali, cioè con valori più elevati di GCF e TMG, rispetto a quelli provenienti da popolazioni a 0 e 2 incendi (figura 1). Le differenze del trattamento osmotico si manifestano però in termini di TMG piuttosto che di GCF (figura 2a e 2b), considerati gli elevati valori di quest'ultimo parametro per tutti i livelli di  $\Psi_{\pi}$ .

La diversa cinetica di germinazione rende le differenze di comportamento fra le tre popolazioni meglio apprezzabili nelle fasi intermedie del test di germinazione. Al 15° giorno, ad esempio, si osservano valori cumulati di germinazione più elevati nella popolazione di semi a 1 incendio, sia sul controllo che sui potenziali crescenti (figura 2c), seguita dalla popolazione a 2 incendi. I semi provenienti da soprassuoli non soggetti ad incendio negli ultimi 50 anni risultano, invece, meno vitali.

Anche a  $\Psi_{\pi}$  più negativi la risposta germinativa è nell'ordine 1 > 2 > 0 incendi. Se però il risultato viene normalizzato rispetto ai valori espressi dai controlli, escludendo quindi gli effetti indotti da differenze di vigore germinativo indipendenti dalla diversa resistenza allo stress idrico, è in realtà la popolazione 2 incendi a risultare relativamente più resistente ai potenziali elevati (figura 3).

### 3.2 Risposta al pH

L'effetto del pH risulta altamente significativo ( $p < 0,001$ ), con un generale rallentamento ed una riduzione dei valori cumulati di germinazione all'aumentare del livello di basicità delle soluzioni tampone. Anche in questo secondo esperimento le tre popolazioni mostrano il medesimo pattern di germinazione rilevato per il potenziale osmotico, con una relativa maggiore vitalità della popolazione a 1 incendio.

Adottando i valori normalizzati di germinazione cumulata rispetto al controllo (lnRR) le tesi a 1 e 2 incendi risultano significativamente più idonee a germinare a pH elevati, mentre ai valori di pH neutro-subacidi è la popolazione a 0 incendi a risultare superiore alle due precedenti (figura 4).

#### 4. DISCUSSIONE

Il principale risultato che emerge dagli esperimenti di germinazione condotti in condizioni di stress osmotico e di pH crescenti, riguardanti popolazioni di *P. halepensis* con una diversa storia del disturbo del fuoco (0, 1 e 2 incendi), è che tale disturbo aumenta la capacità germinativa e la velocità di germinazione dei semi quando l'intervallo di incendio è ampio (figure 1 e 2), mentre la reiterazione dell'evento ad un intervallo più breve sembra rendere il seme più abile a germinare su substrati più aridi e a pH basico (figure 3 e 4), ma a scapito di una riduzione della sua vitalità (figure 1 e 2). Anche un intervallo di incendio poco ampio appare, pertanto, favorevole alla selezione di semi resistenti all'aridità ed al pH basico, ciò malgrado il microsito in corrispondenza della proiezione delle chiome non sia ancora ben marcato, stante il minor accumulo di biomassa e necromassa.

La coorte di piante più giovani campionate, originate dall'avvicendamento di due incendi e della presumibile età di 13 anni, manifesta caratteri di vitalità intermedi fra il soprassuolo adulto non disturbato dal fuoco (60-80 anni di età) e la coorte di piante generate dall'incendio occorso nel 1970. Sembra, pertanto, di poter escludere un ruolo dell'età sulla vitalità del seme. Thanos e Daskalaku (2000) definiscono normali i semi contenuti nei primi coni prodotti da piante giovani. Shmida *et al.* (2000), documentano in piante di pino d'Aleppo di 13 anni di età un completamento della monoicita, con segregazione spaziale dei sessi nella chioma che scompare nelle piante mature, quando si completa la chioma a profilo ombrelliforme.

I substrati sperimentali testati hanno grande influenza sulla velocità e sul tasso di germinazione, piuttosto che sul valore finale di germinazione. Ciò è coerente con la sintesi fatta da Thanos (2000) relativa a tutti gli esperimenti di stress osmotico, e di pH, condotti dai diversi autori: gli effetti del trattamento inibiscono il valore finale di germinazione solo a livelli molto elevati di stress e di pH. Dai semi raccolti in coorti di alberi generati da 1 incendio, però, potrebbero svilupparsi semenzali dotati di un maggior vantaggio competitivo, dovuto ad una loro maggior velocità di insediamento. Ciò si tradurrebbe in una più sollecita occupazione dello spazio e cattura delle risorse nelle aree percorse dal fuoco, con conseguente più equilibrato sviluppo dei semenzali durante il primo periodo di crescita autunno-invernale. Questi semenzali, particolarmente vulnerabili alla competizione interspecifica, in particolare con *Cistus* spp., dovranno affrontare condizioni fortemente selettive a causa del prolungato e marcato periodo di aridità estivo.

L'ampio campo di variabilità riportato in letteratura riguardo alla germinazione di semi osmoticamente stressati, non sembra essere imputabile solamente al diverso macroclima che caratterizza le provenienze geografiche testate di *P. halepensis* del Bacino del Mediterraneo, ma in tale variabilità di comportamento potrebbe svolgere un ruolo anche l'origine del soprassuolo e in particolare la storia pregressa del disturbo del fuoco.

#### RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia l'Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Martina Franca (TA) per aver consentito l'accesso al sito di studio e l'Ispettore N. Cantore comandante del Posto Fisso Forestale Marina di Ginosa bis per il supporto logistico. Si ringrazia il Dr. Francesco Cona e la signora Giovanna Amato per l'assistenza prestata durante lo svolgimento dell'esperimento.

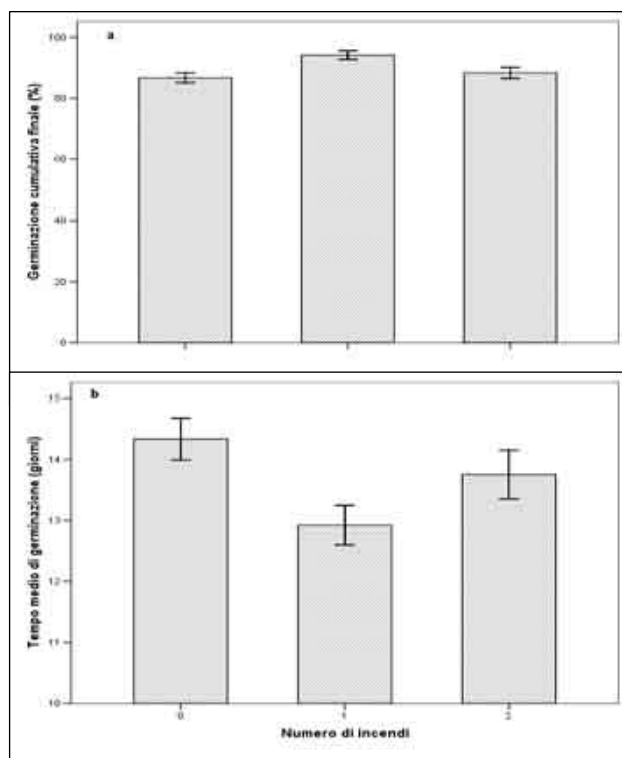


Figura 1. a) Germinazione cumulativa finale (GCF) e b) tempo medio di germinazione (TMG) in funzione della storia del disturbo del fuoco. I valori sono la media $\pm$ 1 ES.

Figure 1. a) Final cumulative germination (FCG) and b) mean germination time (MGT) as a function of the history of fire disturbance. Values represent mean $\pm$ 1 SE.

Figure 1. a) Germinazione cumulativa finale (GCF) et b) temps moyen de germination (TMG) par rapport à l'histoire du dérangement par le feu. Les valeurs représentent la moyenne $\pm$ 1ES.

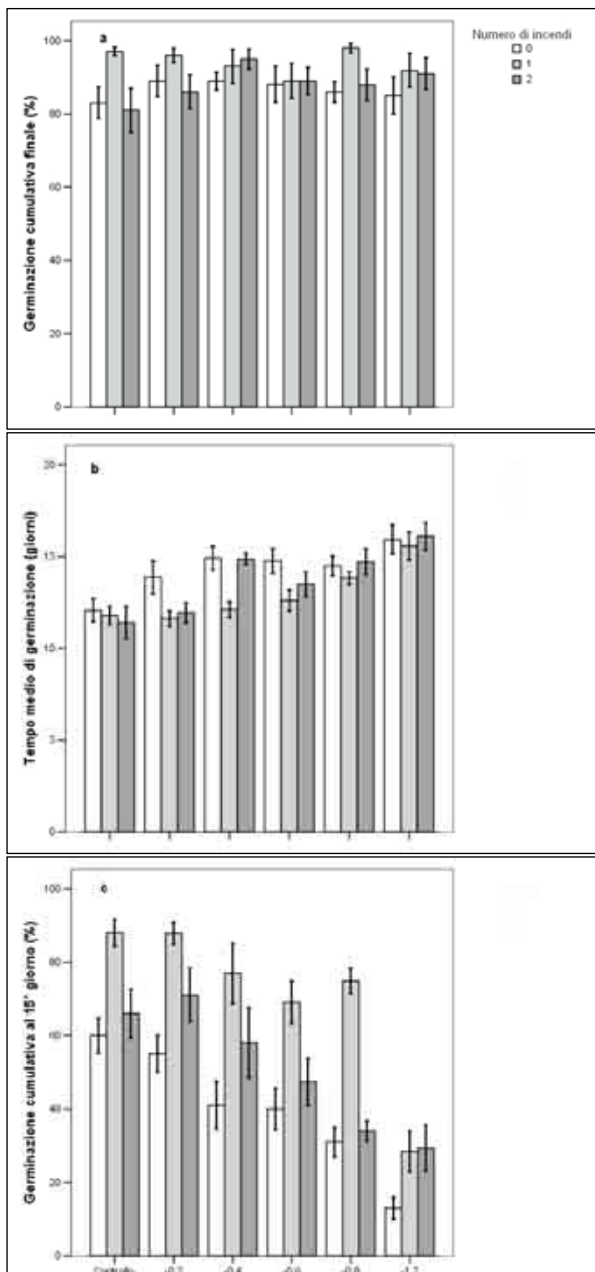


Figura 2. Parametri di germinazione di semi con una differente storia del disturbo del fuoco (0, 1 e 2 incendi) in funzione del potenziale osmotico. a) germinazione cumulativa finale (GCF), b) tempo medio di germinazione TMG e c) GCF riferita al 15° giorno. I valori sono la media  $\pm 1$  ES.

Figure 2. Germination parameters of seeds with different fire disturbance history (0, 1 and 2 fires) in response to the osmotic potential. a) final cumulative germination (FCG), b) mean germination time (MGT) and c) FCG at the 15<sup>th</sup> day. Values represent mean  $\pm 1$  SE.

Figure 2. Paramètres de germination des graines avec une différente histoire du feu (0, 1 et 2 feux) par rapport au potentiel osmotique. a) Germination cumulative finale (GCF), b) temps moyen de germination (TMG) et c) GCF au 15<sup>ème</sup> jour. Les valeurs représentent la moyenne  $\pm 1$  ES.

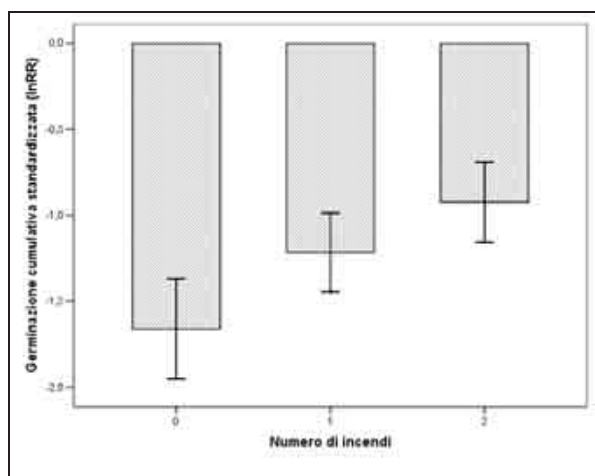


Figura 3. Germinazione cumulativa finale (GCF) registrata al 15° giorno per  $\Psi_{\pi} = -1.2$  MPa su semi con una diversa storia del disturbo del fuoco. I valori di GCF sono stati normalizzati rispetto al corrispondente controllo e sottoposti a trasformazione logaritmica. I valori più negativi indicano una minore germinazione rispetto al controllo. I valori sono la media  $\pm 1$  ES.

Figure 3. Final cumulative germination (FCG) of seeds with different fire disturbance history monitored at the 15<sup>th</sup> day for  $\Psi_{\pi} = -1.2$  MPa. FCG values were normalized with respect to the correspondent control and logarithmically transformed. Negative values indicate a reduced germination compared with correspondent control. Values are mean  $\pm 1$  SE.

Figure 3. Germination cumulative finale (GCF) des graines avec une différente histoire du feu au 15ème jour pour  $\Psi_{\pi} = -1,2$  MPa. Les valeurs de GCF ont été normalisées par rapport au contrôle correspondant et transformé par le logarithme. Les valeurs représentent la moyenne  $\pm 1$  ES.

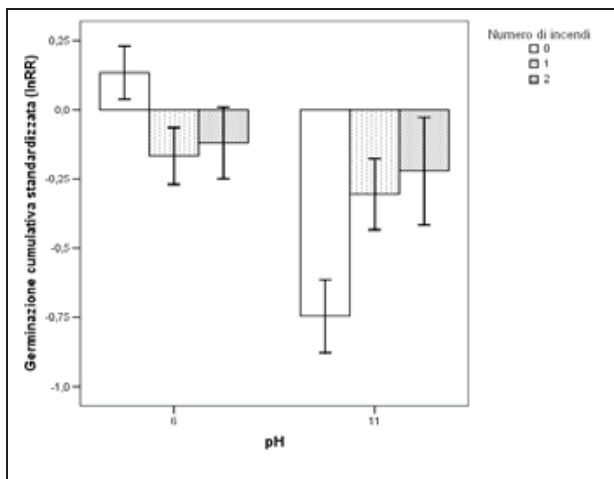


Figura 4. Germinazione cumulativa finale (GCF) di semi con una diversa storia del disturbo del fuoco, registrata ai valori di pH 6 e 11. I valori di GCF sono stati normalizzati rispetto al corrispondente controllo e sottoposti a trasformazione logaritmica. I valori negativi indicano una minore germinazione rispetto al corrispondente controllo, mentre quelli positivi indicano una germinazione superiore al corrispondente controllo. I valori sono la media  $\pm$  1 ES.

Figure 4. Final cumulative germination (FCG) of seeds with different fire disturbance history registered at pH values of 6 and 11. FCG values were normalized with respect to the correspondent control and logarithmically transformed. Negative values indicate a reduced germination compared with correspondent control, whereas positive values indicate an increased germination respect to the correspondent control. Values are mean  $\pm$  1 SE.

Figure 4. Germination cumulative finale (GCF) des graines avec une différente histoire du feu pour les valeurs de pH de 6 et 11. Les valeurs de GCF ont été normalisées par rapport au contrôle correspondant et transformé par le logarithme. Les valeurs positives et négatives indiquent une augmentation ou une réduction de la germination par rapport aux valeurs du correspondant contrôle. Les valeurs représentent la moyenne  $\pm$  1 ES.

## SUMMARY

### THE ROLE OF OSMOTIC POTENTIAL AND PH ON POST-FIRE GERMINATION OF *PINUS HALEPENSIS* MILLER: A COMPARATIVE ANALYSIS OF SEED POPULATIONS WITH A DIFFERENT HISTORY OF FIRE DISTURBANCE

Serotiny, or the delay of mature cones in disclosing with the sole stimulus of solar radiation, promotes the formation of a canopy seed bank in *Pinus halepensis* Miller. Thermal shock induced by high intensity fires favours scale divarication with simultaneous seed release. Post-fire germination takes place in a patchwork of substrates in which microsite features below large plant canopies play a crucial role, since their ash bed thickness differ from the other surrounding areas.

Aleppo pine stands with different fire disturbance histories (0, 1 and 2 fires) were selected in the Ionian coastal pine forests (Perronello-Pineto biogenetic forest, municipality of Castellana in the Province of Taranto, Apulia Region, southern Italy). Site selection was made with the aid of an aerial photograph chronosequence (1947, 1954, 1974, 1990, 2002) and with fire registrations from the Italian Forest Service. Mature cones were collected during winter and a germination experiment was conducted in laboratory with varying osmotic potentials (-0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.2 MPa, distilled water as control) and pH (6, 7, 8, 9, 10, 11, distilled water as control), as to simulate the post-fire seedbed beneath the large pine trees in the autumn. Preliminary results

confirmed that the repeated fire disturbances induce a selection of seeds increasingly resistant to water stress, but also increasingly lower germination vigour.

## RÉSUMÉ

### LE RÔLE DU POTENTIEL OSMOTIQUE ET DU PH SUR LA GERMINATION POST-INCENDIE DE *PINUS HALEPENSIS* MILLER: UNE ANALYSE COMPARATIVE SUR DES PEUPELEMENTS DE GRAINES AVEC DIFFÉRENTES HISTOIRES DU DÉRANGEMENT PAR LE FEU

La sérotinie, ou l'impossibilité des cônes mûrs à s'ouvrir par le seul stimulus du rayonnement solaire, encourage la formation d'une banque de graines dans la couronne du *Pinus halepensis* Miller. Le choc thermique induit par la chaleur des feux de haute intensité favorise la divarication des écailles et la libération simultanée de graines. La germination post-incendie a lieu dans une mosaïque de substrats, où le microsite correspondant à la surface de projection de la couronne des grandes plantes joue un rôle important, parce que ici l'épaisseur du lit de cendres diffère par rapport aux zones externes.

Avec l'aide d'une chronoséquence aérophotogrammétrique (1947, 1954, 1974, 1990, 2002) et avec l'enregistrement des feux par le Service forestier de l'État, dans les zones côtières des forêts de pins (forêt Perronello-Pineto, Commune de Castellana, Province de Taranto, Région Pouilles, Italie du Sud) on a identifiés des peuplements avec une histoire différente dérangement par le feu: 0, 1 et 2 incendies, à partir desquelles ont été collectés cônes mûrs pendant l'hiver. En laboratoire on a conduit un expériment de germination sur des substrats de germination représentés par des solutions à différents potentiels osmotiques (-0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,2 MPa, eau distillée pour le contrôle) et pH (6, 7, 8, 9, 10, 11, eau distillée pour le contrôle), qui simulent les conditions après l'incendie sous les grands pins brûlé en automne. Les résultats préliminaires confirment que le dérangement répété du feu induit une sélection de graines plus résistantes au stress hydrique, mais avec une vigueur de germination réduite.

## BIBLIOGRAFIA

- Daskalidou E.N., Thanos A., 1996 - *Aleppo pine (Pinus halepensis) postfire regeneration: the role of canopy and soil seed banks*. International Journal Wildland Fire 6 (2): 59-66.
- Falusi M., Calamassi R., Tocci A., 1983 - *Sensitivity of seed germination and seedling root growth to moisture stress in four provenances of Pinus halepensis Mill.* Silvae Genetica 1-2: 4-9.
- Hedges L.V., Gurevitch J., Curtis P.S., 1999 - *The meta-analysis of response ratios in experimental ecology*. Ecology 80:1150-1156.
- Henig-Sever N., Eshel A., Ne'eman G., 1996 - *pH and osmotic potential of pine ash as post-fire germination inhibitors*. Physiologia Plantarum 96: 71-76.
- Henig-Sever N., Eshel A., Ne'eman G., 2000 - *Regulation of the germination of Aleppo pine (Pinus halepensis) by nitrate, ammonium, and gibberellin, and its role in post-fire regeneration*. Physiologia Plantarum 108: 390-397.



- Keeley J.E., Zedler P.H., 1998 - *Evolution of life histories in Pinus*. In: D.M. Richardson (ed.) "Ecology and biogeography of Pinus", pp. 219-250. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Leone V., Logiurato A., Saracino A., 1998 - *Anatomic features of serotinous cones in Pinus halepensis Mill.* In: Trabaud L. (ed.) "Fire Management and Landscape Ecology", pp. 197-203. International Association of Wildland Fire, Fairfield, Washington.
- Lioudakis S., Katsigiannis G., Kakali G., 2005 - *Ash properties of some dominant Greek forest species*. *Thermochimica Acta* 437: 158-167. doi: 10.1016/j.tca.2005.06.041.
- Moya D., Saracino A., Salvatore R., Lovreglio R., De las Heras J., Leone V., 2008 - *Anatomic basis and insulation of serotinous cones in Pinus halepensis Mill.* *Trees, Structure and Function*, 22 (4): 511-519. doi: 10.1007/s00468-008-0211-1.
- Ne'eman G., Lahav H., Izhaki I., 1992 - *Spatial pattern of seedlings 1 year after fire in a Mediterranean pine forest*. *Oecologia* 91: 365-370.
- Ne'eman G., Meir I., Ne'eman R., 1993 - *The effect of ash on the germination and early growth of shoots and roots of Pinus, Cistus and annuals*. *Seed Science and Technology* 21: 339-349.
- Saracino A., Pacella R., Leone V., Borghetti M., 1997 - *Seed dispersal and changing seed characteristics in a Pinus halepensis Mill. forest after fire*. *Plant Ecology* 130: 13-19.
- Schwilk D.W., Ackerly D.D., 2001 - *Flammability and serotiny as strategies: correlated evolution in pines*. *Oikos* 94: 326-336.
- Shmida A., Lev-Yadun S., Goubitz S., Ne'Eman G., 2000 - *Sexual allocation and gender segregation in Pinus halepensis, P. brutia and P. pinea*. In: Ne'eman G. and L. Trabaud (eds.) "Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and P. brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin", pp. 91-104. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Thanos C.A., 2000 - *Ecophysiology of seed germination in Pinus halepensis and P. brutia*. In: Ne'eman G. and L. Trabaud (eds.) "Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and P. brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin", pp. 37-50. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Thanos C.A., Daskalaku E.N., 2000 - *Reproduction in Pinus halepensis and P. brutia*. In: Ne'eman G. and L. Trabaud (eds.) "Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and P. brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin", pp. 79-90. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Thanos C.A., Skordilis A., 1987 - *The effects of light, temperature and osmotic stress on the germination of Pinus halepensis and P. brutia seeds*. *Seed Science and Technology* 15: 163-174.

## INCIDENZA DEGLI INCENDI NELLE DIVERSE TIPOLOGIE FORESTALI IN TOSCANA

(\*) DISTAF, Università di Firenze

(\*\*) CNR-IBIMET, Sesto Fiorentino, Firenze

Il presente lavoro analizza la realtà toscana, che, considerato l'elevato numero di tipologie forestali presenti ed una stagione degli incendi pressoché continua per tutto l'arco dell'anno, costituisce un campione molto rappresentativo che potrebbe essere esteso anche ad altre realtà nazionali.

L'obiettivo della ricerca si propone, in questa fase, di realizzare una cartografia su cui sia evidenziato il punto di innesco degli incendi e la tipologia di vegetazione interessata, ciò può essere da guida all'individuazione delle zone dove eseguire interventi selvicolturali atti a ridurre la suscettibilità dei soprassuoli sia da un punto di vista di probabilità di innesco che di propagazione dell'incendio. A partire dal database dall'Inventario Forestale Toscano (IFT) sono state inizialmente riclassificate le tipologie forestali per identificare 13 classi di copertura, espressione sia del tipo di soprassuolo che della sua suscettività all'innesco ed alla propagazione. Successivamente, utilizzando l'archivio della Regione Toscana sulla statistica degli interventi AIB, (dati 2000-2007), è stata sviluppata un'analisi delle relazioni tra tipologie forestali e incidenza degli eventi incendio.

*Parole chiave:* incendi boschivi, tipologie forestali, GIS.

*Key words:* forest fires, forest types, GIS.

*Mots clés:* feux de forêts, typologies de forêts, GIS.

### 1. INTRODUZIONE

La prevenzione degli incendi boschivi passa anche attraverso l'applicazione di corrette tecniche selvicolturali che rendano i soprassuoli meno suscettibili ai danni che questi possano produrvi e quindi non può prescindere da un'adeguata conoscenza dell'entità del fenomeno nelle singole realtà in cui si manifesta.

Per raggiungere questo scopo è necessario riuscire a capire quali tipologie di boschi siano più frequentemente interessate dagli incendi per valutarne gli elementi predisponenti, che nelle realtà italiane ed europee non sempre sono esclusivamente legati a componenti ambientali, ma molto spesso anche a quelle socio-economiche. Il lavoro svolto è parte integrante dell'attività svolta dal DISTAF dell'Università degli Studi di Firenze e dall'IBIMET-CNR nell'ambito dell'incarico conferitogli dalla Regione Toscana per lo "Sviluppo di un indice di rischio finale nella prevenzione e lotta agli incendi boschivi" (Bonora L. *et al.*, 2007).

Dai risultati ottenuti in questi anni con le elaborazioni sui dati e sulla cartografia, si è manifestata l'esigenza di sviluppare una classificazione della vegetazione che, a partire da informazioni e rilievi in campo (Inventario Forestale della Toscana - IFT) (AA.VV, 1998; Hofmann A.A. *et al.*, 2000) permetta di raggruppare differenti tipologie di copertura boschiva e differenti presenze specifiche in poche classi in grado di esprimere la variabilità territoriale (climatica e topografica) e, al tempo stesso, la suscettività all'incendio (livello di rischio vegetazionale). I dati di base dell'analisi sono stati:

- database e cartografia ufficiale dell'IFT (anno di pubblicazione anno 1998, risoluzione pixel 400X400m, selezione delle prime 3 presenze).
- cartografia tecnica regionale scala 1:10.000.
- archivio regionale dati AIB (data e coordinate geografiche degli interventi svolti dell'organizzazione operativa regionale dal 2000 al 2007 che hanno interessato aree in parte o totalmente boschive).

### 2. ANALISI DEI DATI

Le elaborazioni effettuate sono tutte su base cartografica, è stato quindi indispensabile inizialmente acquisire ed armonizzare i diversi tipi di informazioni, convertendo la carta della vegetazione (IFT) e la CTR da Gauss Boaga ad U.T.M. 32 N e creando uno shape a partire dal database AIB dei punti di innesco.

#### 2.1 Metodologia di riclassificazione dell'IFT

L'IFT è costituito da 143.739 punti nodali, per ciascuno di essi viene "descritta la categoria di area boschiva o di uso del suolo, relativamente ad un'area circolare di circa 5000 m<sup>2</sup>.", questo dato successivamente è stato spazializzato sul pixel di riferimento di dimensioni 400X400 metri (merendi *g.a.*, 1996).

I dati dell'IFT, elaborati dalla Regione Toscana, avevano permesso di identificare 3586 possibilità di composizione specifica dei soprassuoli (venivano registrate le tre specie maggiormente rappresentate nell'area); da queste e da altre informazioni sono stati poi successivamente individuati 88 tipi forestali, raggruppati in 22 categorie, relativi ai soprassuoli arborei ed arbustivi per le specie spontanee più altri 11 tipi per le specie di minor impiego e non spontanee (Hofmann A.A. *et al.* 2000; Bernetti G. 1987).

Dalla rielaborazione di questi risultati, (l'analisi finale è avvenuta su 83.786 pixel dei 143.739 totali) sono state identificate 13 classi in funzione delle loro caratteristiche rispetto all'elemento fuoco (suscettività all'innesco di incendio e probabilità di diffusione), espressione delle diverse formazioni boschive del territorio regionale. Ognuna delle tipologie dell'IFT è quindi stata riclassificata ed attribuita a una delle 13 classi identificate e definite prendendo come riferimento anche le metodologie di classificazione in uso in altre strutture sia in ambito europeo che mondiale (Allgower B. *et al.*, 2007; Cesti G., 2005 ) Si sono così ottenute le classi vegetazionali dell'IFT\_reclass indicate in Tabella 1. Nella clas-

se 13 sono confluiti tutti i pixel in cui era indicata una presenza di bosco o boschetto, quindi una copertura comune di tipo forestale, ma senza alcuna indicazione delle specie presenti, mentre la classe 14 è stata individuata per collocare i punti di innesco che, pur essendo segnalati come incendi boschivi, non risultavano tali nell'IFT. A tale proposito è interessante evidenziare che sul numero complessivo delle segnalazioni di incendio pervenute, solo circa il 25% ha riguardato veramente aree boscate, nella restante parte dei casi si trattava di incendi di vegetazione o false segnalazioni (Tesi E., 2000 comunicazione orale).

## 2.2 Distribuzione del dato AIB sulle nuove classi IFT\_reclass

La Regione Toscana a partire dal 2000 raccoglie, in un proprio database le informazioni descrittive di tutti gli interventi coordinati dalle Sale operative AIB Provinciali e Regionale. Da questo database sono state estratte le seguenti informazioni necessarie per questo lavoro:

- coordinate Gauss Boaga del punto di innesco;
- data/comune/località/provincia;
- superficie boscata e non boscata.

Da questi dati è stato creato un layer (con coordinate UTM) da poter confrontare con i limiti amministrativi regionali per identificare i punti che presentavano anomalie. Da questa elaborazione sono stati individuati sia punti con coordinate errate (invertite o con errori di battitura) sia punti con coordinate mancanti. I punti con coordinate errate sono stati ricontrollati singolarmente e, dove possibile, le coordinate sono state rettificate o corrette in riferimento alle coordinate del comune di appartenenza. Nella maggior parte dei casi la coordinata del Comune è servita solo a correggere un numero mal riportato nella coppia di coordinate. Poiché lo scopo era quello di non perdere il dato, seguendo questo criterio di attribuzione, l'accuratezza posizionale si può ritenere soddisfacente, considerando anche che, in genere, il punto di innesco non è rilevato direttamente con GPS in campo, ma attribuito in base alle coordinate della località più vicina (da cartografia tecnica digitale 1:10.000) in fase di segnalazione dell'evento. Non è stato possibile ricollocare i punti con coordinate mancanti; il totale dei punti AIB considerati è quindi di 3892. Si è poi proceduto all'analisi della distribuzione dei punti di innesco sulle 13 classi IFT\_reclass per determinare l'incidenza degli incendi nelle singole tipologie forestali. Da un primo screening 988 punti, pur essendo stati registrati nel database AIB come incendi boschivi, sono risultati ricadere in aree non comprese nei pixel dell'IFT\_reclass. Partendo quindi dal presupposto che l'evento abbia comunque interessato anche soprassuoli a copertura forestale, si è cercato di attribuire i punti ad una delle 13 classi IFT\_reclass tramite la valutazione della distanza dall'area boscata più vicina.

Considerando che il pixel dell'IFT è di 400X400 m, è stato creato un buffer di raggio di 400 m intorno a ciascuno dei 988 punti e successivamente i buffer sono stati intersecati con i pixel IFT\_reclass per ottenere una tabella nella quale, per ciascun buffer (e quindi per ciascun punto AIB), venissero evidenziate tutti i pixel di contatto e quindi tutte le classi di copertura forestale a cui quel punto poteva ragionevolmente essere attribuito. Poiché ogni buffer dei 988 punti AIB risultava intersecare più di un pixel dell'IFT\_reclass, ai punti AIB è stata attribuita la classe più rappresentata tra i

pixel di contatto o quella del pixel che presentava una più ampia superficie di intersezione.

Si sono così ottenute le ripartizioni riportate nell'ultima colonna in tabella 1. Tra i pixel così ridistribuiti, pur considerando il buffer di raggio di 400m, 91 risultano non intersecare alcun pixel con presenza di bosco; si è quindi creata la classe 14 "aree non boscate" per evidenziare questi punti AIB "anomali". Considerando che i 988 punti non direttamente attribuibili ad una delle 13 classi è un numero considerevole sul totale dei punti analizzati, è stato utilizzato questo criterio di attribuzione spaziale che è risultato seguire comunque l'andamento della distribuzione degli altri incendi per tipologia forestale.

## 3. RISULTATI

La prima elaborazione ha evidenziato (tabella 2) che la classe con il maggior numero di incendi è la 13 "altre aree boscate"; dato indeterminato da un punto di vista delle specie forestali, che potrebbe comunque essere facilmente ripositionato utilizzando come database di confronto l'AIBFN del Corpo Forestale dello Stato dove, tra le varie informazioni, vengono indicate le specie interessate da ogni evento e la superficie che ricoprivano. In seguito vediamo una quasi identica ripartizione di incendi fra i boschi a prevalenza di cerro e castagno (16,2%), ed i querceti termofili (16,7%). Contrariamente a quanto si pensa comunemente, non risultano particolarmente interessate la pinete di pino marittimo (4,6%). Una posizione non trascurabile è comunque rappresentato dai cespuglieti con quasi il 10%.

La successiva elaborazione (tabella 3) ha evidenziato la ripartizione delle varie classi dell'IFT\_reclass sul territorio regionale. La tipologia più rappresentata è costituita dai querceti termofili (31%) seguita da cerrete e castagneti (17,6); anche in questo caso la classe 13 ricopre il 16,4% del territorio. Quest'ultimo dato è significativo poiché in questa classe sono state inserite tutte le zone caratterizzate da colture agrarie (vigneti, oliveti, ecc), si tratta quindi della fascia di contatto coltivi-bosco che spesso costituisce la zona di innesco.

L'ultima elaborazione fatta ha riguardato il rapporto fra il numero di incendi di una classe ed il numero complessivo di pixel della classe stessa (tabella 4). In questo caso si nota che la classe maggiormente interessata è costituita dalle pinete di pino marittimo (17,2%) seguite dai boschi di robinia (10,7%), dalle pinete di domestico (10,3%) e dai boschi misti di conifere e latifoglie (8,6%).

La figura 1 mostra la distribuzione delle differenti tipologie di copertura forestale sul territorio regionale, si può notare l'ampia zona di robinie nella fascia collinare a nord e la presenza, nella zona centro-meridionale, di ampie aree di macchie di sclerofille tra i querceti termofili e, a quote più alte, nelle cerrete. Nella figura 2 sono evidenziati rispettivamente i punti di innesco su aree di particolare interesse per la frequenza degli incendi: l'Isola d'Elba, l'Isola del Giglio ed il promontorio dell'Argentario. In queste zone la maggior parte degli incendi prende origine da aree urbanizzate, infatti i punti AIB sono distribuiti in molti casi lungo la viabilità sia principale che secondaria o concentrati intorno alle aree urbane. Trattandosi di località a forte vocazione turistica, si renderebbe necessario approfondire l'effettiva rischiosità intrinseca della vegetazione o piuttosto l'incidenza della pressione antropica, in particolare sulle aree di interfaccia

urbano-foresta. Questo allo scopo di applicare le eventuali migliori tecniche selvicolturali per garantire la salvaguardia della pubblica incolumità.

#### 4. CONCLUSIONI

Questo lavoro rappresenta un modo per interpretare la cartografia ed i dati in possesso della Regione Toscana nell'ottica di una analisi per la pianificazione AntIncendi Boschivi. Gli adattamenti studiati hanno l'obiettivo di permettere di integrare dati raccolti con finalità diverse da quelle dell'elaborazione cartografica. Tutti i dati e le cartografie utilizzate sono informazioni che gli Enti Locali raccolgono, elaborano ed aggiornano periodicamente, l'analisi presentata può essere inoltre una proposta per la revisione delle metodologie di raccolta ed archiviazione dei dati con una finalità anche di previsione e gestione del rischio di incendio.

Infatti il presente lavoro, evidenziando la correlazione fra punto di innesco e tipologia forestale presente su scala regionale, risulta utile come base per una pianificazione di larga scala degli interventi, anche e soprattutto selvicolturali, atti a ridurre le possibilità di propagazione, di innesco e l'entità dei danni, nonché a garantire una maggiore sicurezza per gli operatori in caso di incendio boschivo. Per una stima

ancora più di dettaglio si renderebbe comunque necessario poter disporre di database con informazioni di maggior dettaglio sia per quanto riguarda le coordinate esatte del punto di innesco sia per la composizione specifica di tutti i punti. Inoltre si renderebbe necessario anche avere a disposizione rilievi sulla massa legnosa, (soprattutto la necromassa) e sulla sua disposizione e distribuzione verticale ed orizzontale almeno a livello di classe di copertura forestale. Dalle difficoltà di posizionamento ed attribuzione evidenziate in Cap 2.2 emerge la necessità di un controllo qualitativo in fase di acquisizione del dato AIB, con warning che mostrino immediatamente eventuali errori di localizzazione; questo permetterebbe di non dover correggere successivamente il dato introducendo ulteriori passaggi ed elementi di incertezza di attribuzione. Il dato di copertura del suolo riportato in cartografia con pixel di 400X400 m presenta indubbi limiti nell'analisi dell'effettiva distribuzione degli eventi sul territorio, in particolare nelle analisi delle situazioni di interfaccia bosco/aree agricole, bosco/aree urbane. Sarebbe opportuno quindi riuscire ad elaborare gli aggiornamenti dell'Inventario Forestale, utilizzando anche foto aree e satellitari, riportando in cartografia l'effettivo poligono corrispondente alla tipologia di copertura.

Classe	Nome	N° Pixel totali IFT	N° incendi per classe 2000-2007
1	Prati cacuminali e pascoli	8	0
2	Conifere montane	517	12
3	Faggete	4.388	45
4	Cerrete e castagneti	14.777	629
5	Boschi di robinia	3.711	397
6	Querceti termofili	25.939	649
7	Pinete di Pino marittimo	1.043	179
8	Pinete di Pino domestico	504	52
9	Boschi planiziari di latifoglie e formazioni riparie	1.098	27
10	Macchie di sclerofille	3.802	56
11	Cespuglietti, arbusteti e ginestreti	7.868	384
12	Boschi misti di conifere e latifoglie	6.351	563
13	Altre aree boscate	13.780	808
14	Aree non boscate	0	91
		83.796	3.892

Tabella 1. Classi vegetazionali dell'IFT\_reclass e numero di pixel e di incendi per ognuna.

Table 1. Vegetational classes of IFT reclass and number of pixel and fires for each class.

Tableau 1. Classes de la végétation (IFT\_reclass) et numéro de pixel et de incendies pour chacune.

Classe	Nome	N° incendi per classe 2000 - 2007	%
1	Prati cacuminali e pascoli	0	0,0
2	Conifere montane	12	0,3
3	Faggete	45	1,2
4	Cerrete e castagneti	629	16,2
5	Boschi di robinia	397	10,2
6	Querceti termofili	649	16,7
7	Pinete di Pino marittimo	179	4,6

(Segue)

(Segue Tabella 2)

8	Pinete di Pino domestico	52	1,3
9	Boschi planiziari di latifoglie e formazioni riparie	27	0,7
10	Macchie di sclerofille	56	1,4
11	Cespuglietti, arbusteti e ginestreti	384	9,9
12	Boschi misti di conifere e latifoglie	563	14,5
13	Altre aree boscate	808	20,7
14	Aree non boscate	91	2,3
		3.892	100

Tabella 2. Percentuale di incendi per classe.

Table 2. Percentage of forest fires for each vegetation class.

Tableau 2. En pour cent d'incendies par classe de végétation.

Classe	Nome	N° Pixel totali IFT	%
1	Prati cacuminali e pascoli	8	0,0
2	Conifere montane	517	0,6
3	Faggete	4.388	5,2
4	Cerrete e castagneti	14.777	17,6
5	Boschi di robinia	3.711	4,4
6	Querceti termofili	25.939	31,0
7	Pinete di Pino marittimo	1.043	1,3
8	Pinete di Pino domestico	504	0,6
9	Boschi planiziari di latifoglie e formazioni riparie	1.098	1,3
10	Macchie di sclerofille	3.802	4,5
11	Cespuglietti, arbusteti e ginestreti	7.868	9,4
12	Boschi misti di conifere e latifoglie	6.351	7,6
13	Altre aree boscate	13.780	16,4
14	Aree non boscate	0	0,0
		83.796	100

Tabella 3. Percentuale di pixel per classe IFT\_reclass.

Table 3. Percentage of pixels for each IFT\_reclass vegetation classes.

Tableau 3. En pour cent d'incendies par classe IFT\_reclass.



## SUMMARY

### RELATIONSHIPS BETWEEN FIRES AND FORESTRY TYPES IN TUSCANY

In this job are analysed the relationship between the forestry types and wildfires in Tuscany – Italy. Because in this region the fire season last more or less all year round, it could be considered very representative and the methodology could be extended also to the other Italian regions. The inputs were:

- the regional forest fires database: for all the events between 2000 and 2007 were collected date and geography coordinates;

- the Tuscan Forestry Inventory: the original forestry types were reclassified according with their fire susceptibility - ignition and spread- and 13 different cover classes were identified at the end.

The output is a cartography where the ignition points and the vegetation types are highlighted. and compared This could be useful for planning the forest management activities necessities for the prevention of the forest fires, above all for the reduction of the ignition probabilities and for hindering the spread of the flames.

## RÉSUMÉ

### RELATION ENTRE LES FEUX ET LES DIFFÉRENT TIPOLOGIES DE FORETETS IN TOSCANE

Ce travail analyse le territoire de la Toscane qui pour le différent typologies de forêts présent et des périodes des incendies presque continue pour tout l'arc de l'année, est un champion très représentatif qui pourrait être compare avec des autres réalités nationales. L'objectif de la recherche se propose, dans cette phase, de réaliser une cartographie sur laquelle il soit mis en évidence les incendies et la typologie de végétation intéressée; le résultats obtenue pourrez guider les interventions de sylviculture pour créer des forêts dans lesquels la probabilité de amorce et propagation d'incendie soient le plus possible contenus. À partir des database de l'Inventaire Forestier Toscan (IFT) ont été initialement re-classifié les typologies forestiers pour identifier 13 classes de couverture, expression soit du type de soprassuolo que de sa susceptibilité à l'amorce et à la propagation. Successivement, en utilisant les archives de la Région Toscane sur les incendies forestiers (AIB, données 2000-2007), sont été développée des analyses des relations parmi typologie des forêts et incidence des évènements d'incendie.

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV, 1998 – *Boschi e macchie di Toscana*. Edizioni Regione Toscana.
- Allgöwer B. *et al.*, 2007 – *Methods for wildland fuel description and modelling*. Eufirelab Deliverable D-02-06.
- Bernetti G., 1987 – *I boschi della Toscana*. Giunta Regionale Toscana. Ed agricole.
- Bonora L. *et al.*, 2007 – *An operational tool for fire management and fire prevention planning for public administration (Tuscany Region, Italy)* 4<sup>th</sup> International Wildland Fire Conference.

Classe	Nome	N° Pixel totali IFT	N° incendi per classe 2000 - 2007	% di incendi per classe
1	Prati cacuminali e pascoli	8	0	0,0
2	Conifere montane	517	12	2,3
3	Faggete	4.388	45	1,0
4	Cerrete e castagneti	14.777	629	4,3
5	Boschi di robinia	3.711	397	10,7
6	Querceti termofili	25.939	649	2,5
7	Pinete di Pino marittimo	1.043	179	17,2
8	Pinete di Pino domestico	504	52	10,3
9	Boschi planiziari di latifoglie e formazioni riparie	1.098	27	2,5
10	Macchie di sclerofille	3.802	56	1,5
11	Cespuglietti, arbusti e ginestreti	7.868	384	4,9
12	Boschi misti di conifere e latifoglie	6.351	563	8,6
13	Altre aree boscate	13.780	808	5,9

Tabella 4. Percentuale di incendi per classe sul totale dei pixel IFT\_reclass della classe stessa.  
Table 4. Percentage of forest fires for vegetation class on the total IFT\_reclass pixels of the same class.  
Tableau 4. En pour cent d'incendie par classe sur le total de pixel IFT\_reclass de la même classe.

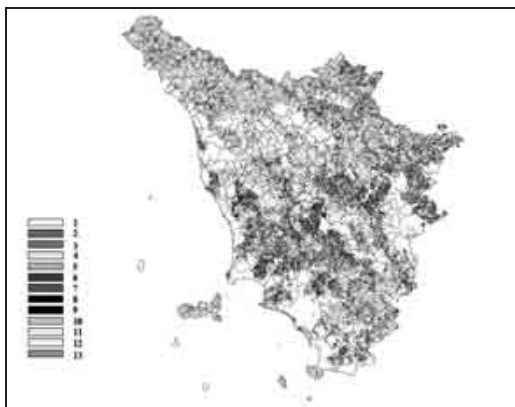


Figura 1. Distribuzione classi IFT\_reclass.  
Figure 1. IFT\_reclass distribution.  
Figure 1. Distribution de les classes IFT\_reclass.

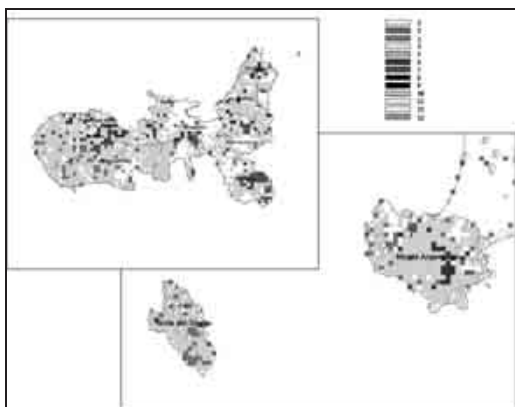


Figura 2. Dettaglio della distribuzione di punti AIB sulle classi IFT\_reclass.  
Figure 2. Detailed of the ignition points distribution on IFT\_reclass.  
Figure 2. Détail de la distribution des AIB points sur les classes de l'IFT\_reclass.

- Bovio G., Camia A., 1997 – *Land zoning based on fire history*. Int J. Wildland Fire 7 (3): 249-258.
- Cesti G., 2005 – *I combustibili negli incendi di vegetazione*. Edizioni De Rerum Natura.
- Conese C. et al., 2004 – *Forest fire hazard model definition for local land user (Tuscany Region)*. Atti IV Congrès International Environnement et Identité en Méditerranée p.26 Edizioni Università di Corsica.
- Hofmann A.A., Perulli D., 2000 – *La Toscana dei boschi*. Edizioni Vallombrosa.
- Marchetti M., 1994 – *Pianificazione antincendi boschivi: Un sistema informativo forestale per la modellistica, la cartografia, le cause, i danni Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali*. Corpo Forestale dello Stato, Collana Verde.
- Merendi G.A., 1996 – *Atlante.new sistema agro-silvo-pastorale della Regione Toscana*. Edizioni Regione Toscana.
- San-Miguel-Ayanz J. et al., 2002 – *Methodologies for the evaluation of forest fire risk: from long-term (static) to dynamic indices*. In Forest Fires: Ecology and Control pp. 117-132. Edizioni University degli Studi di Padova.
- Shan Y. et al., 2002 – *Division of forest fuel type areas of Heilongjiang Province by using GIS*. Journal of Forestry Research pag. 61-66.
- Viegas D.X., 1997 – *Wind and Topography Effects on Fire Behaviour*, Research Paper, Science Direct-Elsevier.

## LA GESTIONE DEI COMBUSTIBILI FORESTALI E LA DIFESA DELLE PROPRIETÀ PRIVATE DAGLI INCENDI BOSCHIVI: IL PROGETTO PILOTA PIANACCI (LASTRA A SIGNA, FIRENZE)

(\*) Dipartimento Territorio e Sistemi Agro Forestali, Università degli Studi di Padova

(\*\*) WoF International - Global Fire Monitoring Centre, Germany

In seguito alla richiesta di Susanne Bücking, durante l'agosto del 2007 è stato compiuto un sopralluogo nella proprietà privata in via dei Pianacci (Lastra a Signa) per valutare quali fossero i maggiori rischi rispetto allo sviluppo di un incendio boschivo. L'azione proattiva della proprietaria ha dato avvio al progetto Pianacci per l'auto protezione di proprietà private attraverso la gestione dei combustibili forestali. In particolare, il progetto si pone come obiettivo l'utilizzo del fuoco prescritto come strumento gestionale e l'individuazione dei soggetti ai quali un proprietario si deve rivolgere per interventi di questo genere, nel caso in esame la compagnia *Working on Fire International*. Il fuoco prescritto è stato effettuato il 26 febbraio 2008, su pineta e su vegetazione erbacea, con la partecipazione di soggetti di diversa provenienza, tra cui una squadra di volontari della Protezione Civile ed enti universitari. L'esperienza è servita per studiare la finestra meteorologica di prescrizione, per testare la cooperazione tra i partecipanti e come dimostrazione pratica di una tecnica che non è ancora stata recepita e adeguatamente studiata in Italia.

*Parole chiave:* combustibili forestali, fuoco prescritto, auto protezione.

*Key words:* forest fuel, prescribed burning, firewise.

*Mots clés:* combustible forestier, feu prescrit, défense de la habitation.

### 1. INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO

Il bilancio degli incendi boschivi nel 2007 è stato uno dei più pesanti che si siano mai registrati in Italia. La simultaneità degli eventi e l'estensione dei roghi hanno messo a dura prova le forze antincendio. Nella sola giornata del 24 luglio la Protezione Civile Nazionale ha ricevuto 100 richieste di intervento aereo e gli incendi superiori a 100 ettari, complessivamente, hanno percorso il 63% dell'area bruciata (Corpo Forestale dello Stato 2008), producendo danni consistenti alle aree residenziali, per non parlare dell'agghiacciante tributo pagato in vite umane. Questi dati dimostrano che, in presenza di condizioni estreme, l'attività di estinzione può non essere sufficiente a difendere il nostro territorio. L'attività di prevenzione, troppo spesso trascurata perché "invisibile", rappresenta in realtà il punto di forza di un moderno sistema antincendio, a fianco della previsione del pericolo, dell'addestramento del personale e dell'azione investigativa, particolarmente importante nel nostro Paese. La gestione dei combustibili forestali è l'unico strumento preventivo che può essere adottato per ridurre il rischio d'incendio, dato che non è possibile intervenire né sul fattore meteorologico né sul quello topografico. In molti Paesi, tra cui Spagna, USA, Nuova Zelanda, Australia e Sud Africa, una parte di questo oneroso lavoro viene svolta dagli stessi proprietari fondiari, con il sostegno e la guida di tecnici forestali provenienti sia da compagnie private che da enti pubblici. Questo approccio viene definito "auto protezione" (Grillo *et al.* 2008) o *firewise* (<http://www.firewise.org/>, <http://www.firewisesa.org.za/>) e consiste nella presa consapevolezza da parte del cittadino che un intervento proattivo non solo eviterà delle perdite al patrimonio, ma potrà anche aumentarne il valore economico, attraverso una serie di benefici indirettamente acquisiti o *landscaping goals* (Randall *et al.* 2005).

<http://www.nature.org/initiatives/fire/files/thingsyoucando.pdf>), tra cui figurano il risparmio di acqua e l'aumento delle specie ecologicamente coerenti. Dal punto di vista dell'amministrazione pubblica, esiste invece una convenienza economica legata all'ottimizzazione del sistema, ad esempio l'addestramento del personale (maneggio del fuoco durante l'esecuzione di fuochi prescritti), la partecipazione civile, la riduzione dei costi sociali e una minore pressione sui soggetti coinvolti nello spegnimento, soprattutto in occasione di eventi simultanei. In Italia interventi di questo tipo vengono caldeggiati dalla Protezione Civile, secondo la quale "una delle misure di prevenzione più valide è l'educazione alla cura del bosco" (<http://www.protezionecivileseravezza.it/manualemergenza-incendio.html>), non individuando tuttavia quali siano gli attori e le modalità per raggiungere questo obiettivo. Sussistono delle motivazioni per cui i privati cittadini non mantengono il paesaggio al sicuro dagli effetti negativi del fuoco: 1) mancanza di risorse finanziarie, dell'educazione di base e di tempo (non è raro che i proprietari siano stranieri o che per la maggior parte dell'anno vivano in un altro contesto urbano); 2) mancanza di nozioni tecniche su come procedere; 3) mancanza di figure di appoggio a cui rivolgersi.

Alla fine dell'estate 2007 Susanne Bücking contattò il *Global Fire Monitoring Centre* (<http://www.fire.uni-freiburg.de/>) per avere una consulenza sullo stato di rischio in cui versava una tenuta di sua proprietà situata a circa 20 km da Firenze, in una zona agro-forestale. La valutazione fu affidata a *Working on Fire International* (<http://www.wof-int.com/>), una compagnia privata operante a livello internazionale e specializzata nella gestione degli incendi di interfaccia urbano-forestale. Si trattava di una proprietà già minacciata da eventi incendiari occorsi nelle adiacenze (ad esempio durante il 2003) ma non colpita severamente. Questo ha creato il presupposto per l'avvio del progetto pilota Pianacci cofinanziato dal *Global Fire Monitoring Centre*.

Gli obiettivi principali del progetto sono: 1) introdurre la pratica del fuoco prescritto per la gestione dei combustibili forestali in una proprietà privata, accanto a interventi di tipo meccanico e manuale; 2) valutare la finestra di prescrizione e gli effetti del fuoco prescritto; 3) promuovere il concetto di auto protezione ai fini antincendio e individuarne gli attori.

## 2. VALUTAZIONE DEL RISCHIO NELLA PROPRIETÀ E INTERVENTI PROPOSTI

In seguito ad un sopralluogo effettuato nell'ultima settimana dell'agosto 2007, è stata prodotta una relazione tecnica in cui venivano valutati gli elementi di maggiore vulnerabilità rispetto alla propagazione di un incendio forestale. La proprietà si trova nel comune di Lastra a Signa in via dei Pianacci (da cui il nome del progetto) e si estende per 9,5 ha. Il fondo si presenta riccamente strutturato con una varietà di formazioni vegetali, che vanno dall'uliveto invecchiato, alla pineta di *Pinus pinaster* mista a cipresso con carico di combustibile dominato da lettiera e vegetazione erbacea, a formazioni inselvatichite di *Robinia pseudoacacia* mista a salice e quercia. Sul lato nord orientale (Figura 1) la tenuta confina con un appezzamento di macchia mediterranea alta di proprietà della Curia di Firenze, con un elevato potenziale pirologico. La maggior parte della zona ispezionata è esposta a sud, con una pendenza leggera ma continua. A causa della diversità vegetazionale e della natura del combustibile, un potenziale incendio si propagherebbe in modo eterogeneo e con diverse intensità, senza provocare danni ecologici a lungo termine. Tuttavia, la presenza di macchia altamente infiammabile al confine della proprietà aumenta considerevolmente il pericolo che un incendio si verifichi. Al contrario, la formazione inselvatichita di acacia si presta bene come barriera naturale al fuoco, crescendo su un suolo umido, come segnalato dalla presenza diffusa di edera e dal pozzo.

Nella relazione tecnica sono stati indicati alcuni accorgimenti per la difesa del fondo: 1) ridurre il combustibile vegetale e creare discontinuità strategiche (*firebreaks*); 2) migliorare l'accessibilità costruendo un sentiero lungo i fossati e i confini del fondo; 3) indicare alla proprietaria un adeguato equipaggiamento antincendio e dei mezzi meccanici per l'estinzione a terra; 4) procedere alla manutenzione dei punti d'acqua (in particolare il pozzo); 5) cooperare con i vicini e con l'Associazione di volontari La Racchetta (una sede dell'associazione si trova infatti nelle vicinanze della villa). Il consorzio con i vicini, già avviato, ha una particolare valenza in relazione alla manutenzione o ripristino dell'uliveto e alle attività di sfalcio periodico.

Per quanto riguarda la gestione del combustibile, sono stati proposti i seguenti interventi (Figura 1):

1. abbruciamento di circa 0,5 ha di pineta allo scopo di mantenere la discontinuità verticale tra combustibili aerei e superficiali, e di incrementare la rinnovazione naturale del pino mediante l'apertura del suolo minerale e la riduzione della lettiera accumulatasi negli anni. La proprietaria ha infatti espresso il desiderio di mantenere la pineta e di non favorire la sostituzione di questa con altre specie (ad esempio l'orniello). L'intervento va preceduto da prelievo meccanico degli esemplari morti in piedi e di quelli instabili, per favorire la vitalità del popolamento, oltre all'asportazione del materiale legnoso morto (rami secchi, materiale grossolano al suolo);
2. allontanamento del materiale legnoso morto dalla forma-

zione dominata da *Robinia pseudoacacia*, soprattutto quello caduto e di grandi dimensioni;

3. creazione di un viale tagliafuoco lungo il confine nord orientale combinando abbruciamento e rimozione meccanica degli esemplari arbustivi di maggiori dimensioni, con particolare riferimento al tratto adiacente alla macchia di proprietà ecclesiastica;

4. abbruciamento del materiale vegetale (prevalentemente erbaceo) che invade la pista esistente tra gli olivi come pure la fascia di 5-10 m attorno ai lati della pista, offrendo una eventuale linea di difesa alle squadre antincendio; inoltre andrebbe mantenuta bassa la vegetazione erbacea che cresce tra gli olivi.

Sarebbe auspicabile infine un intervento nella proprietà ecclesiastica atto a ridurre col tempo la densità della macchia sostituendola con specie meno inclini alla propagazione delle fiamme.

## 3. PIANIFICAZIONE DEL FUOCO PRESCRITTO

L'uso della tecnica del "fuoco controllato o prescritto" viene disciplinato, in Toscana, dal Regolamento d'attuazione della Legge Forestale Regionale LR 39/2000 (comma 2, art. 68). In seguito ad un sopralluogo nella tenuta, la Provincia di Firenze ha rilasciato il permesso per l'esecuzione degli abbruciamenti, che hanno riguardato solo i punti 1 e 4, descritti nel paragrafo precedente. La pianificazione degli interventi è passata attraverso: 1) l'analisi del trend climatico e l'individuazione della finestra meteorologica di prescrizione; 2) la scelta delle tecniche da utilizzare e la predisposizione di risorse e mezzi; 3) l'organizzazione del personale secondo lo schema ICS (*Incident Command System*) e la definizione dei ruoli assegnati al personale con una cura particolare rivolta alla sicurezza e alle comunicazioni.

### 3.1 Finestra di prescrizione

Dopo aver analizzato l'andamento delle precipitazioni cumulate mensili e delle temperature per la stazione di Sesto Fiorentino, nei pressi della villa, e aver consultato il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali dell'Università di Firenze, è stato deciso che la stagione invernale fosse la più adatta per l'esecuzione del fuoco prescritto, soprattutto in una fase sperimentale, e di prendere in considerazione le condizioni di siccità cumulata e l'andamento delle precipitazioni nei due mesi precedenti la data di intervento. Il fuoco prescritto doveva essere attuato solo se i seguenti parametri venivano soddisfatti: temperatura dell'aria inferiore ai 25°C; velocità del vento inferiore ai 25 km/h; umidità relativa dell'aria superiore al 40%. Pertanto è stato consultato il LaMMA Regione Toscana per una previsione delle condizioni meteorologiche e per fissare la data dell'intervento.

### 3.2 Tecniche da utilizzare, risorse e mezzi

La tecnica scelta prende il nome di *backburning* o "fuoco contro vento"; l'accensione è contraria alla direzione del vento dominante e parte da una linea di controllo precedentemente creata. È possibile ricorrere a più linee di accensione, parallele alla prima, per modulare la velocità del fronte di fiamma. Il personale coinvolto ha partecipato all'iniziativa in veste volontaria e proveniva dalla compagnia *Working on Fire Int.*, dall'ambiente universitario, dal vicinato e



dall'associazione di volontari La Racchetta, che ha messo a disposizione mezzi e competenze di bonifica, senza dimenticare la proprietaria. L'attrezzatura predisposta si componeva di strumenti manuali (due torce a goccia per l'accensione, rastrelli, battifuoco, due decespugliatori, una motosega, pompe a spalla), pick-up provvisti di moduli per il primo intervento da 500 l e manichette o naspi, un'autobotte, due ricetrasmittenti manuali a due canali, una stazione meteorologica portatile.

### 3.3 Applicazione dell'Incident Command System

L'organizzazione e la disposizione del personale è stato il momento più impegnativo della fase pianificatoria. All'intervento hanno partecipato individui di diversa provenienza e ad ognuno di essi è stato assegnato un ruolo (Tabella 1). I soggetti che hanno preso parte al maneggio del fuoco erano provvisti di indumenti protettivi. L'accensione è stata assegnata ad un Capo Operazioni qualificato, sotto la supervisione del Direttore Lavori (*Incident Commander*) responsabile dell'intervento e addetto al coordinamento delle operazioni.

### 3.4 Rilievi in campo

Durante la fase pianificatoria, è stato predisposto un protocollo sperimentale per la raccolta di dati utili per la ricostruzione dell'evento. La registrazione dei dati meteorologici (temperatura dell'aria, umidità relativa e velocità del vento) è stata affidata all'IBIMET, che ha fornito una stazione meteorologica mobile. La velocità di avanzamento del fronte doveva essere calcolata utilizzando il tempo di arrivo al tronco di individui arborei individuati e mappati, contrassegnati da un numero in precedenza, compito affidato agli studenti presenti. Il carico di combustibile è stato misurato prima dell'intervento tramite essiccazione in stufa per 24 ore a 105°C.

## 4. ATTUAZIONE DELL'INTERVENTO E CONCLUSIONI

Alle ore 11:00 del 26 febbraio 2008 è stato dato il via all'intervento nella pineta, dopo un'adeguata preparazione dell'area avvenuta il giorno precedente grazie alla squadra proveniente dall'Università di Firenze, che si è occupata di asportare il materiale legnoso morto e di tagliare gli arbusti di maggiori dimensioni. Altri volontari hanno preso parte alla creazione delle linee di difesa utilizzando pala e zappa. Il giorno dell'intervento ha coinciso con la chiusura della finestra di prescrizione, già di per sé cautelativa, e le condizioni meteorologiche (Figura 2) sono state tali da non sostenere l'avanzata del fuoco così come pianificato. Si sono dovute applicare numerose linee di accensione e questo non ha permesso di rilevare precisamente la velocità di avanzamento, fornendo un'informazione frammentaria. Una seconda abbruciamento è stato avviato sul lato orientale della pista che si snoda tra gli olivi, su vegetazione erbacea.

Entrambi gli interventi hanno avuto una valenza più dimostrativa che di riduzione del combustibile, giustificata dal fatto che l'intervento era sperimentale e costituiva una tra le prime applicazioni in proprietà privata, per cui si intendeva procedere con estrema cautela. Sono stati invitati all'iniziativa alcuni esponenti del Corpo Forestale e della Regione Toscana, interessati ad osservare lo svolgimento del fuoco prescritto e la coordinazione del personale impiegato, e tutti i partecipanti sono stati riuniti prima delle accensioni

per una spiegazione delle operazioni che si intendeva svolgere e per una migliore comprensione dell'intervento. La cooperazione tra i diversi soggetti è stata soddisfacente e il limite delle particelle bruciate è stato efficacemente controllato dalla squadra di volontari La Racchetta.

Nel complesso, l'esperienza ha generato i presupposti per:

- inquadrare in modo più efficiente la finestra di prescrizione, evitando condizioni atmosferiche instabili e individuando possibilmente un periodo di precipitazioni immediatamente successivo all'intervento, in modo da assicurare l'area da eventuali focolai sotterranei;
- il consorzio tra la proprietaria e i vicini al fine di creare un'area minima per la gestione dei combustibili e per la difesa delle tenute dagli incendi;
- l'implementazione dei volontari di Protezione Civile per l'autodifesa delle proprietà private che potrebbe essere adeguato anche all'addestramento del personale con meno esperienza, affiancato dai veterani e dai tecnici di maneggio del fuoco, come quelli di *Working on Fire*.

Interventi di questo genere sono finalizzati a rendere il proprietario autonomo mostrandogli quali sono le corrette modalità di applicazione e maneggio del fuoco. Questo processo di formazione richiede più sessioni di esercitazione a fianco di personale specializzato. Nel caso del progetto Pianacci, si intende ripetere l'esperienza nei primi mesi del 2009, condizioni e disponibilità permettendo, avendo ottenuto il permesso per altri due anni.

La responsabilizzazione dei cittadini rispetto alla salvaguardia del proprio patrimonio agro-forestale può diventare una delle chiavi di volta per ridurre l'incidenza degli eventi estremi sul territorio del bel Paese e per diminuire la pressione sul sistema di estinzione, troppo spesso portato al limite delle proprie capacità ovvero ad un minore livello di sicurezza per gli addetti alle operazioni di spegnimento. Se si vogliono raggiungere questi obiettivi sarà necessario individuare tecnici di riferimento con esperienza nella gestione dei combustibili che saranno di supporto nella formazione sia dei volontari di Protezione Civile che dei proprietari che ne richiederanno la consulenza.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia Susanne Bücking per aver creato i presupposti, attraverso un atteggiamento responsabile e proattivo, per l'avvio del progetto Pianacci, e per aver curato la logistica dell'intervento. Un ringraziamento particolare viene rivolto a tutte le persone che hanno partecipato all'iniziativa in veste volontaria. Al Prof. Enrico Marchi per la collaborazione, determinante per l'attuazione dell'intervento, e al resto della squadra proveniente dal Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali dell'Università di Firenze. Ai volontari dell'Università di Padova, tesisti e dottorandi, che hanno prontamente aderito all'iniziativa con serietà e competenza. Alla squadra di volontari La Racchetta, la cui presenza è stata fondamentale per monitorare l'area bruciata e per il compimento delle finalità di progetto. All'IBIMET e al LaMMA Regione Toscana per aver messo a disposizione la stazione meteorologica, aver curato la registrazione dei dati e fornito le previsioni meteorologiche prima dell'intervento. A Davide Ascogli e Stefano Macrelli, rappresentanti rispettivamente delle Università di Torino e di Bologna.



Figura 1. Delimitazione della proprietà su ortofoto (fonte: <http://www.pcn.minambiente.it/>): (1) pineta trattata con fuoco prescritto, (2) formazione dominata da Robinia pseudoacacia, (3) confine nord occidentale adiacente alla macchia di proprietà ecclesiastica in cui creare un viale tagliafuoco, (4) pista esistente tra gli olivi parzialmente trattata con fuoco prescritto sul lato orientale.

Figure 1. Delimitation of the property on orthophoto (source: <http://www.pcn.minambiente.it/>): (1) pinewood where prescribed fire has been applied, (2) Robinia pseudoacacia dominated plot, (3) north-west boundary close to the ecclesiastic maquis, where a firebreak is needed (4) road between olive trees just partially handled with prescribed fire on the eastern side.

Figure 1. Délimitation de la propriété sur ortho photo (source: <http://www.pcn.minambiente.it/>): (1) pinède traité par feu prescrit, (2) formation dominée par Robinia pseudoacacia, (3) limite nord occidental adjacent à la maquis de propriété ecclésiastique où créer un allée pare-feu, (4) piste existant entre les oliviers partiellement traitée par feu prescrit sur la côté oriental.

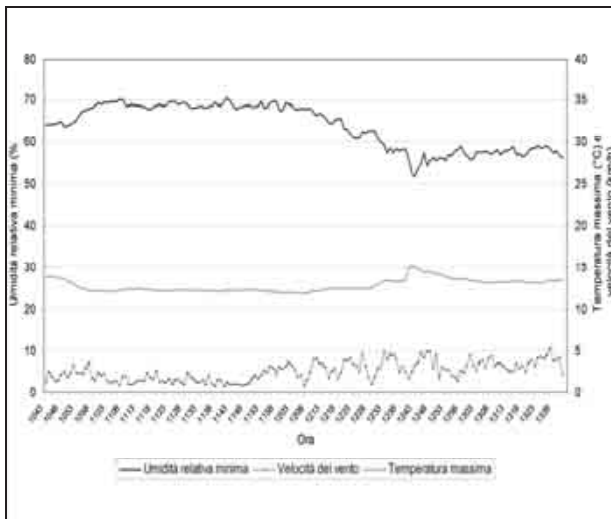


Figura 2. Andamento orario di temperatura massima, umidità relativa minima e velocità del vento registrato dalla stazione mobile IBIMET all'interno della proprietà il 26 febbraio 2008.

Figure 2. Hourly trend of maximum air temperature, minimum relative humidity and wind speed, recorded by IBIMET mobile meteo station inside the property on February 26<sup>th</sup>, 2008.

Figure 2. Les tendances horaires de température maximale, humidité relative minimale et vitesse du vent enregistrées par la station mobile IBIMET dans la propriété le 26 février 2008.

Funzione	Ruolo	Provenienza
Comando	Incident Commander	Università di Padova
	Addetto alle comunicazioni tra Incident Commander, unità operative e osservatori	Università di Padova
	Addetto alla sicurezza	Università di Padova
Operazioni	Capo operazioni Addetto alle tecniche di esecuzione e alla destinazione delle risorse	Working on Fire Int.
	Divisione di supporto A	Università di Padova
Pianificazione	Capo pianificazioni. Addetto al monitoraggio della situazione e a mantenere le risorse rapidamente disponibili	Università di Firenze
	Unità risorse. Addetti all'equipaggiamento del personale e al controllo delle risorse	Università di Firenze
	Unità controllo. Monitoraggio del perimetro del fuoco	La Racchetta
Logistica	Vettovagliamento e servizi essenziali. Primo soccorso	Proprietaria

Tabella 1. Organizzazione del personale secondo lo schema ICS (*Incident Command System*).

Table 1. Personnel roles using the ICS scheme (Incident Command System).  
Tableau 1. Organisation de personnel d'après le moule ICS (Incident Command System).

## SUMMARY

### FOREST FUELS MANAGEMENT AND FIREWISE APPROACH IN PRIVATE PROPERTIES: THE PIANACCI PROJECT

Following a request advanced by Susanne Bücking in August, 2007, a inspection took place at via dei Pianacci (Lastra a Signa) in a private property, to assess the main risks of a wildfire to develop. This proactive attitude has represented the starting point of Pianacci project, dealing with private properties protection by forest fuels management (firewise approach). Principle objectives are the use of prescribed burning as management tool and the identification of specific subjects supporting land owners, such as Working on Fire International. The prescribed burning was carried out on February 26<sup>th</sup>, 2008, in pinewood and grassland. People of different origin were present, including a Civil Protection team and universities. The experience has been useful to study the prescription window, to test the cooperation between participants and as practical demonstration of a technique that is still not completely understood and accepted in Italy.

## RÉSUMÉ

### LA GESTION DU COMBUSTIBLE FORESTIER ET LA PROTECTION DU PROPRIETES PRIVEES: LE PROJET PIANACCI

Suivant à la demande de Susanne Bücking, pendant l'août 2007 un contrôle sur place a été réalisé dans la propriété privée in via dei Pianacci (Lastra a Signa) pour évaluer les risques les plus grands à regard du possible développement d'un feu forestier. L'action de la propriétaire a permis au projet Pianacci pour l'autonome protection du propriétés privées grâce à la gestion du combustible forestier de se développer. En particulier, le projet se pose l'objectif d'employer le feu prescrit comme un instrument gestionnaire et d'identifier les sujets que le propriétaire doit appeler pour ce genre d'intervention. Dans le cas examiné, la compagnie Working on Fire International a été impliquée. Le feu prescrit a été exécuté le 26 février 2008 dans une pinède et sur une végétation herbacée et sujets de différente provenance ont participé, parmi lesquels une équipe de volontaires de la Protection Civil et instituts universitaires. L'expérience a permis d'étudier la fenêtre météorologique du prescription, de tester la coopération parmi les différents participants et de démontrer en pratique une technique que n'a pas encore été acceptée et adéquatement étudiée en Italie.

## BIBLIOGRAFIA

- Corpo Forestale dello Stato, 2008 - *Dossier incendi boschivi 2007*.
- Grillo D.F., Castellnou R.M., Molina T.M., Marinez L.E. e Diaz F.D., 2008 - *Anàlisis del incendio forestal: Planificaciòn de la extinción*. Ediciones Aifema 2008.
- <http://www.firewise.org/>
- <http://www.firewisesa.org.za/>
- <http://www.fire.uni-freiburg.de/>
- <http://www.nature.org/initiatives/fire/files/thingsyoucando.pdf>
- <http://www.protezionecivileseravezza.it/manualemergenza-incendio.html>
- <http://www.wof-int.com/>
- Randall C.K., Hermansen-Bàez L.A. e Acomb G., 2005 - *Fire in the Wildland-Urban Interface: Reducing Wildfire Risk While Achieving Other Landscaping Goals*. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) and the USDA Forest Service, Southern Research Station, Southern Center for Wildland-Urban Interface Research and Information. Disponible su: <http://www.ncfirewise.org/pdf/MinimizingWildfireRisk.pdf>.

## SESSIONE 3

# SELVICOLTURA: CONSERVAZIONE DEL SUOLO RISORSE IDRICHE LOTTA ALLA DESERTIFICAZIONE

### *Coordinatori*

Francesco Iovino  
Marco Marchetti

### *Chairman*

Fiorenzo Mancini





## ANALISI DENDROMETRICA DI POPOLAZIONI ITALIANE DI *TAMARIX* SPP.

(\*) DISAFRI, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

La desertificazione, la salinizzazione e la sommersione periodica dei suoli rappresentano oggi un serio problema per l'Italia e per tutti i Paesi europei mediterranei. Nell'ottica di mitigazione del cambiamento climatico, le attività di afforestazione/riforestazione in Paesi spesso soggetti ad eventi climatici estremi richiedono l'utilizzo di specie adatte a tollerare stress di diversa natura. Il genere *Tamarix* include 90 specie che esibiscono ampie variazioni ecologiche. Alcune possono raggiungere dimensioni notevoli e garantire produzioni elevate. Le diverse specie della famiglia *Tamaricaceae* sono tolleranti allo stress salino, grazie alla presenza di ghiandole fogliari capaci di estrarre il sale assorbito. Inoltre, la maggior parte delle specie vegeta vigorosamente in condizioni di scarsa disponibilità idrica superficiale, potendo mantenere un potenziale idrico fogliare molto basso ed accedere alle risorse idriche profonde.

Allo scopo di rendere disponibile materiale selezionato per il recupero di aree desertiche, saline e soggette a sommersione, è stata avviata un'attività di ricerca che mira ad individuare meccanismi di tolleranza a questi stress e ad evidenziare possibili *markers* precoci per programmi di selezione. Nel presente lavoro sono riportati i risultati preliminari della caratterizzazione dendrometrica di tamariceti dell'Italia Meridionale, a livello individuale, di popolazione e per ambienti contrastanti.

I risultati hanno mostrato l'esistenza di una variabilità a livello di popolazioni in quegli ambienti di crescita caratterizzati da una maggiore variazione stagionale della disponibilità idrica e/o della sua salinità. Le ipotesi che emergono da questa indagine preliminare consentono ora l'avvio di ricerche specifiche, per i diversi popolamenti individuati.

*Parole chiave:* *Tamarix* spp., desertificazione, salinizzazione, analisi dendrometrica.

*Key words:* *Tamarix* spp., desertification, salinization, dendrometric analysis.

*Mots clés:* *Tamarix* spp., désertification, salinization, analyse dendrométrique.

### 1. INTRODUZIONE

L'alterazione indotta dal cambiamento climatico su diversi fattori ambientali quali le precipitazioni (entità e distribuzione), la temperatura, la concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub> e di ozono troposferico, e le deposizioni azotate, potranno acuire alcune problematiche ambientali che già stanno alterando lo sviluppo e la salute delle foreste. Tali problematiche possono interessare grandi superfici, come ad esempio la desertificazione, o avere un'estensione più ridotta, come nel caso della salinizzazione dei suoli e della sommersione, per periodi più o meno prolungati, di aree alluvionali e di quelle situate alla foce dei fiumi. A questi fenomeni si aggiunge l'introggressione di acqua salamastra nelle zone costiere, dovuta sia all'incremento dei prelievi di acqua dolce per usi urbani/agricoli, sia al fenomeno di erosione delle coste. L'Italia e i Paesi europei mediterranei sono tutti più o meno direttamente interessati da questi fenomeni. In Italia, in particolare, la desertificazione è evidente in maniera significativa nelle regioni meridionali ed insulari (Basilicata, Puglia, Calabria, Sardegna e Sicilia) dove, oltre allo stress di natura climatica, la pressione spesso non sostenibile delle attività umane sull'ambiente sta determinando una riduzione della produttività biologica ed agricola ed una progressiva perdita di biodiversità degli ecosistemi naturali (Ceccarelli *et al.*, 2006). In queste zone, si sovrappone frequentemente il fenomeno della salinizzazione dei suoli come conseguenza di un accumulo di sali presenti nelle acque di irrigazione, dell'aumento delle temperature e della di-

minuzione delle precipitazioni. Globalmente, sono stati stimati circa 405 milioni di ettari di suoli caratterizzati dalla presenza di acquiferi salini, e circa un terzo delle terre irrigate (70 milioni di ettari) sono suoli salinizzati (Silvertooth, 2005). Un'elevata concentrazione di sali solubili nel suolo sottopone la pianta a condizioni di stress riconducibili ad un deficit idrico legato all'elevato potenziale osmotico, ad uno stress ionico provocato da un alterato rapporto K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> e ad un'eccessiva concentrazione cellulare (tossicità) di ioni Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> (Blumwald, 2000). Inoltre, numerose aree salinizzate sono spesso sottoposte a sommersione, come nel caso di zone costiere e di acquitrini salmastrici (Colmer & Flowers, 2008). Secondo il Quarto Rapporto dell'IPCC (2007), l'incremento della temperatura sta provocando l'espansione delle acque e lo scioglimento dei ghiacciai, fenomeni che contribuiscono all'innalzamento del livello del mare, con conseguente sommersione di numerose zone costiere.

Nell'ottica di mitigazione del cambiamento climatico, parallelamente alle misure di contenimento e di riduzione delle emissioni di gas serra, l'impiego di *sinks* e di risorse biologiche, attuabile mediante attività denominate LULUCF (*land use, land use change and forestry*), sembra poter giocare un ruolo importante nella rimozione della CO<sub>2</sub> dall'atmosfera. Tali attività possono espletarsi attraverso i meccanismi di sviluppo pulito (CDM-AR: *clean development mechanisms-afforestation/reforestation*), che mirano a raggiungere gli obiettivi imposti dal protocollo di Kyoto attraverso l'acquisizione di unità certificate di riduzione delle emissioni (CER: *Certified Emissions Reduction*

*Units*) provenienti da attività di afforestazione e riforestazione in Paesi non vincolati alle riduzioni (Paesi *Annex II*). Tuttavia, questi Paesi sono spesso soggetti ad eventi climatici estremi quali le inondazioni, la siccità, i cicloni tropicali, le ondate di caldo e di freddo (Mirza, 2003), fenomeni che almeno in parte interessano anche l'Italia. Risulta quindi fondamentale l'individuazione di specie e genotipi che bene si adattino ad essere utilizzati per attività di afforestazione/riforestazione in aree soggette a forti stress, come quelli sopra citati.

Il genere *Tamarix* include circa 90 specie di alberi ed arbusti a foglie caduche o persistenti, distribuiti in Africa, Asia ed Europa, occupando habitat diversi ed esibendo ampie variazioni ecologiche. Alcune specie di tamerice a portamento arboreo possono raggiungere dimensioni elevate e garantire interessanti produttività anche in tempi relativamente brevi. In zone desertiche e costiere hanno trovato applicazione nel consolidamento delle dune e sono oggi oggetto di sperimentazione in impianti intensivi per la produzione di biomassa. Poiché tutti i membri della famiglia *Tamaricaceae* sono caratterizzati dalla capacità di estrarre il sale per mezzo di ghiandole fogliari specializzate, la loro crescita non è inibita da elevate concentrazioni saline nel suolo (Bar-Nun & Poljakoff-Mayber, 1974). Inoltre, la maggior parte delle specie di tamerice vegeta vigorosamente anche in condizioni di scarsa disponibilità idrica, grazie alla elevata tolleranza a valori di potenziale idrico molto negativi (Cleverly *et al.*, 1997; Horton *et al.*, 2001; Gries *et al.*, 2003; Xu & Li, 2006). Tale tolleranza è inoltre legata alla loro capacità di accedere a risorse idriche profonde (freatofite). Benché queste specie siano associate ad ambienti ripariali, scarsi o nulli sono gli studi sulla loro tolleranza alla sommersione per periodi più o meno prolungati, sia a livello di genere che specifico. Anche per quanto riguarda la presenza/esclusione delle diverse specie in ambienti salini e/o asfittici le informazioni sono ancora molto scarse.

In Italia, i tamariceti appartengono all'ordine di vegetazione *Tamaricetalia africanae*, legato alla vegetazione ripariale e paludosa a carattere termofilo, determinata da particolari condizioni idriche dovute alla falda freatica e/o al ristagno. L'ordine *Tamaricetalia africanae* comprende associazioni arbustive pioniere dei corsi d'acqua permanenti e temporanei (fiumare) ed è limitata esclusivamente alla Regione Mediterranea. Le specie di tale ordine dimostrano un'elevata tolleranza allo stress idrico del periodo estivo di magra (Pedrotti & Gafta, 1996). Secondo Conti *et al.* (2005), le tamerici presenti in Italia sono dieci, di cui *Tamarix gallica* rappresenta la specie a più ampia distribuzione, seguita da *T. africana*.

Allo scopo di rendere disponibile materiale selezionato per il recupero di aree desertiche, saline e soggette alla sommersione, è stata avviata un'attività di ricerca che mira ad individuare meccanismi di tolleranza a questi stress e ad evidenziare possibili *markers* precoci per programmi di selezione. Nel presente lavoro sono riportati i risultati preliminari della caratterizzazione dendrometrica di tamariceti dell'Italia Meridionale, a livello individuale, di popolazione e per ambienti contrastanti.

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1 I siti di campionamento

La ricerca è stata condotta su sei popolazioni naturali di tamerice del Sud Italia e delle Isole (Fig. 1): tre siti nella regione Sicilia, uno in Calabria, uno in Basilicata, ed infine, uno in Sardegna. Le aree di campionamento sono state rispettivamente identificate all'interno dei bacini idrografici dei fiumi Alcantara (ME), Imera Meridionale (CL), Simeto (CT), Crati (CS) e Basento (MT). Relativamente all'area di campionamento sarda, è stata campionata una popolazione in prossimità del lago salato di Baratz (SS). Tali aree sono caratterizzate da un clima tipicamente mediterraneo. Le temperature medie annue variano da 17-23 °C nelle zone costiere, a 10 °C nelle aree più interne. Le temperature minime si registrano in genere nei mesi di gennaio-febbraio, mentre quelle massime a luglio-agosto. Le precipitazioni risultano assai scarse, non superando mediamente i 500 mm annui, distribuite irregolarmente durante l'anno: il minimo si verifica nei mesi di luglio-agosto, mentre la maggior parte delle precipitazioni è concentrata nel tardo autunno ed in primavera.

Ognuna delle aree considerate è stata suddivisa, dove possibile, in tre siti-ambienti, aventi caratteristiche contrastanti di disponibilità idrica e salinità del substrato; un'area costiera, rappresentata da un ambiente dunale, e due nell'alveo fluviale, in prossimità e a distanza dalla foce del fiume (Tab. 1).

### 2.2 Piano di campionamento

Le misure hanno riguardato un numero di individui variabile e proporzionale all'estensione dei popolamenti considerati, per un totale di 203 piante, tenendo conto che la distanza minima tra queste era non inferiore a 25-30 metri. In particolare, 54 piante sono state campionate nel bacino del fiume Basento, 24 sulle rive del lago di Baratz, 35 lungo l'Imera Meridionale, 23 sul Crati, 24 sull'Alcantara e 43 lungo il fiume Simeto.

Le misure effettuate per la caratterizzazione dendrometrica hanno riguardato:

- il numero dei polloni nel caso di individui policormici;
- il diametro alla base del fusto o dei polloni, misurato mediante calibro o cavalletto dendrometrico; i polloni aventi diametro inferiore a 2 cm sono stati semplicemente contati ed è stato evidenziato il diametro del pollone di altezza dominante ( $D_d$ );
- l'altezza del pollone dominante ( $H_d$ ), misurata mediante asta graduata o ipsometro;
- l'angolo di inserzione dei polloni, distinguendo 3 categorie: la prima (1) comprendente gli individui con portamento eretto, la seconda (2) quelli con portamento intermedio e la terza (3), le piante aventi portamento prostrato.

L'elaborazione dei dati ha consentito di calcolare il diametro medio ( $D_m$ ) per gli individui policormici e l'area basimetrica individuale ( $G_i$ ) come sommatoria dei polloni presenti.

Le differenze esistenti nei parametri dimensionali tra le popolazioni che occupavano uno stesso ambiente, sono state testate tramite ANOVA, considerando il parametro in esame come variabile dipendente e la popo-

lazione come fattore. Inoltre, al fine di verificare l'esistenza di una differenza tra i diversi ambienti oggetto di studio, l'analisi della varianza è stata effettuata sui parametri misurati e calcolati sulle piante dei due bacini dove tutti gli ambienti erano rappresentati (Basento e Simeto). Considerando nel loro insieme tutti gli individui campionati, sono state testate le correlazioni esistenti tra i diversi parametri considerati.

È stato poi applicato il test *post-Hoc* Bonferroni, al fine di verificare la significatività delle differenze evidenziate dall'analisi della varianza. Per le correlazioni è stata calcolata il valore di  $p$ , senza la correzione per le comparazioni multiple. I test statistici sono stati effettuati con SYSTAT 12.0, mentre per la statistica descrittiva è stato utilizzato Prism 4.0 (GraphPad).

### 3. RISULTATI

Il diametro medio ( $D_m$ ) dei 203 individui selezionati era di 8.4 cm. Tale grandezza risultava variare in maniera significativa tra i popolamenti oggetto di studio ( $p < 0.001$ ). In particolare in quelli dunali, differenze significative sono risultate unicamente fra la popolazione del fiume Alcantara ( $D_m = 9.1$  cm) e quella del fiume Basento ( $D_m = 4.5$  cm) ( $p < 0.05$ ) (Tab. 2). Non esisteva invece nessuna differenza significativa, rispetto a questo parametro, nelle popolazioni degli altri due ambienti di studio.

L'area basimetrica individuale ( $G_i$ ) presentava un valore medio pari a circa 345 cm<sup>2</sup>. Anch'essa, come il diametro medio, variava significativamente tra le diverse popolazioni ( $p < 0.001$ ). L'area basimetrica media della popolazione dunale del fiume Crati (601.0 cm<sup>2</sup>) era significativamente superiore rispetto a quella di tutti gli altri popolamenti dunali (Tab. 2). Anche i tamariceti dei siti situati a distanza dalla costa (fiume) risultavano significativamente differenziati per l'area basimetrica, anche se non sono risultate differenze al test *post-Hoc*. Fra questi, il popolamento dell'Imera Meridionale presentava valori nettamente superiori rispetto a quelli degli altri popolamenti (510 cm<sup>2</sup>) (Tab. 2). Nessuna differenza significativa di questo parametro è stata invece evidenziata dall'analisi statistica per le popolazioni presenti alla foce dei fiumi.

Le popolazioni si differenziavano significativamente ( $p < 0.001$ ) anche per le dimensioni diametriche del pollone *leader*, che complessivamente aveva un valore medio pari a 11.1 cm. In particolare, nei siti dunali, la popolazione del fiume Crati presentava valori più elevati di diametro dominante (11.1 cm) rispetto alle popolazioni del lago Baratz (6.4 cm) e del fiume Basento (6.6 cm) (Tab. 2). Non sono risultate statisticamente significative le differenze riscontrate fra le popolazioni degli ambienti di fiume e di foce.

Analogamente con quanto osservato per i diametri del pollone *leader*, fra le popolazioni dunali vi erano differenze significative nei valori di altezza del pollone dominante. La popolazione del fiume Crati era quella che presentava valori mediamente superiori (4.9 m), mentre i valori più bassi erano quelli della popolazione del fiume Simeto (2.6 m) (Tab. 2). Anche nel tratto di fiume a monte, l'altezza dominante risultava variare tra i popolamenti; in particola-

re, il popolamento del Basento presentava dei valori di  $H_d$  (5.2 m) significativamente superiori a quelli dei fiumi Alcantara (3.3 m) e Imera Meridionale (3.8 m) (Tab. 2). Non è stata osservata invece nessuna differenza significativa tra le popolazioni della foce.

Il portamento era significativamente ( $p < 0.01$ ) differenziato fra le popolazioni esaminate (Fig. 2). Nei siti dunali, il tamariceto del fiume Baratz era caratterizzato da un portamento intermedio rispetto a quello del Basento, che presentava invece un portamento più eretto. Nei tratti di fiume a monte, il popolamento del Basento differiva da quello dell'Imera Meridionale e del Simeto, presentando in media un portamento più eretto rispetto agli altri due. Non è stata evidenziata nessuna differenza significativa di questo parametro tra le popolazioni dei siti di foce.

Il numero di polloni per ceppaia variava in maniera significativa fra i popolamenti ( $p < 0.01$ ). Come per l'altezza dominante, il popolamento del Basento distante dal mare presentava una differenza significativa nel numero di polloni per pianta rispetto all'Alcantara e all'Imera Meridionale, con valori mediamente inferiori (2.8 polloni per ceppaia). Non è stata invece osservata nessuna differenza significativa tra il numero dei polloni dei popolamenti dunali e di quelli presenti alla foce.

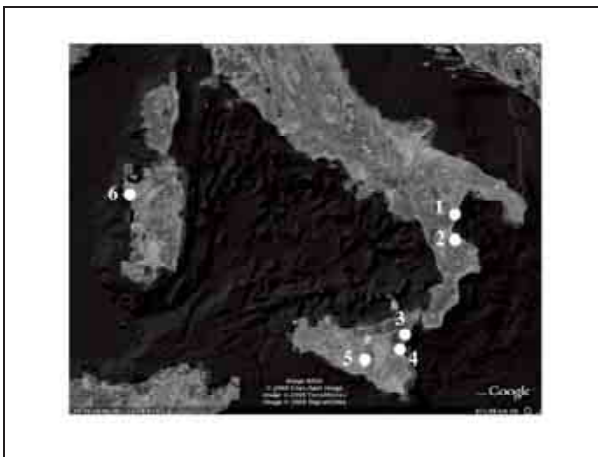
Al fine di verificare l'esistenza di una differenza tra gli ambienti esaminati, l'analisi della varianza è stata effettuata su tutti i parametri precedentemente citati, all'interno delle due popolazioni (Basento e Simeto) presenti nei tre tipi di ambiente. Tutti i parametri, ad eccezione del portamento, differivano in maniera significativa tra gli ambienti (Tab. 3). Il diametro medio e quello dominante del sito dunale presentavano valori più bassi rispetto agli altri due siti, pari rispettivamente a 5.1 cm e 7.0 cm. Anche il sito di foce e quello fluviale sono risultati statisticamente diversi per questi due parametri, con valori maggiori di entrambi i parametri nel sito di foce (Tab. 2). Il diametro medio era mediamente pari a 14.3 cm nei siti di foce e 10.1 cm in quelli di fiume; il diametro dominante era mediamente pari a 18.8 cm e 12.1 cm nei due siti, rispettivamente. L'area basimetrica individuale dei siti di foce presentava un valore significativamente più elevato (media dei due popolamenti: 785.6 cm<sup>2</sup>), sia rispetto al sito dunale (98.0 cm<sup>2</sup>) che a quello fluviale (191.4 cm<sup>2</sup>). L'altezza dominante dei siti dunali, pari mediamente a 3.2 m, era inferiore rispetto a quella dei siti di foce (5.6 m) e a quella dei siti fluviali (4.9 m). Infine, il numero di polloni per ceppaia risultava mediamente più elevato nei siti dunali (17 polloni per ceppaia), rispetto ad entrambi gli altri due ambienti. Infatti, il numero medio di polloni per ceppaia dei siti di foce era mediamente pari a 5.7, mentre per i siti fluviali questo era pari a 4.0 polloni per ceppaia.

L'analisi statistica ha evidenziato l'esistenza di una correlazione tra i diversi parametri (Fig. 4). In particolare, il diametro medio era positivamente correlato all'area basimetrica dell'individuo (0.59), al diametro dominante (0.91) e all'altezza dominante (0.72), e negativamente al numero di polloni per ceppaia (-0.31). Anche l'area basimetrica per individuo era correlata al diametro dominante (0.74) e all'altezza dominante (0.54), mentre il diametro e l'altezza dominanti risultavano tra loro positivamente correlati (0.74).



#### 4. DISCUSSIONI

L'analisi statistica ha evidenziato una eterogeneità dei parametri dendrometrici, soprattutto tra le popolazioni legate ai siti dunali. In questi ambienti, l'azione di numerosi stress potrebbe limitare la crescita delle piante. Il confronto tra ambienti ha difatti evidenziato una minore vigoria di tutti i parametri analizzati; le elevate temperature, l'aerosol marino, la scarsa disponibilità idrica, l'elevata radiazione solare, la presenza di una falda salata possono agire in misura diversa, creando un'elevata variabilità dei parametri considerati. Tali stress sembrano agire in maniera accentuata sulla popolazione del lago Baratz; i parametri dendrometrici medi di questa popolazione risultano essere i più bassi misurati. Infatti, il lago salato di Baratz è andato incontro, negli ultimi anni, ad una drastica diminuzione della sua superficie, a causa del *trend* decrescente delle precipitazioni e all'aumento dell'evapotraspirazione per le crescenti temperature. Dall'analisi dei dati è tuttavia emersa una maggiore produttività della popolazione dunale del fiume Crati; questa presentava un'area basimetrica e un valore di diametro e di altezza del pollone dominante superiori rispetto alle altre popolazioni che occupano lo stesso ambiente. Ciò potrebbe essere dovuto ad una maggiore età del popolamento, o alla presenza di una falda meno salata, oppure ancora ad una maggiore tolleranza dei genotipi selezionati ai diversi stress precedentemente citati. Al contrario, i popolamenti in prossimità della foce non presentavano alcuna differenza dei parametri dendrometrici osservati. La continuità dell'approvvigionamento idrico potrebbe giocare un ruolo importante in questi ambienti, rispetto ai siti posti più a monte, dove tale disponibilità risulta diminuire con l'avanzare della stagione vegetativa, così come sui siti dunali. Anche nei popolamenti situati nel tratto di fiume a monte, esiste infatti una forte variabilità dei parametri indagati. Alcuni popolamenti, come quello del fiume Alcantara, sono situati all'interno dell'alveo fluviale; la sommersione nel periodo invernale, o la presenza di ondate di piena potrebbero, in queste situazioni, sfavorirne la crescita, rispetto ai popolamenti dell'Imera Meridionale o del Basento, situati nell'area di espansione del fiume e quindi meno soggetti a tali eventi.



Nei due ambienti (duna e fiume a monte) caratterizzati da una maggiore variabilità stagionale della disponibilità idrica, sia quantitativa che qualitativa, si osserva in linea generale una diversa risposta delle popolazioni, che sembra poter essere ascritta alla formazione di piante policorniche piuttosto che a singolo fusto. Dove questa risposta risulta "obbligata", come nei siti dunali, non si osservano variazioni nel numero di polloni fra i popolamenti, ma una differenziazione per quanto riguarda la capacità di accrescimento (diametro, area basimetrica individuale e altezza). Dove invece (siti di fiume) la numerosità dei polloni diventa variabile discriminante fra le popolazioni, la capacità di accrescimento non risulta essere differente. La possibile spiegazione sembra quindi risiedere nel diverso meccanismo che determina la policornia: nei fiumi gli eventi di piena che provocano rotture, ovvero i periodi di magra che inducono situazioni di stress; sulle dune la salinizzazione della falda, ovvero il forte stress idrico. Ulteriori ricerche saranno quindi necessarie per verificare le suddette ipotesi.

Sarà inoltre necessario, determinare la struttura in età dei popolamenti e della popolazione dei polloni presenti su una singola pianta, per comprendere la risposta ad eventi estremi o comunque fortemente limitanti; così come individuare per i diversi ambienti quali sono questi fattori e quali meccanismi di tolleranza vengono messi in atto dalla pianta. La diversità riscontrata fra le diverse popolazioni, se legata ai diversi gradi di tolleranza individuale apre prospettive interessanti per la selezione di genotipi adatti a condizioni ambientali molto differenti.

Infine, la forte correlazione tra il diametro dominante e gli altri parametri potrebbe rivelarsi un elemento importante per lo studio della struttura di queste formazioni e delle loro caratteristiche dendrometriche.

#### RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano per il supporto tecnico e la disponibilità dimostrata i Direttori ed il personale tecnico della Riserva Naturale Foce del Crati, della Riserva Naturale Gole dell'Alcantara, della Riserva Naturale orientata Monte Capodarso e Valle dell'Imera Meridionale e della Riserva Naturale Oasi del Simeto.

Figura 1. Mappa rappresentante la distribuzione geografica delle popolazioni di tamerice oggetto di studio.

Figure 1. Geographical distribution of collected *Tamarix* populations.

Figure 1. Carte représentant la répartition géographique des populations de *Tamarix* objet de l'étude.

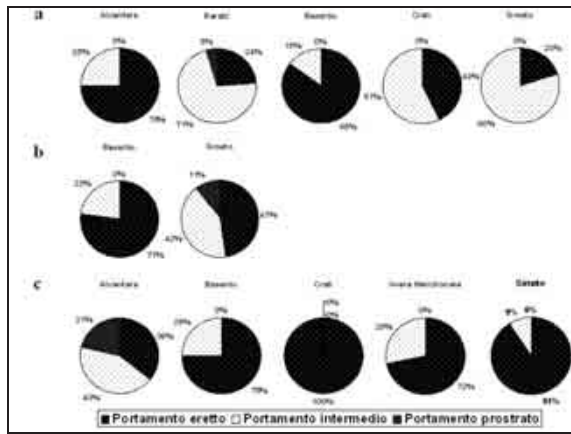


Figura 2. Distribuzione in classi dei portamenti degli individui appartenenti alle diverse popolazioni ed ambienti. (a) sito dunale; (b) sito in prossimità della foce; (c) sito localizzato lungo il corso del fiume.  
Figure 2. Rank distribution of plants' shape belonging to the different populations and habitats. (a) dune site; (b) near-mouth site; (c) site located along the river.

Figure 2. Répartition en classes des ports relatifs aux individus appartenant à différentes populations et environnements. (a) site sur la dune (b) site près de l'embouchure, (c) site situé le long du fleuve.

	Stazione	Ambiente		
		Duna	Foce	Fiume
1	Basento	x	x	x
2	Crati	x		x
3	Alcantara			x
4	Simeto	x	x	x
5	Imera Meridionale			x
6	Baratz	x		

Tabella 1. Tabella riepilogativa della distribuzione dei diversi ambienti (duna, foce e fiume) all'interno delle popolazioni campionate.

Table 1. Distribution of the habitats (dune, mouth and river) in the collected populations.

Tableau 1. Vue d'ensemble de la répartition des différents environnements (dunes, embouchure et fleuve) au sein des populations étudiées.

	$D_m$		$G$		$D_d$		$H_d$		$N\ polloni$		$Portamento$
	$r$	$p$	$r$	$p$	$r$	$p$	$r$	$p$	$r$	$p$	$r$
$D_m$	1.0										
$G$	0.59	***	1.00								
$D_d$	0.91	***	0.74	***	1.00						
$H_d$	0.72	***	0.54	***	0.74	***	1.00				
$N\ polloni$	-0.31	***	0.04	n.s.	-0.21	n.s.	-0.20	n.s.	1.00		
$Portamento$	-0.03	n.s.	0.08	n.s.	0.015	n.s.	-0.08	n.s.	0.10	n.s.	1.00

Tabella 4. Matrice di correlazione dei parametri dendrometrici studiati e loro significatività statistica.

Table 4. Correlation matrix of dendrometric parameters and their statistical significance.

Tableau 4. Matrice de corrélation des paramètres dendrométriques étudiés et leur significativité statistique.

Popolazione	Sito	$D_m\ (cm)$		$G_i\ (cm^2)$		$D_d\ (cm)$		$H_d\ (m)$		$N\ polloni$	
		media	s.e.	media	s.e.	media	s.e.	media	s.e.	media	s.e.
Alcantara	Duna	9.1	1.3	73.5	20.4	9.1	1.3	4.6	0.5	2.8	1.0
	Fiume	6.6	1.5	172.0	24.6	8.7	1.2	3.3	0.1	11.9	2.9
Baratz	Duna	5.3	0.4	139.3	18.4	6.4	0.4	3.6	0.2	7.4	1.2
Basento	Duna	4.5	0.5	72.2	35.2	6.6	0.5	3.5	0.2	19.5	7.6
	Foce	13.2	2.6	544.6	129.4	16.4	2.5	5.9	0.6	6.2	1.8
	Fiume	11.6	1.3	185.6	28.2	13.5	1.2	5.2	0.4	2.8	0.5
Crati	Duna	7.6	1.6	601.1	166.9	11.1	1.7	4.9	0.4	18.8	3.7
	Fiume	6.2	0.9	88.0	13.4	8.2	0.9	4.9	0.5	4.3	1.4
Imera M.	Fiume	7.9	1.2	510.8	117.8	11.6	1.5	3.8	0.2	8.8	1.0
Simeto	Duna	6.3	0.9	149.5	36.3	7.7	1.3	2.6	0.3	12.2	4.1
	Foce	15.0	2.2	942.3	170.0	20.3	2.2	5.5	0.4	5.3	0.9
	Fiume	7.5	1.9	201.6	38.2	9.6	1.7	4.4	0.4	6.1	0.9

Tabella 2. Tabella di riepilogo dei valori medi e dei relativi errori standard (s.e.) dei parametri dendrometrici indagati.

Table 2. Mean values and standard errors (s.e.) of dendrometric parameters.

Tableau 2. Tableau récapitulatif des valeurs moyennes et leur erreur standard (s.e.) des paramètres dendrométriques étudiés.

	ANOVA					
	$D_m$	$G$	$D_d$	$H_d$	$N\ polloni$	$Portamento$
Ambiente	***	***	***	***	**	n.s.
Post Hoc						
Duna	A	A	A	A	A	A
Foce	B	B	B	B	B	A
Fiume	C	A	C	B	B	A

Tabella 3. Risultato dell'analisi della varianza e test post hoc Bonferroni dei parametri dendrometrici tra ambienti: \* p<0.05; \*\* p<0.01; \*\*\* p<0.001; n.s. non significativo.

Table 3. Results of the analysis of variance and the Bonferroni's post hoc test, of dendrometric parameters among sites: \* p<0.05; \*\* p<0.01; \*\*\* p<0.001; n.s. not significant.

Tableau 3. Résultat de l'analyse de variance et du test post hoc Bonferroni, des paramètres dendrométriques parmi les divers milieux-sites: \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001; n.s. non significatif.

## SUMMARY

### DENDROMETRIC ANALYSIS OF ITALIAN POPULATIONS OF *TAMARIX* SPP.

Desertification, soil salinization and periodic flooding are serious problems for in all Mediterranean countries. In those areas, afforestation and reforestation require the use of suitable species able to tolerate extreme weather events. The *Tamarix* genus includes 90 species, which grow under a wide range of ecological conditions. Some species reach relative big sizes and guarantee high productivity. Different species of the family *Tamaricaceae* are tolerant to saline stress, thanks to the presence of foliar glands that extrude the absorbed salt. Moreover, several species are able to survive in very dry soils, acceding to deep-water reservoirs. In order to make selected material available for recovery of desert areas, salt marshes and flooded areas, we undertake a new research with the aim to identify tolerance mechanisms to these stresses and possible markers for early selection programmes. In this work, we present some preliminary results regarding the dendrometric characterization of *Tamarix* populations collected in southern Italy, at plant and population level and under contrasting environmental conditions. The results showed a wide variability among populations and environments, due to seasonal variation of water availability and/or salinity.

## RÉSUMÉ

### ANALYSE DENDROMÉTRIQUE DE POPULATIONS ITALIENNES DE *TAMARIX* SPP.

La désertification, la salinisation et la submersion périodique des sols représentent aujourd'hui des problèmes graves, pour l'Italie et pour tous les pays de l'Europe méditerranéenne. Dans le cadre de l'atténuation des changements climatiques, les activités de boisement/reboisement dans des pays souvent soumis à des phénomènes météorologiques extrêmes, exigent l'utilisation d'espèces qui peuvent tolérer des stress de différente nature. Le genre *Tamarix* comprend 90 espèces qui présentent des grandes variations écologiques. Certaines peuvent atteindre une taille élevée et peuvent garantir un niveau de production important. Différentes espèces appartenant à la famille *Tamaricaceae* sont tolérantes au stress salin, grâce à la présence de glandes foliaires capables de rejeter le sel absorbé. En outre, la plupart des espèces peuvent s'accroître vigoureusement en condition de faible disponibilité d'eau de surface, pouvant maintenir un potentiel hydrique foliaire très faible et ayant accès aux ressources en eaux profondes.

Afin de mettre à disposition du matériel sélectionné pour la récupération des zones désertiques, salinisées et submergées, une recherche a été commencée avec le but d'identifier les mécanismes de tolérance à ces stress et des

possibles marqueurs utiles pour les programmes de sélection. Dans ce travail, on montre les résultats préliminaires de la caractérisation de populations de *Tamarix* du sud de l'Italie, au niveau individuel, de population et d'environnements contrastants.

Les résultats ont montré l'existence d'une variabilité en ce qui concerne les populations dans les environnements caractérisés par une plus grande variation saisonnière de la disponibilité en eau et/ou de la salinité. Les hypothèses de cette enquête préliminaire permettront de commencer une recherche spécifique, pour les différentes populations identifiées.

## BIBLIOGRAFIA

- Bar-Nun N., Poljakoff-Mayber A., 1974 - *Some aspects of Protein Metabolism in Tamarix tetragyna roots grown in a saline environment*. Australian Journal of Physiology, 1: 237-246.
- Blumwald E., 2000 - *Sodium transport and salt tolerance in plants*. Current opinion in cell biology, 12: 431-434.
- Ceccarelli T., Giordano F., Luise A., Perini L., Salvati L., 2006 - *La vulnerabilità alla desertificazione in Italia: raccolta, analisi, confronto e verifica delle procedure cartografiche di mappatura e degli indicatori a scala nazionale e locale*. APAT, CRA- UCEA, Manuali e linee guida.
- Cleverly J., Smith S., Sala A., Devitt D., 1997 - *Invasive capacity of Tamarix ramosissima in a Mojave Desert floodplain: the role of drought*. Oecologia, 111: 12-18.
- Colmer T., Flowers T., 2008 - *Flooding tolerance in halophytes*. New phytologist, 179: 964-674.
- Gries D., Zeng F., Foetzki A., Arndt S., Bruehlheide H., Thomas F., Zhang X., Runge M., 2003 - *Growth and water relations of Tamarix ramosissima and Populus euphratica on Taklamakan desert dunes in relation to depth to a permanent water table*. Plant, Cell and Environment, 26: 725-736.
- Conti F., Abbate G., Alessandrini A., Blasi C., 2005 - *An annotated Checklist of the Italian Vascular Flora*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione per la Protezione della Natura, Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Roma "La Sapienza". Roma.
- Horton J., Kolb T., Hart S., 2001 - *Leaf gas exchange characteristics differ among Sonoran Desert riparian tree species*. Tree Physiology, 21: 233-241.
- IPCC, 2007 - *Climate Change 2007: Synthesis report*.
- Pedrotti F., Gafta D., 1996 - *Ecologia delle foreste ripariali e paludose dell'Italia*. Università degli Studi di Camerino.
- Mirza M., 2003 - *Climate change and extreme weather events: can developing countries adapt?* Climate Policy, 3: 233-248.
- Silvertooth J., 2005 - *Saline and sodic soil management in irrigated crop production systems*. Arid lands newsletter 58.
- Xu H., Li Y., 2006 - *Water-use of three central Asian desert shrubs and their responses to rain pulse events*. Plant and soil, 285: 5-17.

## PROTEZIONE DEL SUOLO E DESERTIFICAZIONE IN BASSA VALLE SUSA E VAL CASTERNONE

(\*) Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente, Torino

(\*\*) CNLSD, Direzione Ambiente, Regione Piemonte, Torino

Il lavoro ha riguardato aree montane della Regione Piemonte soggette a forte degrado del suolo, nel passato interessate da operazioni di rimboscimento: la bassa Valle di Susa e la Val Casternone in provincia di Torino. Si tratta di territori con suoli a basso grado di fertilità (rocce serpentinitiche), rilevante incidenza dei fenomeni erosivi, frequenti periodi di siccità ed elevato rischio di incendio.

Agli inizi del 1900 i versanti erano privi di copertura vegetale arborea, a causa del disboscamento cominciato dal 1700 e proseguito fino alla metà del 1800. Il pascolamento impediva l'affermazione della copertura vegetale; le superfici erano oggetto di ingenti perdite di materiali terrosi. Tra il secondo ed il quarto decennio del 1900 sono state finanziate opere di rimboscimento, soprattutto con conifere non autoctone, per limitare i danni dei fenomeni erosivi.

Durante i rilievi sono stati valutati gli effetti dei rimboscimenti sui suoli. Lo studio pedologico e le relative analisi fisico-chimiche hanno posto in evidenza la rilevanza dei passati fenomeni erosivi e – su alcune aree - un miglioramento della situazione: aumento della sostanza organica, ripresa della pedogenesi e stabilizzazione dei versanti. Al contempo, nelle zone colpite dagli incendi, gli effetti dell'erosione hanno condotto ad un degrado ulteriore dei suoli.

Le azioni da intraprendere sono riassumibili nella gestione forestale orientata alla rinaturalizzazione dei popolamenti artificiali, nella progettazione di nuovi rimboscimenti con specie pioniere anche a portamento arbustivo, compatibili con i suoli presenti, e nell'azione di protezione dagli incendi.

*Parole chiave:* suoli, desertificazione, rimboscimenti, fertilità, incendi.

*Key words:* soils, desertification, reforestation, fertility, fire risk.

*Mots clés:* sols, désertification, reboisement, fertilité, incendie.

### PREMESSA

All'interno della Regione Piemonte numerose sono state nel passato le opere di rimboscimento, spesso attuate utilizzando conifere non autoctone o poste al di fuori del loro optimum ecologico, con l'obiettivo di fornire una adeguata copertura al suolo, finalizzata a diminuire l'incidenza dell'erosione e, più in generale, alla riduzione del degrado pedo-paesaggistico. Tali fenomeni sono il risultato di eccessive pressioni antropiche del passato che hanno portato a diffusi disboscamenti, eccessivo pascolamento e modificazioni importanti dei profili dei versanti per favorire le coltivazioni agrarie.

Ad oggi si possono osservare, dopo decenni, gli effetti di tali azioni di mitigazione, valutando gli aspetti positivi e negativi. Da queste considerazioni si trarrà spunto per proporre ulteriori interventi per ridurre ulteriormente il degrado del suolo che, in alcune aree della Regione, assume gli aspetti di una incipiente desertificazione.

Al fine di osservare tali esiti sono state scelte, tra le altre, due aree attualmente soggette a degrado del suolo: la Bassa valle di Susa e la Val Casternone. Si tratta di zone caratterizzate da tipologie pedologiche a basso grado di fertilità, rilevante incidenza dei fenomeni erosivi, elevato rischio di incendio.

### 1. NOTIZIE STORICHE

Agli inizi del 1900 tutti i versanti in sinistra idrografica della Dora Riparia e quelli della Val Casternone risultavano completamente privi di copertura vegetale arborea.

Il disboscamento, cominciato successivamente al 1700, proseguì fino alla metà del 1800 quando in queste aree, in virtù delle caratteristiche delle rocce presenti, fu sperimentata - senza successo - l'estrazione di materiale ferroso.

Tra il secondo ed il quarto decennio del 1900 le amministrazioni comunali prima e lo Stato nazionale poi, cominciarono a finanziare e a porre in essere opere di rimboscimento per limitare i danni ingenti che derivavano dai fenomeni erosivi (vedi foto 1).

Le superfici completamente denudate erano oggetto di continue e ingenti perdite di materiali terrosi per erosione idrica superficiale e di caduta a valle di massi, sempre in seguito ad eventi piovosi. Il pascolamento, soprattutto realizzato con capre, impediva al contempo l'affermazione di una qualsiasi copertura vegetale relativamente stabile.

Dati questi presupposti le amministrazioni del tempo ed il Corpo Forestale dello Stato iniziarono a rimboscire migliaia di ettari di versanti, utilizzando quasi esclusivamente conifere non autoctone della zona o, comunque, fuori dal loro optimum ecologico (pino nero e larice soprattutto). La scelta delle conifere era di fatto dettata, oltre che dall'urgenza di ridurre l'impatto dei fenomeni erosivi, anche dalla necessità di interrompere il pascolamento abusivo che era assai diffuso.

Dal dopoguerra ad oggi i lavori non si sono mai interrotti, estendendo le superfici rimboschite e attuando le prime cure colturali.

Attualmente questi rimboscimenti sono oggetto di periodici lavori di miglioramento colturale e di manutenzione.



## 2. L'AREA DI STUDIO

Nell'ambito del progetto si sono valutati gli effetti dei passati rimboschimenti sui suoli, rispetto alla riduzione del degrado e nei confronti della individuazione di indicatori operativi per la valutazione comparativa del potenziale dei progetti di riforestazione.

Si è scelto di effettuare un approfondimento nelle aree della bassa Valle di Susa e della Val Casternone (vedi foto 2) per la concomitante presenza di alcuni fattori negativi.

- Presenza di forti fenomeni di degrado.
- Presenza di suoli a scarso grado di fertilità.
- Clima relativamente secco (scarse precipitazioni medie - circa 600-700 mm annui - ed esposizioni calde).
- Incidenza elevata degli incendi.
- Rimboschimenti effettuati con specie non autoctone o fuori dal loro naturale areale.

## 3. I SUOLI

Nell'area di studio sono presenti suoli con caratteristiche assolutamente peculiari rispetto alla variabilità pedologica piemontese. In particolare è da sottolineare la loro scarsa fertilità dovuta essenzialmente al substrato d'origine: rocce ricche di magnesio riferibili soprattutto alle Lertzoliti. Suoli di questa natura sono rilevabili nell'area piemontese in una fascia relativamente ampia che è compresa nella Provincia di Torino, tra Piossasco e Balangero e, con tipologie per molti versi simili, nell'Appennino alessandrino nei pressi del Parco Capanne di Marcarolo.

Si tratta in massima parte di suoli evoluti (Alfisuoli secondo la 'Soil Taxonomy' americana appartenenti ai Sottogruppi dei *Typic Hapludalf* e dei *Lithic Hapludalf*), ricchi di argilla e ossidi di ferro, che in seguito ai fenomeni erosivi, passati o in atto, possono essere da molto sottili a relativamente profondi.

L'erosione progressiva risulta molto evidente se si prendono in esame due profili rappresentativi scavati nei versanti posti a nord-est di Almese (TO).

Nel primo caso (profilo 1, foto 3) l'erosione ha asportato completamente gli orizzonti superficiali (orizzonte A ricco di sostanza organica e l'orizzonte eluviale E) e, in seguito al rimboschimento, la superficie si è stabilizzata ed è ripresa la pedogenesi con la formazione di un A molto sottile e ancora povero di sostanza organica.

Nel secondo caso (profilo 2, foto 4) l'erosione ha avuto effetti maggiori in quanto, oltre ai primi due orizzonti citati, anche la parte superiore dell'orizzonte B è stata asportata lasciando in posto esclusivamente gli ultimi strati ricchi di scheletro posizionati a contatto diretto con il substrato roccioso sottostante.

Dalle analisi (tab. 1) ben si evidenzia lo squilibrio molto rilevante tra Ca e Mg. Suoli con questi contenuti in magnesio rendono molto difficoltoso l'affermarsi di qualsiasi tipo di vegetazione per i noti problemi che il magnesio in eccesso induce nell'assorbimento del calcio. Il profilo maggiormente eroso (profilo 2) ha uno squilibrio ancora maggiore proprio a causa del minor grado evolutivo e della vicinanza con il substrato roccioso. Nel primo caso infatti la presenza più rilevante di sostanza organica e tutti i processi pedogenetici in atto hanno in parte mitigato tale problema. Su suoli erosi, impostati su litologie come queste, il rischio

di degrado progressivo e di desertificazione è molto pronunciato e difficilmente reversibile in tempi brevi, malgrado siano posti in essere interventi mirati alla riduzione dell'erosione tramite impianto di vegetazione arborea e/o arbustiva.

Peraltro l'osservazione della vegetazione soprastante (in tutte e due i casi si tratta di rimboschimenti di pino nero) mostra con evidenza le differenze riscontrate a livello pedologico: la copertura arborea quasi totale nell'area del profilo 1 è invece molto rada sui suoli riferibili al profilo 2 dove, inoltre, gli accrescimenti sono assai ridotti e le falanze molto rilevanti.

Schematicamente il fenomeno può essere spiegato nel modo seguente. Nella figura 1 si può osservare come il 'profilo 1' corrisponda ad un suolo tipo al quale sono stati asportati gli orizzonti A ed E, mentre il 'profilo 2' ha perduto gli originari orizzonti A, E e B con il risultato che il substrato roccioso è molto prossimo alla superficie (contatto litico).

E' evidente che le conseguenze di questi fenomeni di degrado implicano anche una perdita di sostanza organica, quindi di riserva di nutrienti e una netta riduzione della capacità del suolo di trattenere l'acqua, con conseguenze negative sulla vegetazione durante i periodi di scarsa disponibilità idrica.

Nelle aree colpite recentemente dagli incendi i rischi della ripresa dei fenomeni erosivi sono molto elevati. Per ciò che riguarda i suoli il passaggio del fuoco è causa di un ulteriore depauperamento della sostanza organica.

I dati analitici relativi al profilo 3, che non vengono proposti in questa sintesi per motivi di spazio, non sono sostanzialmente differenti da quelli relativi ai suoli non colpiti recentemente dall'incendio. In questo caso però l'assenza di copertura vegetale arborea, con la concomitante scarsa fertilità del suolo che induce gravi difficoltà nell'affermarsi di una nuova e consistente copertura forestale, è la premessa per l'insorgere di fenomeni erosivi difficilmente controllabili; di conseguenza la degradazione del suolo, quindi il rischio di desertificazione, sono aspetti ancora presenti e di grave impatto.

## 4. CONSIDERAZIONI FINALI

Tenuto in debita considerazione che la fase di monitoraggio attuale non tiene conto di dati certi sullo stato dei suoli quando sono cominciate le azioni di contenimento del degrado tramite l'impianto, si possono comunque da subito porre in evidenza alcune osservazioni in merito agli effetti (positivi e negativi) che le opere di rimboschimento hanno avuto sui suoli delle due aree.

### *Considerazioni positive*

- Diminuzione degli effetti dell'erosione per la presenza della copertura arborea.
- Stabilizzazione dei versanti in seguito all'azione degli apparati radicali.
- Rinnovazione naturale delle specie autoctone.
- Ripresa della pedogenesi.

### *Azioni da intraprendere (o proseguire)*

- Favorire l'accrescimento delle specie forestali autoctone.
- Difesa dagli incendi.

- Gestione degli impianti.
- Prevedere nuovi interventi di rimboschimento con specie pioniere anche a portamento arbustivo.

*Considerazioni negative*

- Scelta delle specie non coerente con le condizioni eco-pedologiche.
- Mancato sviluppo di un orizzonte superficiale arricchito in sostanza organica.
- Parziale distruzione del bosco ad opera degli incendi.
- Frequenza (soprattutto in Val Casternone) delle fallanze.
- Proseguimento dell'erosione sui suoli non coperti da vegetazione.

In linea generale occorre sottolineare che, malgrado gli investimenti decennali e le opere di riforestazione, questi

territori permangono ad un livello di degrado assai superiore rispetto a gran parte delle aree pedemontane regionali. La concomitante presenza di suoli a scarsissimo grado di fertilità, la frequenza degli incendi, il notevole influsso dei fenomeni erosivi e la scarsità di precipitazioni (particolarmente evidente nelle valli Susa e Casternone) rendono molto complessa la soluzione del problema e attuale l'impatto della desertificazione.

Per contro alcune porzioni di territorio hanno riacquisito una loro naturalità e stanno evolvendo positivamente, sia in termini di vegetazione sia per ciò che concerne i suoli. Da questi esempi positivi e dagli errori compiuti nel passato è necessario - conoscendo le difficoltà e i rischi di fallimento - trarre nuovi spunti per il futuro, per programmare interventi mirati che abbiano maggiori possibilità di successo.

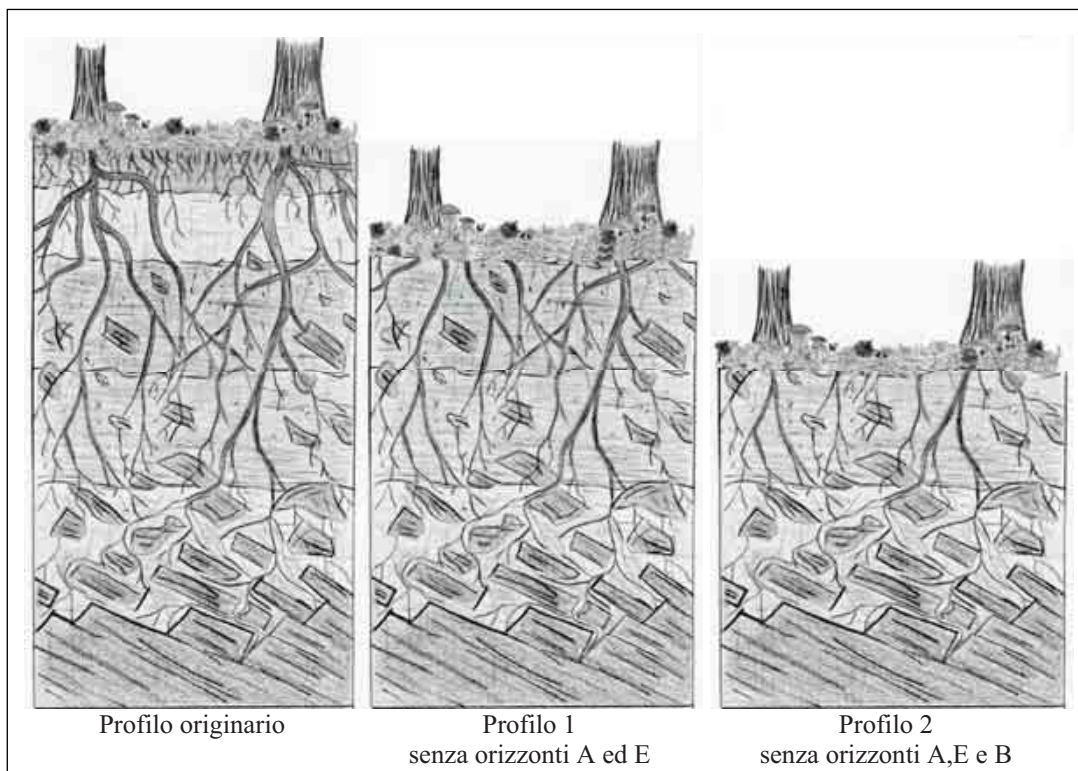


Figura 1. Schema che mostra la graduale erosione del suolo fino ad orizzonti a scarsa fertilità o alla roccia.  
Figure 1. Scheme illustrating progressive soil erosion to low fertility layers or to bedrocks.



Foto 1. 1932, opere di rimboschimento a Valdellatorre (To); foto tratta da "I rimboschimenti in Provincia di Torino", Reg. Piemonte.  
Photo 1. 1932, reforestation in Valdellatorre (To); Picture from "I rimboschimenti in Provincia di Torino", Reg. Piemonte.



Foto 2. L'area di studio in un'immagine di 'google earth'. I numeri indicano il posizionamento dei tre profili rappresentativi.  
 Photo 2. The study-area from 'google earth' images. Representative soil profiles are indicated by numbers.



Foto 3. Profilo 1, Typic Hapludalf.  
 Photo 3. Profile n. 1, Typic Hapludalf.



Foto 4. Profilo 2, Lithic Hapludalf.  
 Photo 4. Profile n. 2, Lithic Hapludalf.

Orizzonti Profilo 1 cm	S.g %	S.f %	L.g %	L.f %	A. %	pH	CaCO <sub>3</sub> %	Corg %	N %	P ppm	C.S.C. meq/100g	Ca meq/100g	Mg meq/100g	K meq/100g	S.B. %
0-3	39,3	21,6	12,1	18,1	8,9	5,5	0,0	3,79	0,36	10,9	15,1	4,45	7,67	0,21	82
3-35	17,5	32,7	16,1	22,5	11,2	6,4	0,0	1,21	0,17	nd	8,1	1,95	6,10	0,09	100
35-100	14,9	27,8	13,1	21,7	22,5	6,7	0,0	0,30	nd	nd	13,0	1,25	8,50	0,06	75
100-140	11,2	19,5	17,6	15,0	36,7	6,8	0,0	0,54	nd	nd	22,1	1,55	14,17	0,10	72
Orizzonti Profilo 2 cm	S.g %	S.f %	L.g %	L.f %	A. %	pH	CaCO <sub>3</sub> %	Corg %	N %	P ppm	C.S.C. meq/100g	Ca meq/100g	Mg meq/100g	K meq/100g	S.B. %
0-3	45,6	13,2	6,4	18,4	16,5	6,5	0,0	3,35	0,37	16,1	23,8	4,70	15,00	0,21	84
3-32	35,0	10,9	3,6	19,1	31,4	6,6	0,0	0,99	0,13	nd	25,0	3,05	17,42	0,08	82
32-70	15,6	38,3	17,3	23,4	5,4	7,0	0,0	0,15	nd	nd	24,4	2,35	17,25	0,12	81

Tabella 1. Le analisi fisico chimiche dei profili 1 e 2.  
 Table 1. Physical-chemical analyses of profile n. 1 and n. 2.



## SUMMARY

The study area is a mountainous Piedmont land, subjected to a strong soil degradation: the low Susa and Casternone valleys, which have been reforested in the past. This area is characterised by low fertility soils due to serpentine rocks, relevant incidence of erosion phenomena, frequent dry periods and fire high risks.

In the beginning of 1900 mountain slopes were completely bare, due to deforestation which started in 1700 until the second half of 1800. Grazing prevented land from vegetation grow so that enormous quantities of soils were lost. Between 1920 and 1940 this area has been reforested mainly by allocton conifers, in order to limit damages from erosion.

During the field survey effects of reforestation on soils were investigated. The pedological study and related physical-chemical analysis showed relevance of past erosion and some improvement on specific areas: organic matter increase, restart of pedogenesis and slope stabilisation. Simultaneously effects of erosion led to an even greater soil degradation in the fire hit zones.

Actions against erosion can be summarised by re-naturalisation of artificial plantations, new reforestation by bush-like pioneer species compatible with soils, and fire protection.

## RÉSUMÉ

Le travail a regardé des emplacements de montagne de la Région Piemonte sujets à une grande dégradation du sol, et dans le temps passé intéressés par opération de reboisement : la basse Valle di Susa et la Val Casternone dans la province de Turin. Il s'agit de territoires avec des sols à bas degré de fertilité (rochers de serpentine), de grande incidence des phénomènes érosifs, de fréquentes périodes de sécheresse et de risque élevé d'incendie.

Ou début du vingtième siècle les versants étaient sans couverture végétale arborescente, cause du déboisement commencé en 1700 et continué jusqu'à la moitié du 1800. La pâture empêchait le développement de la couverture végétale: les superficies perdaient de grandes quantités de terre. Entre 1920 et 1940 on a financé des travaux de reboisement, surtout avec des conifères non autochtones, pour restreindre les dommages des phénomènes érosifs.

Ou cours des séances sur les lieux on a évalué les conséquences des reboisements des sols. L'étude du sol et les analyses physique – chimiques ont remarqué l'importance qu' a eu l'érosion dans le temps passé et sur certains emplacements, et (dans certains cas) une amélioration de la situation: c'est-à-dire une augmentation de la matière organique, le reprise de la pédogenèse, et la stabilisation des versants. Au même temps, dans les zones frappées par les incendies, les effets de l'érosion ont causé une dégradation plus grande des sols.

On peut résumer ainsi ce qu'on doit faire: une gestion forestière adressée à la renaturalisation des plantations artificielles, ou projet de nouveaux reboisement avec des espèces pionnières même arbustes tolérantes avec les sols présents, et à l'action de protection des incendies.

## BIBLIOGRAFIA

- Barbati A., Corona P., 2003 - *Caratterizzazione tipologica dei rapporti tra sistemi forestali e processi di desertificazione osservati e studiati in Italia e sviluppo di un sistema di riferimento per la loro rappresentazione sistematica*. Rapporto progetto RIADE, NDR-Sassari. Accademia Italiana di Scienze Forestali.
- Camerano P., Gottero F. Terzuolo P. Varese P., 2004 - *Tipi forestali del Piemonte*. Regione Piemonte, Blu Edizioni.
- Corona P. et al., 1996 - *La gestione dei sistemi forestali nella conservazione del suolo*. EM-Linea Ecologica.
- Corona P. et al., 2006 - *Risorse forestali e rischio di desertificazione in Italia. Standard programmatici di gestione*. Università della Tuscia, Accademia italiana di Scienze forestali. Comitato Nazionale per la Lotta alla Siccità e alla Desertificazione, Roma.
- D'Asaro F. - *Bilancio idrico del sistema clima-suolo-vegetazione in aree a rischio di siccità*. Università di Palermo.
- Federici S. et al. - *A new approach to estimate carbon stocks change in forest carbon pools under the UNFCCC: the Italian case*. Climate Policy Journal, James & James/Earthscan. In corso di pubblicazione.
- Giordano A., 2002 - *Pedologia forestale e Conservazione del Suolo*. Utet.
- Giordano A., 1999 - *Pedologia*. Utet.
- Inglisma I., Cotrufo M.F., 2006 - *Protocollo di campionamento per la determinazione dei pool di carbonio del suolo*. Dip. di Scienze Ambientali, Seconda Università di Napoli.
- I.P.L.A. spa, Regione Piemonte, 2007 - *Carta dei suoli del Piemonte a scala 1:250.000*.
- Ministero delle Risorse Agricole e Forestali, 1994 - *Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo*.
- Ministero per le Politiche Agricole, 1997 - *Metodi di analisi fisica del suolo*. Franco Angeli Editore, Milano.
- Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, 2000 - *Metodi di analisi chimica del suolo*. Franco Angeli Editore, Milano.
- Regione Piemonte, 1988 - *I rimboschimenti in Provincia di Torino, dall'inizio del secolo alla seconda guerra mondiale*.
- USDA National Resources Conservation Service, 1999 - *Soil Taxonomy*. 2<sup>nd</sup> edition, Agriculture Handbook n. 537, Washington, D.C.



## RICOLONIZZAZIONE ASSISTITA IN AREE SEMI-ARIDE MEDITERRANEE: UN CASO DI STUDIO

(\*) DISAFRI, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

Nel presente lavoro vengono presentati i primi risultati e le ipotesi di ricerca di un'area sperimentale-dimostrativa di rivegetazione in zone semi-aride. L'area sperimentale è stata realizzata nella Sardegna nord-occidentale, caratterizzata da un clima tipicamente mediterraneo a bassa pluviometria. L'impianto è stato eseguito utilizzando arbusti di origine autoctona. Tre tipologie di parcelle a differente composizione specifica (monospecifiche a ginepro o lentisco e plurispecifiche con ginepro fenicio, lentisco e rosmarino) sono state piantate a tre diverse densità. Sono stati eseguiti tre censimenti al fine di monitorare la mortalità delle piante, durante il primo anno. Ad un mese dall'impianto la quasi totalità delle piante è risultata viva, ma la mortalità è aumentata dopo l'estate, con una riduzione delle piante vive di circa il 50% per ginepro e rosmarino e di più dell'80% per il lentisco. La biomassa epigea ed ipogea è stata calcolata tramite regressioni allometriche, realizzate per lo scopo. La biomassa totale epigea a febbraio è risultata compresa tra 0,4-3,4 g m<sup>2</sup>, variabile in funzione della densità, mentre quella ipogea tra 0,2-1,6 g m<sup>2</sup>. Ad ottobre la biomassa viva totale è diminuita del 50%. Il flusso di CO<sub>2</sub> dal suolo è risultato variabile tra 0,8 e 2,4 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>. In queste prime fasi non si evidenzia ancora un ruolo significativo della vegetazione sulla respirazione del suolo. La mescolanza di specie sembra invece aver garantito un soddisfacente successo dell'intervento, con l'affermazione delle specie di prima colonizzazione o più resistenti all'aridità prolungata. I dati ottenuti sulle caratteristiche ambientali iniziali consentiranno negli anni futuri una valutazione del potenziale di assorbimento di carbonio di formazioni vegetali di questo tipo e lo sviluppo delle conoscenze sulla funzionalità di specie ancora poco studiate.

*Parole chiave:* desertificazione, rimboschimenti, Mediterraneo.

*Key words:* desertification, revegetation, Mediterranean basin.

*Mots clés:* désertification, reboisements, bassin de la Méditerranée.

### 1. INTRODUZIONE

Fra le attività idonee a contrastare fenomeni di desertificazione e al contempo di aumentare l'immagazzinamento di carbonio, si deve certamente includere il rimboschimento in zone semi-aride (Lal 2001). L'Italia e il Mediterraneo sono particolarmente interessati da fenomeni di desertificazione, a causa dei prolungati periodi di siccità propri del clima mediterraneo, della presenza di suoli facilmente erodibili, degli incendi, dell'abbandono delle campagne, della elevata pressione antropica in queste aree (Corona 2005; López-Bermúdez *et al.* 1998; Yaalon 1997). D'altra parte, la rinnovata consapevolezza dell'importanza di conservare la biodiversità, anche assistendo la ricolonizzazione naturale in aree degradate, pone nuovi problemi tecnico-operativi nel definire ipotesi di rimboschimento. In Sardegna, ad esempio, che secondo molti studi rappresenta un'area a forte rischio di desertificazione (Costantini *et al.* 2004; [http://dismed.eionet.europa.eu/index\\_html](http://dismed.eionet.europa.eu/index_html)), dagli anni '70 ad oggi, più di 40000 ha di territorio sono stati rimboschiti, generalmente con conifere mediterranee, cosa che ha richiesto l'utilizzo di notevoli risorse umane e finanziarie, e ha indotto modifiche del paesaggio di intere aree, a causa dell'eliminazione della vegetazione spontanea e le operazioni di preparazione del terreno, innescando talvolta fenomeni di degradazione del suolo (Bianchi *et al.* 2005). E' quindi necessario valutare su basi scientifiche le modificazioni indotte da interventi di riforestazione-rivegetazione, anche attraverso la realizzazione di interventi pilota che consentano di testare ipotesi e di fornire indicazioni quanti-

tative sullo sviluppo di queste nuove formazioni. Nel presente lavoro vengono presentati i primi risultati e le ipotesi di ricerca di un'area sperimentale-dimostrativa di rivegetazione in zone semi-aride con specie autoctone per valutarne la produttività e gli effetti indotti dall'impianto sui processi del suolo, utilizzando differenti moduli di densità e composizione specifica. La densità infatti incide sulla disponibilità idrica, il fattore limitante in ambiente mediterraneo, e le specie utilizzate sono state selezionate perché tra le specie che formano le formazioni vegetali pioniere di ricolonizzazione del suolo dopo un disturbo.

### 2. MATERIALI E METODI

L'area sperimentale si trova nella penisola di Capo Caccia (Sardegna nord-occidentale), all'interno del parco regionale Porto Conte - Capo Caccia. Il substrato geologico è costituito da una massa calcarea mesozoica, dove è possibile riconoscere calcari compatti chiari, brecciole calcaree e calcari ad ippuriti del Giurassico superiore-Cretaceo (Corrias *et al.* 1983). Dal punto di vista pedologico prevalgono suoli di Terra rossa (Lithic Xerorthent and Typic Rhodoxeralfs, USDA 1993), poco profonde, di estensione limitata e di natura argillosa, adatte all'insediamento della vegetazione (Valsecchi 1976; Pietracaprina 1989). Dai dati raccolti dalla stazione meteorologica di Alghero - Fertilia aeroporto (N 40°38' E 8°17'; altitudine 40 m slm; distanza dal mare 4273 m; periodo di osservazione 1960-1990), si osserva che le precipitazioni medie annue sono 640 mm anno<sup>-1</sup>, concentrate nel periodo autunno-inverno e con mi-

nimo estivo che provoca un periodo di deficit idrico che si protrae da maggio a fine agosto. La temperatura media annua è 16,8 °C: La media delle minime del mese più freddo è 7 °C, la media delle massime del mese più caldo è 28 °C. Il mese più caldo è agosto (24,7 °C), il mese più freddo gennaio (9,9 °C). Il regime dei venti presenta una prevalenza del quadrante NO e NE. Secondo Biondi *et al.* (2001), in base al calcolo degli indici fitoclimatici proposti da Rivas-Martinez, è possibile attribuire la stazione termopluviometrica di Alghero al termotipo termomediterraneo superiore e all'ombrotipo subumido inferiore. Nei pressi dell'area di studio sono presenti quattro differenti tipi di vegetazione (de Dato 2004): lembi di cedui di leccio, estesi su piccolissime superfici isolate e scampata all'opera di disboscamento avviata nel XVI secolo (Biondi *et al.* 2001); un'area di rimboschimento, risalente agli anni '70, con conifere e latifoglie (*Pinus halepensis* Mill., *P. pinea* L., *Cupressus sempervirens* L., *Eucalyptus* spp.); un'area a macchia, lungo i pendii più acclivi e al margine delle pinete; i cisteti, la cui diffusione è dovuta alla frequenza degli incendi. Permangono infine ex superfici agricole, ora incolte. Su una di queste superfici è stata realizzata l'area oggetto di studio (circa 5 ha). L'impianto è stato eseguito nel febbraio 2006, utilizzando arbusti di origine autoctona (*Juniperus phoenicea*, *Pistacia lentiscus* e *Rosmarinus officinalis*). Tre tipologie di parcelle a differente composizione specifica (due monospecifiche a ginepro e lentisco e una plurispecifica con ginepro, lentisco e rosmarino) sono state piantate a tre diverse densità (2 x 1,5 m; 2 x 2; 2 x 1,5 m). Le nove combinazioni sono state replicate 4 volte. Sono stati inoltre eseguiti 3 censimenti al fine di monitorare la mortalità delle piante durante il primo anno, dopo uno, cinque e otto mesi dall'impianto, ossia marzo, luglio e ottobre 2006. Contestualmente al censimento del marzo 2006 e a quello di ottobre 2006, è stata effettuata la misura delle dimensioni delle piante, al fine di ottenere una stima della biomassa iniziale epigea ed ipogea. Tale stima è stata possibile effettuarla grazie alla calibrazione in laboratorio di curve di regressione tra dimensioni delle piante e biomassa (Sternberg & Shoshany 2001), utilizzando piante della stesse specie e origine di quelle impiantate. Di 43 piante, si sono misurate il diametro al colletto  $D_b$ , l'altezza massima  $H$  e i due diametri massimi ortogonali della chioma  $D_{c1}$  e  $D_{c2}$ ; successivamente alla separazione tra fusto, rami, foglie, radici fini ( $\phi < 1$  mm) e radici grosse ( $\phi > 1$  mm), il materiale è stato essiccato in stufa a 70 °C fino a peso costante. I parametri dimensionali misurati sono quindi stati messi in relazione con la biomassa epigea ed ipogea, testando per ogni specie la migliore curva allometrica data da valori di coefficienti di correlazioni più elevati e scarti quadratici medi più piccoli.

Il flusso di CO<sub>2</sub> dal suolo (SR) è stato misurato con un analizzatore portatile di gas all'infrarosso EGM 4 (PP Systems, UK) connesso ad una camera a circuito chiuso SRC 1 (PP Systems, UK). Contemporaneamente alla misura di SR, è stata misurata anche la temperatura superficiale del suolo a circa 5 cm di profondità, con una sonda di temperatura connessa all'EGM 4. Le misure sono state effettuate su un totale di 144 punti individuati permanentemente con dei collari di plastica infissi nel suolo. I 144 punti di misura sono stati distribuiti nelle 4 particelle sperimentali a composizione specifica mista e a densità di 2 x 2,5 m. In

ogni plot sono state individuate 3 piante per le 3 specie ed i collari sono stati disposti a 30, 60, 90 e 120 cm dalla pianta, lungo la diagonale che unisce la pianta scelta con quella della fila e della colonna successiva, procedendo da monte a valle. Al fine di ottenere dei valori di SR unitari per area, il valore di SR è stato esteso sull'intera area di pertinenza della pianta, area variabile in funzione della densità, che risultava pari a 3 m<sup>2</sup> nella densità 2 x 1,5 m, a 4 m<sup>2</sup> nella densità 2 x 2 m e a 5 m<sup>2</sup> nella densità 2 x 2,5 m. L'area di pertinenza di una pianta è stata quindi suddivisa in sub-aree di pertinenza dei collari (A30, A60, A90 e A120), crescenti con la distanza del collare dalla pianta. Il valore di SR misurato su un collare ad una data distanza (SR30, SR60, SR90 e SR120) veniva ponderato attraverso un coefficiente moltiplicativo che rappresentava l'area differenziale di pertinenza del collare. La somma dei valori di SR così calcolata rappresentava quindi il valore relativo all'area di pertinenza di una pianta. Il valore unitario di SR veniva ottenuto dividendo quest'ultimo valore per la rispettiva area di pertinenza (Figura 1).

Ai fini della determinazione del contenuto di carbonio e dell'azoto nel suolo, sono state prelevate, contestualmente alla fase di piantumazione, quattro carote di suolo per ogni plot, uniformemente distribuite all'interno di esso, a due differenti profondità (20 cm e a 40 cm), per un totale di 144 carote; le 4 carote costituivano un unico campione rappresentativo del plot. Dopo setacciatura a 2 mm, il suolo è stato macinato utilizzando un mulino planetario a sfere (PM 100, Retsch, Germania) per ottenere un campione il più possibile di granulometria uniforme. Quindi il suolo è stato posto in stufa a 70 °C per 12 ore e da ciascun campione sono stati prelevati 20 mg; questi sono stati trattati con 40 µl di acido cloridrico (HCl) al 10% al fine di eliminare i carbonati presenti; dopo 12 ore si è ripetuto il trattamento con l'acido cloridrico e dopo 4 ore i campioni sono stati disposti su una piastra riscaldata a 65 °C per 3 ore. Una volta allestiti i campioni è stato determinato il contenuto di carbonio e azoto organico utilizzando un analizzatore elementare (N.C. Soil Analyzer, FlashEA 1112 series, Thermo Electron Corporation, USA).

### 3. RISULTATI E DISCUSSIONI

#### 3.1 Relazioni allometriche

Una parte delle piante non utilizzate per l'impianto è stato utilizzato per la stima del modello allometrico da utilizzare per la stima della biomassa delle piante in campo. Questo campione era costituita da 32 piante di ginepro e 10 di rosmarino. Relativamente al ginepro fenicio la relazione allometrica più robusta è stata trovata mettendo in relazione la biomassa epigea ed ipogea con il diametro al colletto ( $D_b$ ), utilizzando un'equazione di tipo esponenziale (Tabella 1).

Relativamente a lentisco, non avendo a disposizione del materiale vegetale su cui effettuare la stima del modello allometrico, è stata utilizzata la relazione riportata in de Dato (2004) per un'area a macchia localizzata anch'essa all'interno del parco Porto Conte – Capo Caccia (Tabella 1). Per il calcolo della biomassa ipogea del lentisco è stato utilizzato il rapporto R/S calcolato su piante allevate in contenitore, riportato da Maestre *et al.* (2003) in uno studio riguardante un intervento di rivegetazione con *P. lentiscus*.

Per il rosmarino è stata trovata una relazione allometrica

statisticamente significativa tra la biomassa epigea e l'altezza (Tabella 1). Nessuna relazione è stata invece trovata tra i parametri dimensionali e la biomassa ipogea.

### 3.2 Attecchimento e fallanze e stima della biomassa

Ad un mese dall'impianto (marzo 2006) è stato effettuato un censimento totale delle piante messe a dimora al fine di valutare la percentuale di piante vive o morte; tale censimento è stato eseguito percorrendo ogni singola particella e constatando visivamente lo stato vegetativo delle piante; a luglio e ottobre dello stesso anno si è proceduto ad ulteriori censimenti.

Dopo un mese dall'impianto (marzo 2006) la percentuale di piante vive era circa del 100%; il censimento di luglio ha evidenziato una diminuzione non significativa della percentuale di piante vive rispetto al primo censimento (figura 2). Il censimento effettuato dopo il periodo estivo (ottobre 2006) ha invece mostrato una significativa riduzione del numero di piante vive (figura 2). Tale riduzione è stata mediamente del 47% nei plot monospecifici a ginepro e del 56% nei plot plurispecifici; la riduzione è stata più forte nei plot monospecifici a lentisco, dove si è verificata una forte riduzione delle piante vive pari a circa l'88%.

Le differenze nelle percentuali di piante vive imputabili alle diverse densità di impianto sono risultate significative esclusivamente in un caso: il ginepro ha infatti evidenziato una differenza significativa della percentuale di piante vive in funzione della densità d'impianto, risultando le particelle a densità più elevata (D3) avere una percentuale significativa di piante vive maggiore rispetto alle particelle a densità minore (D1 e D2) (figura 2).

Relativamente alle parcelle plurispecifiche (figura 3), nel primo censimento effettuato dopo un mese dalla messa a dimora (marzo 2006) le piante vive si attestavano attorno ad una percentuale del 100%. Nel secondo censimento (luglio 2006) la percentuale generale di piante vive rispetto a marzo è diminuita in modo significativo esclusivamente nel lentisco. Nel terzo censimento (ottobre 2006) è stato invece rilevata una riduzione significativa rispetto a luglio del numero di piante vive per le tre specie, con valori attorno al 50% per il ginepro ed il rosmarino, mentre nel lentisco la percentuale di piante morte raggiungeva circa l'80%. È stata osservata una differenza significativa della mortalità del lentisco rispetto alle altre due specie in base al fattore tempo. Nelle parcelle a densità D1, nel secondo censimento il lentisco ha fatto registrare una diminuzione significativa di piante vive rispetto alle altre due specie (figura 3). A densità D2, il censimento di ottobre ha invece evidenziato una mortalità del lentisco significativamente più elevata rispetto al rosmarino e al ginepro (figura 5). Nelle particelle a densità D3 nel censimento di luglio (figura 3) è stata osservata una mortalità più alta, statisticamente significativa, del lentisco rispetto al ginepro, ma non rispetto al rosmarino. Il lentisco ha confermato, in linea di massima, anche nelle particelle plurispecifiche, la peggiore performance rispetto alle altre due specie.

Numerosi studi riportano che la piantagione di arbusti autoctoni è un mezzo molto efficace rispetto al piantare specie alloctone, in termini di recupero di aree degradate (Harris *et al.* 2006; Rey Benayas & Camacho-Cruz 2004; Caravaca *et al.* 2003; Olukoye *et al.* 2003).

Al fine di ottenere alti tassi di sopravvivenza, numero-

si fattori devono contribuire contemporaneamente, quali la qualità dei semi, l'irrigazione, l'aggiunta di ammendanti al terreno, l'uso di piante micorrizzate e il periodo di piantumazione, soprattutto negli ambienti a clima caldo arido del Mediterraneo, dove i nutrienti e la disponibilità idrica sono fattori limitanti. Considerando che in questo studio molti dei citati fattori sono mancati, il tasso di sopravvivenza delle piante può essere considerato accettabile, variando tra il 40-50%. Solo il lentisco ha mostrato un tasso di mortalità più elevato, simile a quello riportato in Maestre *et al.* (2006) and Garcia-Fayos & Verdu (1998). Questa mortalità è stata normalmente associata all'aridità estiva (Maestre *et al.* 2006; Castro *et al.* 2004a; Castro *et al.* 2004b), ma nel nostro caso può essere ipotizzabile che il periodo di piantumazione (Febbraio) troppo tardivo abbia ridotto il tempo a disposizione per le piante per accrescere l'apparato radicale prima dell'arrivo dell'aridità estiva, cosa aggravata dal fatto che una precoce aridità si è verificata nell'anno di impianto, con una precipitazione di soli 7 mm nel mese di Aprile 2006.

I differenti tassi di mortalità registrati a carico delle specie impiantate possono essere dovuti al diverso tipo funzionale a cui appartengono. Il lentisco è una sclerofilla igrofitica, mentre il rosmarino e il ginepro sono entrambe xerofitiche con un comportamento semideciduo e sempreverde, rispettivamente (Ain-Lhout *et al.* 2004). La tipologia fogliare del lentisco, una latifolia sempreverde, rende questa specie, se comparata con le altre due specie utilizzate, più vulnerabile verso la prolungata siccità estiva, con un più debole controllo stomatico. Allo stesso modo, Gratani & Varone (2004) affermano che, rispetto al lentisco, il rosmarino ha una più elevata capacità di ridurre la fotosintesi e la conduttanza stomatica durante i periodi di siccità, recuperando poi rapidamente con la riduzione dello stress.

Per la stima della biomassa epigea ed ipogea delle piante in campo, sono state utilizzate le relazioni allometriche sopra esposte. Su un campione delle piante presenti nei plots sono stati misurati i parametri dimensionali necessari all'applicazione delle equazioni. La biomassa totale epigea a febbraio è risultata compresa tra 0,4-3,4 g m<sup>2</sup>, variabile in funzione della densità, mentre quella ipogea era compresa tra 0,2-1,6 g m<sup>2</sup> (figura 4). Le particelle sperimentali a densità più elevata (D3), in virtù del maggior numero di piante presenti, hanno fatto registrare valori individuali di biomassa ipogea e totale significativamente maggiori rispetto alle particelle a densità più bassa; la stessa differenza significativa è stata osservata anche per la biomassa epigea ( $p < 0,05$ ). Le particelle monospecifiche a ginepro mostravano tuttavia un valore di biomassa totale iniziale maggiore nelle particelle a densità D1 rispetto a quelle a densità D2; ciò è dovuto in buona parte alla grande eterogeneità delle dimensioni delle piante di ginepro utilizzate nell'impianto. Relativamente alla composizione specifica, mediamente i plot monospecifici a lentisco hanno fatto registrare una quantità di biomassa epigea, ipogea e totale significativamente inferiore rispetto a quella presente nelle particelle monospecifiche a ginepro e di conseguenza in quelle plurispecifiche. Ad ottobre, a causa dell'alta mortalità registrata, la biomassa viva totale è diminuita del 50%. Le particelle monospecifiche a lentisco hanno fatto registrare una diminuzione drastica della biomassa totale, indipendentemente dalla densità d'impianto, come conseguenza della

forte mortalità. È evidente come le particelle a densità più elevata (D3), fatta eccezione ovviamente per le particelle monospecifiche a lentisco, siano quelle con valori di biomassa totale maggiori rispetto alle particelle a densità meno elevata (D1 e D2); tuttavia ciò è risultato essere significativo solamente nelle particelle monospecifiche a ginepro. Nelle particelle plurispecifiche la differenza di biomassa tra le diverse densità non è risultata essere statisticamente significativa. Per le particelle monospecifiche di ginepro sono stati osservati, come nella stima della biomassa di febbraio, valori di biomassa più elevati nelle particelle a densità D1 rispetto a quelli riscontrati nelle particelle a densità D2.

### 3.3 Flusso di CO<sub>2</sub> dal suolo e nutrienti del suolo

Il flusso di CO<sub>2</sub> dal suolo (SR) ha mostrato un andamento variabile nel periodo di osservazione tra 0,8 e 2,6 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>. I valori minimi di SR sono stati osservati nei mesi estivi, in concomitanza con elevati valori di temperatura del suolo e bassi valori di contenuto idrico. Successivamente alla stagione arida, il flusso di CO<sub>2</sub> ha fatto segnare un andamento crescente, per calare nuovamente all'occorrere di temperature invernali limitanti. I valori più elevati si sono misurati nella primavera 2007 e 2008, quando la temperatura del suolo e la disponibilità idrica si trovavano nell'optimum. In queste prime fasi non si evidenzia ancora un ruolo significativo della vegetazione sulla respirazione del suolo, a causa del ridotto sviluppo degli apparati radicali.

Le misure hanno evidenziato una scarsa presenza di N e C nel suolo; il contenuto medio di N variava da un minimo di 0,1% ad un massimo di 0,2%, mentre il valore medio di C andava da un minimo di 1,2% ad un massimo del 2%.

Secondo l'inventario forestale FAO (FAO 2005), nel bacino del Mediterraneo 30 milioni di ha sono coperti da "altre formazioni legnose", che includono gli arbusteti. In Italia, secondo l'Inventario Forestale Nazionale del 2005 (<http://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/home.jsp>) ci sono circa 991.000 ha di arbusteti, che includono 690.000 ha di macchia e arbusteti mediterranei mentre il resto sono arbusteti della fascia sub-alpina e di climi temperati. Quindi, considerando la loro vasta diffusione, la gestione degli arbusteti dovrebbe entrare a dovere nei piani di gestione del territorio anche in merito al loro ruolo per il sequestro del carbonio, soprattutto alla luce degli impegni presi

dall'Italia nei confronti della comunità internazionale aderendo al protocollo di Kyoto. In questo studio sono stati misurati il C della biomassa e del suolo, potendo così stimare il primo punto dell'inventario lungo la serie temporale necessaria, dell'ordine di 5-10 anni (Post *et al.* 2001), per poter determinare la variazione dello stock di C a seguito dell'intervento. Alcuni autori riportano un accumulo di biomassa epigea in ecosistemi mediterranei simili dell'ordine di 0,25-0,60 t ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup> (de Dato *et al.* 2006; Peressotti *et al.* 1999). Corona *et al.* (1997) hanno stimato per l'Italia una copertura da parte degli arbusteti e delle formazioni ripariali pari a circa 2 milioni di ettari, con uno stock di C pari a 26,4 Gg C e un accumulo di C pari a 0,8 Gg anno<sup>-1</sup>. La Mantia *et al.* (2007) hanno mostrato che in ambiente mediterraneo lungo una cronosequenza da 0 a 30 anni da un terreno abbandonato a una formazione a macchia, il contenuto di C organico del suolo aumentava da 13 a 85 t C ha<sup>-1</sup> e che questo aumento era legato alle variazioni della copertura del suolo da parte delle piante, che passavano da annuali a poliannuali erbacee fino alle specie di macchia, e al differente microclima che favoriva l'umificazione.

Senza dubbio durante i primi anni la piantagione sarà una fonte netta di C in atmosfera, come anche dimostrato dai relativamente elevati flussi di CO<sub>2</sub> dal suolo. Tuttavia, gli effetti positivi sul suolo e sull'affermazione di specie definitive nel lungo periodo, la possibile evoluzione verso un ecosistema stabile, e il probabile immagazzinamento di C nel lungo periodo, rendono lecito il dubbio se questi tipi di ambienti possono essere una valida alternativa ai classici interventi di rimboscimento, quando numerosi obiettivi, quali incrementare la diversità biologica, ridurre l'erosione del suolo e creare serbatoi di C devono essere perseguitati.

In conclusione, la rinnovata consapevolezza dell'importanza di conservare la biodiversità, anche assistendo la ricolonizzazione naturale in aree degradate, pone nuove problematiche nel definire ipotesi di rimboscimento. Il lavoro ha messo in evidenza che mescolanza di specie possa garantire un soddisfacente successo dell'intervento, con l'affermazione delle specie di prima colonizzazione e più resistenti all'aridità prolungata. I dati ottenuti sulle caratteristiche ambientali iniziali consentiranno negli anni futuri una valutazione del potenziale di assorbimento di carbonio di formazioni di questo tipo e lo sviluppo delle conoscenze sulla funzionalità di specie ancora poco studiate.

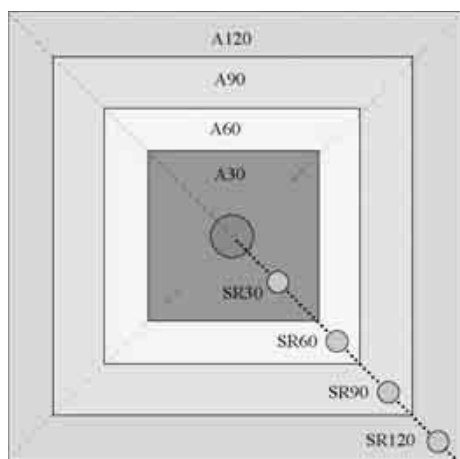


Figura 1. Schema adottato per l'*up scaling* del flusso di CO<sub>2</sub> dal suolo. Il pallino verde rappresenta la pianta, i pallini di colore grigio rappresentano i collari. Il disegno riporta l'esempio per la densità 2 x 2 m. La figura non è in scala.

Figure 1. The scaling approach applied for the calculation of soil CO<sub>2</sub> efflux. The green dot is a plant, the grey dots are the ring where soil respiration is sampled. The picture refers to a 2 x 2 density. The picture is not scaled.

Figure 1. Schéma adopté pour l'*up scaling* du flux de CO<sub>2</sub> du sol. Le point vert représente la plante, les points gris représentent les colliers. Le dessin montre une densité de plantation de 2 x 2 m. Le schéma n'est pas à l'échelle.



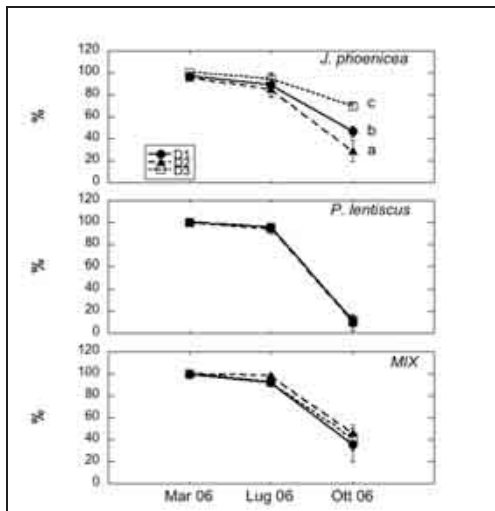


Figura 2. Percentuale di piante vive nei plot a composizione monospecifica e plurispecifica a diversa densità di impianto registrate nei tre censimenti.

Figure 2. Percentage of alive plants in the different plots according to the specific composition and density, recorded at the time of sampling.

Figure 2. Pourcentage de plantes vivantes, dans les plots monospécifiques et plurispécifiques à différente densité de plantation, enregistrées dans les trois recensements.

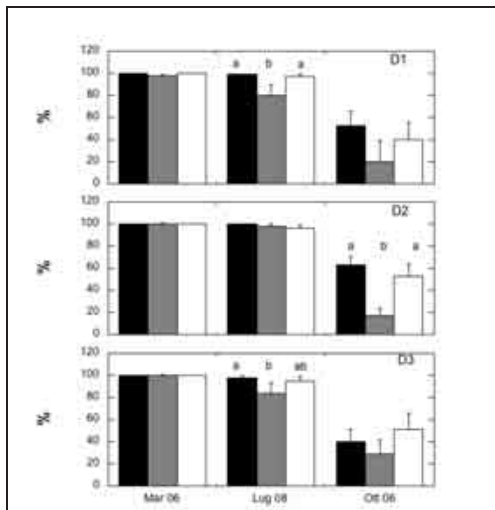


Figura 3. Percentuale di piante vive nei plot plurispecifici (MIX) nei tre censimenti e alle tre diverse densità di impianto. Barra nera: ginepro fenicio; barra grigia: lentisco; barra bianca: rosmarino.

Figure 3. Percentage of alive plants in the plurispecific plots (MIX) at the time of surveys for the three density. Black box: *Juniperus phoenicea*; grey box: *Pistacia lentiscus*; white bar: *Rosmarinus officinalis*.

Figure 3. Pourcentage de plantes vivantes dans les plots plurispécifiques (MIX) dans les trois recensements et pour les trois densités de plantation. Barre noire: genévrier phénicien, barre grise: lentisque; barre blanche: romarin.

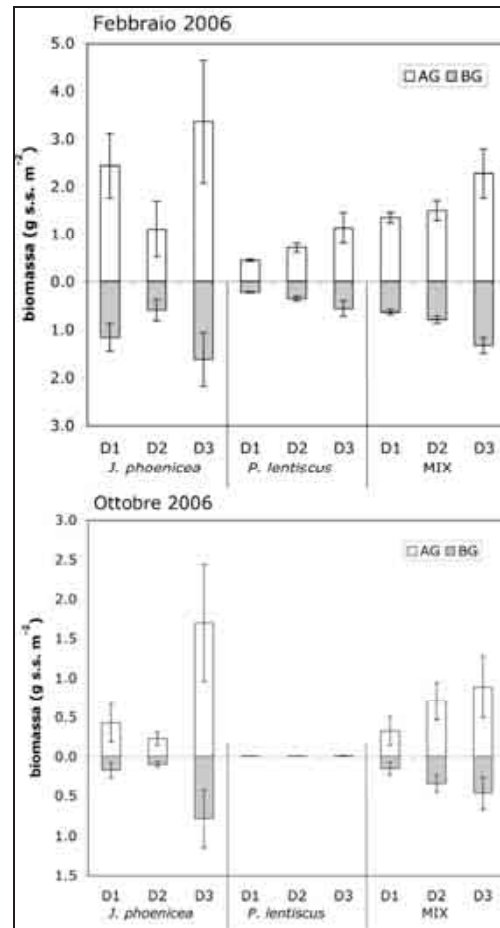


Figura 4. Biomassa epigea (AG) ed ipogea (BG) stimata nelle date di febbraio 2006 e ottobre 2006 nei plot a diversa densità e composizione specifica.

Figure 4. Above and belowground biomass estimated in February and October 2006 in the plots at different density and specific composition.

Figure 4. Biomasse épigée (AG) et hypogée (BG) estimées en Février 2006 et Octobre 2006 dans les plots ayant une différente densité et composition spécifique.

	<i>J. Phoenicea</i>		<i>R. officinalis</i>	<i>P. lentiscus</i>
	$B = a * e^{b * D^b}$		$B = a + Hb$	$B = a * V a$
	AG	BG	AG	AG
a	3,43±1,50	0,90±0,36	0,006±0,01	577,6±17,4
b	0,23±0,05	0,31±0,05	1,981±0,68	
n	32	32	10	4
r <sup>2</sup>	0,47	0,64	0,53	0,99

Tabella 1. Parametri delle equazioni allometriche utilizzate per la stima della biomassa.

Table 1. Parameters of the allometric equations applied for the biomass calculation.

Tableau 1. Paramètres allométriques des équations utilisées pour estimer la biomasse.

## SUMMARY

### AFFORESTATION IN SEMI-ARID MEDITERRANEAN AREAS: A CASE STUDY

In this work we present first results of a revegetation work, build up as experimental and demonstrative area, in a semi-arid area. The experimental area is located in the north-west Sardinia, with a typical Mediterranean climate. We planted autochthonous shrubs species at different specific composition (monospecific with *Juniperus phoenicea*, monospecific with *Pistacia lentiscus* and plurispecific with *Juniperus phoenicea*, *Pistacia lentiscus* and *Rosmarinus officinalis*, at three different densities. Along the first year, we surveyed plant mortality. After one month from plantation, almost all plants were alive. After summer, mortality increased to 50% for *J. phoenicea* and *R. officinalis* and to 80% for *P. lentiscus*. Above- and belowground biomass was calculated by *ad-hoc* allometric regressions. In February, aboveground biomass was 0.4 - 3.4 g m<sup>-2</sup> according to the densities, whereas belowground biomass was 0.2-1.6 g m<sup>-2</sup>. In October, total biomass from alive plants decreased by 50%. Soil CO<sub>2</sub> efflux was 0.8-2.4 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. No influence on soil respiration by plants was detected. Mixed plots seemed to give a better success of the plantation, because allowed the more xeric species to grow. These first results on initial environmental characteristics will be useful for estimation of the potential C sequestration of these still poor known types of vegetation.

## RÉSUMÉ

### PLANTATION DES ZONES SEMI-ARIDES MEDITERRANEENNES: UN CAS D'ETUDE

On a présenté les premiers résultats et les hypothèses de recherche dans un site démonstratif-expérimental pour la réalisation de reboisements dans les régions semi-arides. Le site expérimental a été réalisé dans le Nord-Ouest de la Sardaigne, dans une région caractérisée par un climat typiquement méditerranéen avec des précipitations très faibles. La plantation a été réalisée en utilisant des arbustes autochtones. Trois types de parcelles, ayant une composition spécifique différente (monospécifiques un genévrier phénicien ou lentisque et plurispécifiques avec genévrier phénicien, romarin et lentisque), ont été plantées à trois densités. On a exécuté trois recensements avec le but de surveiller la mortalité des plantes au cours de la première année. Après un mois, presque toutes les plantes étaient encore en vie, mais la mortalité a augmenté depuis l'été, avec une réduction de plantes vivantes d'environ 50% pour le genévrier et le romarin, et de plus de 80% pour le lentisque. Les biomasses épigée et hypogée ont été calculées en utilisant des régressions allométriques. La biomasse totale épigée en février avait une valeur de 0,4 à 3,4 g m<sup>2</sup>, en fonction de la densité, tandis que celle hypogée avait des valeurs comprises entre 0,2 et 1,6 g m<sup>2</sup>. En octobre la biomasse vivante totale a diminué de 50%. Le flux de CO<sub>2</sub> du sol avait une valeur comprise entre 0,8 et 2,4 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>. On n'a remarqué aucun effet important de la végétation sur la respiration du sol pendant

ces premières phases de croissance. Le mélange d'espèces a permis le succès de l'intervention, avec l'apparition d'espèces colonisatrices ou plus résistantes ou tolérantes à l'aridité prolongée. Les données obtenues sur les caractéristiques environnementales de la première phase du projet permettront d'évaluer les taux d'absorption de carbone par ces formations végétales peu connues, dans les années à venir.

## BILIOGRAFIA

- Ain-Lhout F., Barradas M.C.D., Zunzunegui M., Rodríguez H., Novo F.G., Vargas M.A., 2004 - *Seasonal Differences in Photochemical Efficiency and Chlorophyll and Carotenoid Contents in Six Mediterranean Shrub Species under Field Conditions*. *Photosynthetica* 42: 399-407.
- Bianchi L., Calamini G., Gregori E., Paci M., Tani A., Zorn G., 2005 - *Valutazione degli effetti del rimboschimento in zone aride della Sardegna*. *Italia Forestale e Montana* 1: 47-66.
- Biondi E., Filigheddu R., Farris E., 2001 - *Il paesaggio vegetale della Nurra (Sardegna nord-occidentale)*. *Fitosociologia* 38: 3-105.
- Caravaca F., Alguacil M.M., Figueroa D., Barea J.M., Roldán A., 2003 - *Re-establishment of *Retama sphaerocarpa* as a target species for reclamation of soil physical and biological properties in a semi-arid Mediterranean area*. *Forest Ecology and Management* 182: 49-58.
- Castro J., Zamora R., Hódar J.A., Gómez J.M., 2004a - *Seedling establishment of a boreal tree species (*Pinus sylvestris*) at its southernmost distribution limit: consequences of being in a marginal Mediterranean habitat*. *Journal of Ecology* 92: 266-277.
- Castro J., Zamora R., Hódar J.A., Gómez J.M., Gómez-Aparicio L., 2004b - *Benefits of using shrubs as nurse plants for reforestation in Mediterranean mountains: a 4-year study*. *Restoration Ecology* 12: 352-358.
- Corona P., 2005 - *Desertificazione, siccità, foreste e ricerca*. *Forest@2*: 256-257.
- Corona P., Ferrara A., La Marca O., 1997 - *Sustainable management of forest for atmospheric CO<sub>2</sub> depletion: the Italian case*. *Journal of Sustainable Forestry* 5: 81-91.
- Corrias B., Corrias D.S., Valsecchi F., 1983 - *Carta della vegetazione della Nurra di Alghero (Sardegna nord-occidentale)*. *Collana Programma Finalizzato "Promozione Qualità Ambiente"*, AQ/1/229: 1-17. CNR, Roma.
- Costantini E.A.C., Bocci M., L'abate G., Fais A., Leoni G., Loy G., Magini S., Napoli R., Nino P., Paolanti M., Salvestrini L., Tascone F., Urbano F., 2004 - *Mapping the State and Risk of Desertification in Italy by means of Remote Sensing, Soil GIS and the EPIC Model. Methodology Validation on the Island of Sardinia, Italy*.
- De Dato G.D., 2004 - *Effetti dei cambiamenti climatici sulla vegetazione arbustiva mediterranea: risultati della manipolazione ambientale nell'area sperimentale di Porto Conte (SS)*. *Tesi di Dottorato in Ecologia Forestale*. Università degli Studi della Tuscia, Viterbo.
- De Dato G.D., Pellizzaro G., Cesaraccio C., Sirca C., De Angelis P., Duce P., Spano D., Scarascia Mugnozza G., 2006 - *Effects of warmer and drier climate conditions on*

- plant composition and biomass production in a Mediterranean shrubland community. *Forest@* 3: 511-526.
- FAO, 2005 - *Global Forest Resources Assessment 2005. Progress towards sustainable forest management*. FAO, Rome.
- García-Fayos P., Verdu M., 1998 - *Soil seed bank, factors controlling germination and establishment of a Mediterranean shrub: Pistacia lentiscus L.* *Acta Oecologica* 19: 357-366.
- Gratani L., Varone L., 2004 - *Adaptive photosynthetic strategies of the Mediterranean maquis species according to their origin.* *Photosynthetica* 42: 481-486.
- Harris J.A., Hobbs R.J., Higgs E., Aronson J., 2006 - *Ecological restoration and global climate change.* *Restoration Ecology* 14: 170-176.
- La Mantia T., Oddo G., Rühl J., Furnari G.R.S., 2007 - *Variatione degli stock di carbonio del suolo in seguito ai processi di abbandono dei coltivi: il caso studio dell'isola di Pantelleria (TP).* *Forest@* 4: 102-109.
- Lal R., 2001 - *Potential of desertification control to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect.* *Climate Change* 51: 35-72.
- López-Bermúdez F., Romero-Díaz A., Martínez-Fernández J., Martínez-Fernández J., 1998 - *Vegetation and soil erosion under a semi-arid Mediterranean climate: a case study from Murcia (Spain).* *Geomorphology* 24: 51-58.
- Maestre F.T., Bautista S., Cortina J., 2003 - *Positive, negative, and net effects in grass-shrub interactions in Mediterranean semiarid grassland.* *Ecology* 84: 3186-3197.
- Maestre F.T., Cortina J., Vallejo R., 2006 - *Are ecosystem composition, structure, and functional status related to restoration success? A test from semiarid Mediterranean steppes.* *Restoration Ecology* 14: 258-266.
- Olukoye G.A., Wamicha W.N., Kinyamario J.I., 2003 - *Assessment of the performance of exotic and indigenous tree and shrub species for rehabilitating saline soils of Northern Kenya.* *African Journal of Ecology* 41: 164-170.
- Pausas J.G., Bladé C., Valdecantos A., Seva J.P., Fuentes D., Alloza J.A., Vilagrosa A., Bautista S., Cortina J., Vallejo R., 2004 - *Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: new perspectives for an old practice, a review.* *Plant Ecology* 171: 209-220.
- Peressotti A., Asunis C., Cesaraccio C., 1999 - *Stima indiretta della biomassa e della copertura vegetale di un ecosistema mediterraneo a macchia: il caso della riserva naturale integrale Arca di Noè.* In: "Monitoraggio di un ecosistema a macchia mediterranea: misure ecofisiologiche e micrometeorologiche (ed). CNR Istituto Nazionale per l'Analisi e la Protezione degli Agroecosistemi Collana tecnico-scientifica INAPA Quaderno n. 6.
- Pietracaprina A., 1989 - *La Nurra, sintesi monografica.* Gallizzi, Sassari.
- Post W.M., Izaurralde R.C., Mann L.K., Bliss N., 2001 - *Monitoring and verifying changes of organic carbon in soil.* *Climatic Change* 51: 73-99.
- Rey Benayas J.M., Camacho-Cruz A., 2004 - *Performance of Quercus ilex saplings planted in abandoned Mediterranean cropland after long-term interruption of their management.* *Forest Ecology and Management* 194: 223-233.
- Sternberg M., Shoshany M., 2001 - *Influence of slope on Mediterranean woody formations: comparison of a semiarid and an arid site in Israel.* *Ecological Research* 16: 335-345.
- USDA, 1993 - *Soil Survey Manual.* Washington D.C.
- Valsecchi F., 1976 - *Sui principali aspetti della vegetazione costiera della Nurra Nord-occidentale (Sardegna settentrionale).* *Giornale Botanico Italiano* 110: 21-63.
- Yaalon D.H., 1997 - *Soils in the Mediterranean region: what makes them different?* *Catena* 283-4: 157-169.

## PRODUZIONE DI BIOMASSE LEGNOSE E FITORIMEDIO

(\*) Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Porano (TR)

(\*\*) Corpo Forestale dello Stato, Viterbo

(\*\*\*) Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma

Nell'ambito dell'attuale interesse sulle bioenergie in alternativa ai combustibili fossili, tutti gli impieghi energetici del legno (legna da ardere, cippato e pellet, etanolo lignocellulosico) meritano una grande attenzione. Questo per i notevoli vantaggi produttivi e ambientali delle bioenergie legnose, con minori ripercussioni sui mercati alimentari, e per il basso impatto ambientale, in termini di emissioni di CO<sub>2</sub> e di bilancio energetico. In Italia il legno è la seconda fonte di energia rinnovabile, ed è per lo più prodotto da foreste gestite in modo sostenibile. L'utilizzo del legno sia per il riscaldamento domestico sia per la produzione industriale di energia termica e/o elettrica è più economico dei combustibili fossili. Parte della produzione del legno potrebbe essere fornita da piantagioni di specie a rapido accrescimento gestite in modo intensivo con brevi cicli di taglio (*Short Rotation Forestry*, SRF). L'uso di queste piantagioni per il fitorimedio (decontaminazione di suoli ed acque da inquinati) è un'opportunità per aumentare ulteriormente i benefici economici ed ambientali derivanti dalle biomasse legnose. Gli impianti di SRF presentano delle interessanti applicazioni per il fitorimedio, con molte potenzialità che necessitano un ulteriore approfondimento da parte della ricerca. L'alta capacità di rimozione dei contaminanti delle piantagioni cedue è dovuta all'elevata densità di fusti con diametri molto ridotti. Ciò favorisce l'assorbimento e la rimozione di contaminanti nella biomassa epigea legnosa. Verranno presentati casi di studio applicativi delle ricerche condotte dal CNR IBAF su l'uso di piantagioni di pioppo SRF per lo smaltimento di reflui zootecnici e per l'assorbimento e la degradazione di altri contaminanti (lindano).

*Parole chiave:* SRF, pioppo, liquame zootecnico, inquinanti del suolo.

*Key words:* SRF, poplar, zootechnic sewage, soil pollutants.

*Mots clés:* SRF, peuplier, déchets zootechniques, polluants des sols.

### 1. BIOMASSA LEGNOSA: POSSIBILITÀ PER ENERGIA E FITORIMEDIO

L'utilizzo dei combustibili fossili sta causando sempre più problemi di natura economica, sociale ed ambientale, soprattutto per due fattori principali: il continuo aumento del prezzo del petrolio, e il rilascio di emissioni di gas climalteranti, che hanno delle ripercussioni sul clima globale essendo all'origine del fenomeno dell'effetto serra. Nel Mondo circa l'85% del fabbisogno energetico è soddisfatto dai combustibili fossili, contro il 6% dell'energia nucleare e il 9% da fonti rinnovabili (energia solare, geotermica, eolica, idroelettrica e da biomasse) (dati riferiti al 2004, US DOE, 2006). Tra le rinnovabili, le biomasse sono quelle maggiormente rappresentate, grazie all'utilizzo di biomasse non commerciali nei Paesi in via di sviluppo (paglia, legno e deiezioni animali).

Per quanto riguarda l'Europa, circa il 4% del fabbisogno energetico è attualmente soddisfatto dalle biomasse. Si cercherà di ridurre del 20% le emissioni di anidride carbonica entro il 2020 anche con l'ausilio delle fonti rinnovabili di energia da autotrazione, tra le quali ovviamente le biomasse: l'intento è quello di miscelare al 10% i carburanti fossili con biodiesel e bioetanolo, prodotti principalmente da colture di mais, girasole e colza. L'utilizzo delle cosiddette agroenergie potrebbe conciliare il problema climatico, limitando le emissioni di CO<sub>2</sub>, con la creazione di nuove opportunità per il settore agroforestale (COMM. C. EUROPEE, 2005).

Le biomasse legnose presentano alcuni vantaggi rispetto al bioetanolo e al biodiesel, in quanto hanno un miglior bilancio energetico e minori emissioni di CO<sub>2</sub> (Tabella 1).

In Italia il ruolo delle biomasse agroforestali nel fabbisogno energetico nazionale è ancora marginale (circa il 2,5%), anche

se in questi ultimi anni si sta cercando di incrementare questa percentuale; le biomasse legnose sono quelle più consumate, in quanto legna da ardere, cippato e pellet vengono sempre più utilizzate per gli impianti di riscaldamento domestico essendo spesso più economici di metano, GPL o gasolio.

La maggior parte della biomassa legnosa in Italia è di origine forestale, da boschi cedui, residui delle fustaie, piantagioni forestali o frutticole (fuori foresta). Considerando che la superficie forestale italiana è in costante aumento (attualmente è di 10,5 Milioni di ha (Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio, 2005), circa un terzo della superficie totale) e il sempre crescente utilizzo di legname, la gestione dei boschi italiani può essere considerata sostenibile.

Legna da ardere, cippato e pellet vengono utilizzati in modi diversi in base alla loro produzione, commercializzazione e stoccaggio.

La legna da ardere, che proviene principalmente da latifoglie a legno duro, ha ridotte distanze di trasporto, limitati problemi di stoccaggio e costi minori rispetto ai combustibili fossili; viene utilizzata per lo più per stufe e camini domestici ad alimentazione manuale con un'efficienza molto bassa (30-40%), e per termocamini e termostufe con valori di efficienza molto più alti (80%).

Il cippato viene prodotto sminuzzando scarti di segheria, altrimenti non utilizzabili, di legnami non pregiati come per esempio il pioppo o l'abete, oppure da piantagioni a *Short Rotation Forestry*; può essere utilizzato per forme di uso energetico di tipo industriale come le reti di teleriscaldamento, le centrali elettriche a biomasse e il riciclo industriale, in quanto è possibile automatizzare l'alimentazione. E' anch'esso più economico dei combustibili fossili.



I pellet sono cilindri di polvere di legno compressa, prodotti con materiale proveniente dagli scarti di segheria per lo più del Nord Europa: l'utilizzo in Italia non è molto diffuso anche se ha dei vantaggi come la comodità e l'economicità d'uso e una buona efficienza energetica; il pellet è più soggetto a variazioni di prezzo in relazione a quello dei combustibili fossili.

La biomassa legnosa può derivare sia da boschi cedui, con turni di 15-25 anni, ottenendo legna da ardere, sia da piantagioni dedicate alla produzione di cippato e pellet (*Short Rotation Forestry*); queste piantagioni sono costituite da colture arboree di specie legnose a rapido accrescimento, su terreni agricoli, con densità molto elevate e turni di taglio brevi (1-5 anni). Per lo più vengono utilizzate specie come: il pioppo o i salici, su suoli alluvionali fertili con possibilità d'irrigazione o falda accessibile alle radici; la robinia (*Robinia pseudoacacia* L.), su terreni agricoli con medie condizioni di fertilità e moderate condizioni di stress idrico; gli eucalipti (*Eucalyptus* spp.) nel sud Italia, Sicilia e Sardegna, con clima temperato sub-tropicale. Nel nostro Paese ci sono circa 6000 ha di impianti SRF (soprattutto pioppi ibridi), realizzati per lo più grazie ai contributi pubblici dei Piani di Sviluppo Rurale 2001-2006. Questo tipo di gestione delle piantagioni comporta innumerevoli vantaggi, quali i turni di raccolta molto brevi (1-5 anni), livelli di produzione legnosa in alcuni casi molto elevati (fino a 25 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, Mareschi, 2008) e l'automatizzazione della maggior parte delle pratiche colturali.

Gli obiettivi principali della ricerca scientifica riguardo alla SRF sono quelli di aumentare la produzione e valorizzarne i vantaggi ambientali, utilizzando, per esempio, nuove cultivar più produttive. Infatti, non sempre da parte dell'agricoltore si ha un riscontro economico positivo, in quanto in condizioni di bassa produttività (10 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) molto spesso i costi di produzione, raccolta e trasporto della biomassa sono più alti del prezzo di acquisto da parte delle centrali termoelettriche.

Una delle applicazioni più interessanti delle SRF è il fitorimedio; cioè l'utilizzo delle piante per il risanamento ambientale attraverso l'assorbimento, la degradazione e la stabilizzazione di sostanze inquinanti nel suolo quali metalli pesanti (Cu, Cd, Zn, Pb) o fitonutrienti (N, P) (Licht & Isebrands, 2005; Rockwood *et al.*, 2004). Il pioppo, insieme ai salici, è una delle specie più utilizzate in questo ambito perché presenta un rapido accrescimento con conseguenti alti tassi di traspirazione e di assorbimento di molti contaminanti, radici che esplorano un ampio volume di terreno e stimolano l'attività microbica. Un'altra caratteristica del pioppo molto importante per il fitorimedio è il rapporto tra biomassa epigea e biomassa ipogea che è molto alto, facendo sì che spesso molti contaminanti vengano traslocati al di sopra del suolo, così da essere eliminati molto facilmente.

Le applicazioni del fitorimedio possono essere di varia natura; depurazione di piccoli corsi d'acqua, filtraggio di reflui urbani o zootecnici, tombamento di discariche (*vegetation caps*). In Italia, sicura applicazione può essere la depurazione di reflui zootecnici, contenenti fitonutrienti, prodotti in abbondanza dalle nostre aziende e di difficile smaltimento.

Sicuramente anche la scelta del modello colturale ha delle implicazioni sull'efficienza di fitodepurazione in un impianto di SRF. In Italia vengono utilizzati principalmente tre modelli colturali di SRF:

– A ciclo quinquennale, densità d'impianto bassa (1100

piante per ha), diametri medi dei fusti a fine turno superiori a 10 cm;

– A ciclo biennale, densità d'impianto di circa 6000 piante per ha, diametri medi dei fusti a fine turno inferiori a 10 cm;

– A ciclo annuale, con densità molto elevate (14000 piante per ha), file doppie o binate, diametri medi dei fusti a fine turno di pochi cm.

La dimensione dei fusti a fine turno è molto importante perché al variare dei diametri medi dei fusti varia la capacità di immagazzinare quei contaminanti che vengono traslocati nella parte epigea come l'N, ed alcuni metalli pesanti. Tanto è minore il diametro dei polloni di un popolamento di SRF, e tanto più alta è la percentuale di corteccia della biomassa prodotta (Paris *et al.*, 2006) (Grafico 1). A maggiore quantità di corteccia corrisponde maggiore produzione di ceneri al momento della combustione e maggiore è la quantità di contaminanti presenti nella biomassa, poiché la maggior parte di questi composti vengono traslocati nei rami e nelle foglie, che sono le parti più attive di una pianta. Quindi a diametri medi minori corrisponde maggiore capacità di assorbimento di sostanze inquinanti (Tabella 2).

## 2. SMALTIMENTO REFLUI ZOOTECCNICI IN PIANTAGIONI SRF DI PIOPPO

Ricerche sulla possibilità di smaltimento di reflui zootecnici in piantagioni di pioppo sono in corso da parte del Cnr-Ibaf di Porano (Tr). Le potenzialità nello smaltimento dei carichi di azoto (N) contenuto nei liquami sono strettamente correlate alle asportazioni dell'N stesso con la biomassa raccolta. La raccolta integrale della biomassa legnosa comporta infatti una forte rimozione di nutrienti (N, fosforo-P e potassio-K; micronutrienti) dall'ecosistema piantagione, e l'esatta conoscenza di queste entità è importante per la sostenibilità del sistema ed è necessaria per le decisioni circa la fertilizzazione. Il sostegno alla produttività di una piantagione di Srf richiede un apporto nutritivo sufficiente. L'N è considerato spesso come uno dei principali fattori limitanti per il rendimento delle SRF. Prime valutazioni, condotte in piantagioni sperimentali di cloni di pioppo in Italia centrale, indicano che le asportazioni di N, associate alla raccolta della dendromassa, sono di circa 120 Kg N ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup>, valori pertanto ben superiori alla pioppicoltura tradizione a ciclo decennale, e più simili a quelli di alcune colture erbacee, come ad esempio il grano (Paris *et al.*, 2007).

Ricerche sulle liquamazioni del pioppo SRF sono in corso in un'area sperimentale situata all'interno dell'Azienda Agricola Torre in Pietra Carandini, ubicata in località Torrimpietra, a nord del Comune di Fiumicino (Roma). L'area ha un clima prettamente mediterraneo, con un periodo di siccità estiva di 4-5 mesi. Questo ha presupposto l'impiego dell'irrigazione per la conduzione dell'esperimento con il pioppo. Tale pratica è normalmente condotta dall'azienda per la coltivazione del mais. L'azienda alleva circa 200 capi bovini da latte, che producono circa 1080 t di liquame per anno.

L'area sperimentale è stata realizzata nell'aprile 2006 ed è divisa in due sub-impianti, rispettivamente "Trattato" (con liquame bovino) e "Controllo", coprendo una superficie di 1,2 ha. Il materiale vegetale utilizzato è costituito da 5 differenti cloni di Pioppo ibrido selezionati per la SRF (Sirio, Pegaso, Monviso, AF-2, AF-6), più il clone I214, non specifico per le SRF. Lo schema sperimentale è a blocchi rando-

mizzati con tre repliche per ciascun clone in ognuno dei due sub-impianti.

La distribuzione del liquame è stata sul pioppo SRF è stata condotta con carro botte con aspersione a schizzo dal piatto deviatore, in quanto l'azienda disponeva di questa attrezzatura. Per rendere possibile la distribuzione del liquame, sono stati creati dei corridoi (intrafila di 4 m) di passaggio del carbotte trainato dalla trattrice (Figura 1). Durante la prima stagione vegetativa è stata fatta una sola liquamazione, in agosto, con 75 t ha<sup>-1</sup>. Durante la seconda stagione, sono state condotte 2 liquamazioni, una a marzo, prima della ripresa vegetativa, e la seconda a luglio; per ambedue sono stati distribuiti 75 t ha<sup>-1</sup> di liquame.

Nel mese di dicembre 2007, si è provveduto a valutare l'accrescimento e la produttività di tutti i cloni di pioppo in sperimentazione in relazione ai trattamenti di liquamazione o meno.

La modalità di distribuzione del liquame utilizzata si dovette adattare alle disponibilità aziendali. La soluzione adottata in questo impianto sperimentale è risultata un buon compromesso tra le problematiche tecniche sia del pioppo SRF sia delle liquamazioni, con distribuzione del liquame sufficientemente omogenea sulle file laterali. Il getto d'aspersione del liquame non ha determinato danni evidenti sulle piante, sia sui rami sia sui cimali, con la sola eccezione del clone Monviso, probabilmente poiché è il clone più ramoso. Sia nella prima sia nella seconda stagione le liquamazioni sono state fatte nella stagione estiva, con la coltura in atto ed in pieno rigoglio vegetativo. La reazione del pioppo è stata positiva: alla fine del secondo anno la produzione di biomassa legnosa del pioppo liquamato è leggermente inferiore al Controllo, ma con valori di biomassa fogliare e di azoto fogliare superiori per il primo trattamento (Grafico 2). La prova è ancora in corso ed alla fine del 2008 si provvederà al taglio della biomassa, con valutazione della biomassa legnosa prodotta. Con i primi risultati è possibile dire che il pioppo SRF ha tollerato bene i volumi e la modalità di applicazione del liquame senza manifestare evidenti problemi di contaminazione ambientale.

Quindi i primi risultati sperimentali confermano l'ipotesi sulla possibilità dello smaltimento dei liquami zootecnici in piantagioni di pioppo SRF, utilissime anche per la produzione di bioenergie a maggior bilancio energetico e minori emissioni di CO<sub>2</sub>, rispetto alle colture di mais per la produzione di bioetanolo.

### 3. DECONTAMINAZIONE DEI SUOLI DA LINDANO CON PIOPPO

Il lindano ( $\gamma$ -esaclorocicloesano, HCH) è un insetticida a largo spettro introdotto sin dai primi anni '50. Il lindano ha trovato impiego soprattutto nel trattamento delle sementi e dei suoli, degli alberi da frutta e del legname; è stato inoltre impiegato come prodotto antiparassitario per gli animali domestici e d'allevamento e in alcuni preparati farmaceutici sotto forma di lozioni, creme e shampoo per la cura e la prevenzione nell'uomo della pediculosi e della scabbia.

In Italia i prodotti antiparassitari agricoli a base di lindano sono stati consumati, in tutte le regioni, in quantità sempre crescenti dagli anni '50 fino al 1979. Nel decennio 1969-1979 sono stati raggiunti i valori massimi di consumo (circa 20 mila quintali/anno).

Il Decreto del Ministero della Sanità, DM del 12 lu-

glio 1975 (*Gazzetta Ufficiale-Serie Generale* n. 210, 7 agosto 1975) ha introdotto delle limitazioni all'utilizzo del lindano in campo agricolo.

Il Lindano tecnico, usato come insetticida in agricoltura, era costituito dai quattro isomeri dell'esaclorocicloesano (HCH) (P.M. 290,83) nel rapporto:

$\alpha$ -HCH 60-70%    $\beta$ -HCH 10-15%    $\gamma$ -HCH 10-15%    $\delta$ -HCH 6-10%

Il  $\gamma$ -HCH tende ad isomerizzare nelle forme  $\alpha$  e  $\beta$ , che quindi si accumulano nell'ambiente.

Il lindano e gli isomeri non insetticidi  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\delta$ -, presenti nel prodotto industriale, continuano a porre problemi ambientali e di salute, soprattutto in siti dove sia stato sintetizzato, conservato e distribuito. Tende ad accumularsi nell'ambiente poiché biodegrada lentamente: l'emi-vita varia da 88 giorni a più di tre anni, secondo le condizioni ambientali.

La scarsa idrosolubilità del lindano ne favorisce l'assorbimento nella frazione organica del terreno. La molecola è pertanto relativamente immobile (migra lentamente nel suolo) e può essere trasportata solo dalle piogge e dalle acque d'irrigazione. Il suo passaggio nelle acque profonde avviene raramente.

A causa della loro bassa pressione di vapore gli isomeri dell'HCH (HCHs) sono poco volatili.

Scopo dello studio dell'IBAF di Monterotondo Scalo, sotto la supervisione scientifica del Dott. Angelo Massacci, è stato quello di valutare l'efficienza di un intervento di Fitorimedio, tramite l'utilizzo di diversi cloni di pioppo che mostrino caratteristiche disinquinanti proprie o in associazione con microrganismi, in un contesto di produzione di biomasse su terreni contaminati. Tale studio è preliminare ad una applicazione in pieno campo.

Diversi studi dell'Istituto Superiore di Sanità e di altri enti simili all'estero (Spagna, India, America,...) hanno confermato che gli isomeri del lindano sono presenti nella vegetazione cresciuta su terreni inquinati ed entrano così all'interno della catena alimentare (gli isomeri dell'HCH sono stati misurati nei prodotti caseari, nella carne bovina, nel pesce, nel pollame, nella frutta, negli ortaggi, nell'olio e nei grassi, nello zucchero) con grave rischio di cancerogenesi per l'uomo; poco si sa delle capacità di accumulo nelle biomasse delle specie arboree.

In particolare i test effettuati in laboratorio hanno riguardato diversi tipi di "associazioni" con sei cloni di pioppo da SRF. È noto che la naturale mitigazione del lindano dovuta all'attività microbica (Gupta A. *et al.*, 2000; Phillips T.M. *et al.*, 2005), può essere accelerata con il rizorimedio, combinazione di piante e batteri o piante e funghi: non solo le piante forniscono ai batteri nutrienti, sotto forma di essudati radicali, ossigeno e condizioni redox favorevoli, ma possono funzionare anche come "bio-iniettori" dei microrganismi nel suolo (Böltner D. *et al.*, 2008).

Le associazioni sperimentate tra pioppi e microrganismi hanno riguardato due ceppi batterici e una cultura fungina (Rigas F. *et al.*, 2005) con note ed elevate capacità di metabolizzare la molecola inquinante nelle sue diverse forme isomeriche.

I cloni di pioppo utilizzati sono i seguenti:

*Populus deltoides* v. LUX

*Populus x euramericana* v. San Martino e I-214

*Populus x canadensis* v. AF2  
*Populus x generosa* X *Populus nigra* v. AF6 e Monviso

Talee di ~ 25 cm, ottenute da polloni di ~ 2 m, lasciate in coltura idroponica a 23 °C, 70% di umidità e 300 µmol di luce in camera di crescita per 4 giorni, sono state poste in serra in vasi contenenti 2 kg di terra setacciata, secondo uno schema a blocchi randomizzati. L'irrigazione è stata effettuata 3 volte con una miscela nutriente ed in seguito con acqua, mantenendo un'umidità costante al 40-70%. Dopo due settimane si osservava un discreto sviluppo radicale e 5 talee di ogni varietà sono state batterizzate con i 2 ceppi batterici. L'applicazione del fungo è stata fatta, invece, al momento

della preparazione dei vasi per altrettante 5 talee di ogni varietà miscelando al terreno contenente il lindano. Lo stesso numero di talee sono state utilizzate nella preparazione di vasi contenenti solo terreno sia inquinato che non (controllo). Le talee, allevate in serra (Foto 1), sono state espianate dopo due mesi e, dopo essere state sezionate in radici, fusto e foglie, sono in fase di analisi così come fatto sia con il terreno rizosferico che quello lontano dalle radici. Uno degli obiettivi sarà quello di vedere se le piante di pioppo accumulano l'HCH, e se si in quale organo della pianta; questo in modo da poter valutare i rischi e le possibilità di utilizzare la biomassa ottenuta dopo il taglio delle piantagioni a SRF per la produzione energetica.

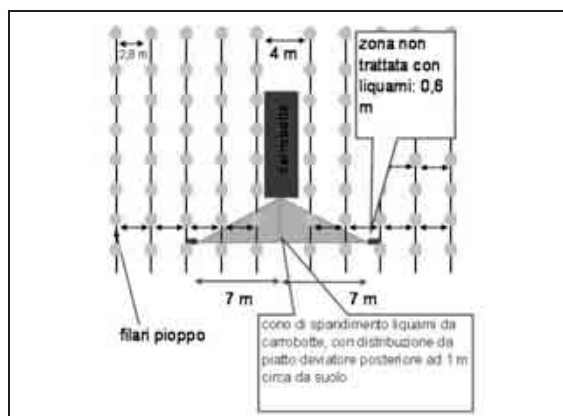


Figura 1. Schema della distribuzione del liquame mediante carobotte.  
 Figure 1. Schematic explanation of sewage disposal from tank-trailer.

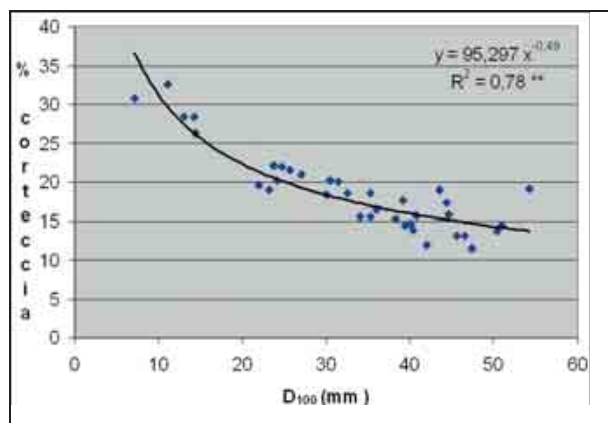


Grafico 1. Relazione tra diametro di polloni di pioppo e percentuale di corteccia.  
 Graph 1. Relationship between stem diameter of poplar stools and bark percentage.

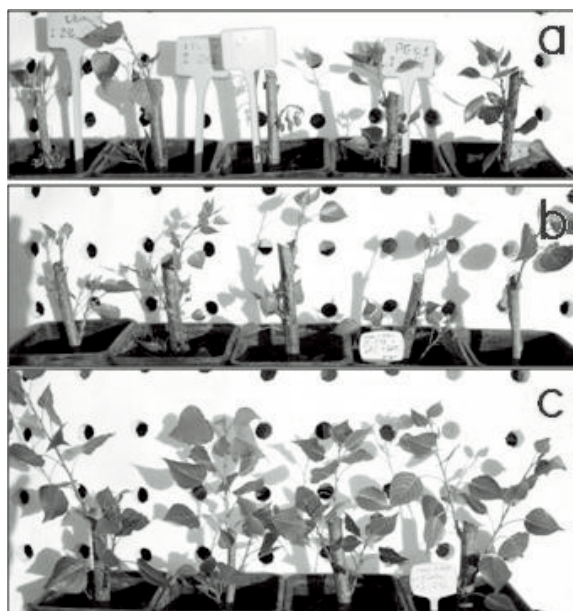


Foto 1. Differenza di sviluppo di talee di pioppo ibrido I214 dopo 8 settimane di crescita su suolo contaminato con lindano (controllo-a), ed inoculato con batteri (b) e funghi (c).  
 Photo 1. Growth of I214 poplar clone after 8 weeks of treatment on soil contaminated with lindane (control treatment-a), and with bacteria(b) and fungi (c) inoculations.

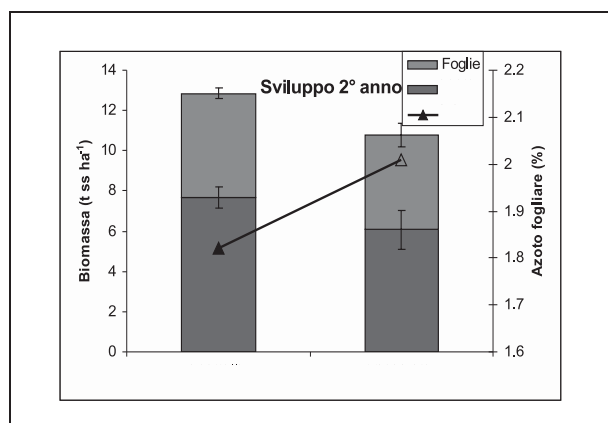


Grafico 2. Biomassa epigea (legnosa, fogliare) ed azoto fogliare dei cloni di pioppo SRF alla fine del secondo anno a Torreimpiegata, in funzione dei trattamenti sperimentali di liquamazione con refluo bovino e di controllo non liquamato. I dati di biomassa sono in sostanza secca.  
 Graph 2. Above-ground oven-dry biomass (dendromass and leaves) and leaf nitrogen of hybrid poplar clones under SRF management and after two years of experiment at Torreimpiegata, comparing the application of cattle sewage versus no application. Vertical bars represent the standard error of mean ( $\pm 1$  s.e.m.)



<i>Biomassa da energia</i>	<i>In-put/output</i>	<i>Bilancio emissioni CO<sub>2</sub></i>
Bioetanolo da mais (USA) <sup>(1)</sup>	1/1,3	-22%
Bioetanolo da canna da zucchero (Brasile) <sup>(1)</sup>	1/8	-56%
Biodiesel da colza (Germania) <sup>(1)</sup>	1/2,5	-68%
Cippato da Short Rotation Forestry (Italia) <sup>(2)</sup>	1/9	-91%
Bioetanolo cellulosico <sup>(1)</sup>	2-36	-91%

Tabella 1. Bilancio energetico e delle emissioni di CO<sub>2</sub> per alcune forme di biomassa da energia. <sup>(1)</sup> US DOE, World Watch Institute, in Bourne and Clark, 2007; <sup>(2)</sup> Balsari e Airoldi, 2002.  
Table 1. Energy and CO<sub>2</sub> Ratios for bioenergies. <sup>(1)</sup> US DOE, World Watch Institute, in Bourne and Clark, 2007; <sup>(2)</sup> Balsari e Airoldi, 2002.

## SUMMARY

### PRODUCTION OF WOOD BIOMASS AND PHYTOREMEDIATION

Rising interest on bioenergies (biogas, biofuels, and solid biomasses), in alternative to fossil fuels, deserves a great attention on all the energetic uses of wood (fuelwood, chips and pellets, lignocellulosic ethanol) for their productive and environmental benefits with minor consequences on food markets, and low environmental impact, in terms of CO<sub>2</sub> emission and energetic balance. In Italy, wood is the second source of renewable energy, and is the mostly produced in natural forests under sustainable management. Using wood either for domestic heating or for industrial production of thermo and/or electrical energies is often more profitable than fossil fuels. Part of the wood production could be provided by coppice plantations of fast growing trees (poplars, willows, robinia and eucalypts), planted by farmers on agricultural lands with public grants, and intensively managed with short harvesting cycles (Short Rotation Forestry, SRF). Phytoremediation is an opportunity to further improve the benefits of woody biomasses. SRF plantations, combining high level of biomass yield (up to 25 t ha<sup>-1</sup> in dry matter), and high removal of contaminants, due to elevated densities of stems with very small diameter (2-4 cm), have interesting applications for phytoremediation, with many potentialities that needs to be further investigated by applied and basic research. Will be presented case studies of research conducted by the CNR IBAF on the use of poplar SRF plantations for disposal of zootechnic sewage and for the absorption and degradation of other contaminants (lindane).

## RÉSUMÉ

### PRODUCTION DE BIOMASSE LIGNEUSE ET PHYTODÉPURATION

Les bioénergies sont une alternative aux combustibles fossiles, et ils méritent une grande attention. En Italie, le bois est la deuxième plus importante source d'énergie renouvelable. En effet, il est principalement produit à partir de la gestion durable des forêts.

<i>Elemento contaminante</i>	<i>Legno</i>	<i>Corteccia</i>
Azoto fusto <sup>(1)</sup>	9,7 mg/g (170)	25,3 mg/g (120)
Azoto rami <sup>(1)</sup>	1,37 mg/g (80)	23,3 mg/g (120)
Alluminio <sup>(2)</sup>	16,3 µg/g (1,91)	115,38 µg/g (4,713)
Cadmio <sup>(2)</sup>	1,85 µg/g (0,294)	4,97 µg/g (0,704)
Zinco <sup>(2)</sup>	37 µg/g (2,5)	188,4 µg/g (8,7)

Tabella 2. Concentrazioni nel legno e nella corteccia di alcuni contaminanti assorbiti da polloni di pioppo. <sup>(1)</sup> Paris *et al.*, 2006 (modificato). <sup>(2)</sup> Laureysens *et al.*, 2004.  
Table 2. Concentrations in wood and bark of contaminants from poplar stools grown on contaminated soils. <sup>(1)</sup> Paris *et al.*, 2006 (modificato). <sup>(2)</sup> Laureysens *et al.*, 2004.

L'utilisation du bois, pour le chauffage domestique et la production industrielle d'électricité, reste la moins onéreuse du marché des combustibles fossiles. Une partie de la production de bois pourrait être fournie par les plantations d'espèces à croissance rapide gérées intensivement avec un cycle de coupe très court. L'utilisation de ces plantations pour la phytodépuration (décontamination des sols et des eaux polluées) est une occasion d'accroître encore les avantages économiques et environnementaux découlant de la biomasse ligneuse. Les plantations SRF sont d'intéressantes applications pour la phytodépuration avec un potentiel élevé pour la recherche. La haute capacité d'élimination de contaminants de ces plantations est due à la densité de fûts de diamètre très réduit. Seront présentées des études de recherches effectuées par le CNR IBAF sur l'utilisation de plantations de peupliers SRF pour l'élimination des déchets animaux et pour l'absorption d'autres contaminants (lindane).

## BIBLIOGRAFIA

- Böltner D., Godoy P., Muñoz-Rojas J., Duque E., Moreno-Morillas S., Sánchez L., Ramos J.L., 2008. *Rhizoremediation of lindane by root-colonizing Sphingomonas*. Microbial Biotechnology 1: 87-93.
- Bourne J.K., Clark R., 2007. *Green Dreams*. National Geographic, 212: 38-59.
- Commissione delle Comunità Europee, 2005. *Piano d'azione per le biomasse*. Bruxelles, 46 pagg.
- Gupta A., Kaushik C.P., Kaushik A., 2000. *Degradation of hexachlorocyclohexane (HCH;  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  and  $\delta$ ) by Bacillus circulans and Bacillus brevis isolated from soil contaminated with HCH*. Soil Biology & Biochemistry 32: 1803-1805.
- Laureysens I., De Temmerman L., Hastir T., Van Gysel M., Ceulemans R., 2005. *Clonal variation in heavy metal accumulation and biomass production in a polar coppice culture. II Vertical distribution and phytoextraction potential*. Environmental Pollution, 133: 541-551.
- Licht L.A., Isebrands J.G., 2005. *Linking phytoremediated pollutant removal to biomass economic opportunities*. Biomass and Bioenergy, 28: 203-218.
- Paris P., Mareschi L., Sabatti M., Breccia L., De Luca S., Tarchi M., Ecosse A., Scarascia Mugnozza G., 2007. *Asportazioni di azoto con la raccolta di biomassa*. Linea Ecologica-EM, 1: 2-8.



- Paris P., Scarascia Mugnozza G., Massacci A., 2008. *Produzione di biomasse legnose e fitorimediaio*. Linea Ecologica-EM, 2: 53-57.
- Paris P., Mareschi L., Ecosse A., 2008. *Perché spandere liquami anche nella short rotation?* Terra e Vita, 13: 44-46.
- Paris P., Mareschi L., Ecosse A., Scarascia Mugnozza G., 2008. *Smaltire liquami su pioppo a SRF riduce la quantità di N nel terreno*. Terra e Vita, 30: 33-35.
- Phillips T.M., Seech A.G., Lee H., Trevors J.T., 2005. *Biodegradation of hexachlorocyclohexane (HCH) by microorganisms*. Biodegradation, 16: 363-392.
- Rigas F., Dritsa V., Marchant R., Papadopoulou K., Avramides E.J., Hatzianestis I. 2005. *Biodegradation of lindane by Pleurotus ostreatus via central composite design*. Environment International 31: 191-196.
- Rockwood D.L., Naidu C.V., Carter D.R., Rahmani M., Spriggs T.A., Lin C., Alker G.R., Isebrands J.G., Segrest S.A., 2004. *Short-rotation woody crops and phytoremediation: Opportunities for agroforestry?* Agroforestry Systems, 61: 51-63.
- U.S. Department of Energy, 2006. *World Consumption of Primary Energy by Energy Type and Selected Country Groups, 1980-2004*. Energy Information Administration. [www.eia.doe.gov/country/summary/summary.asp](http://www.eia.doe.gov/country/summary/summary.asp)

## SESSIONE 4

# SELVICOLTURA: CAMBIAMENTI CLIMATICI PROTOCOLLO DI KYOTO

### *Coordinatori*

Ervedo Giordano  
Giuseppe Scarascia-Mugnozza

### *Chairman*

Ervedo Giordano



## SVILUPPO DELLA FILIERA LEGNO-ENERGIA IN FRIULI VENEZIA GIULIA

(\*) Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione centrale risorse agricole, naturali e forestali, Servizio gestione forestale e antincendio boschivo

Alla crescita della domanda energetica della Regione autonoma Friuli Venezia Giulia si può far fronte sostenendo e assecondando un corretto utilizzo delle disponibilità di biomasse legnose. L'opportunità di avere un ottimo e abbondante combustibile nei propri boschi, ha spinto la Regione a sviluppare e promuovere l'impiego energetico del legno, mediante vari strumenti finanziari e di divulgazione. I principali strumenti utilizzati sono: il Piano di Sviluppo Rurale; il progetto interregionale Pro Bio – Woodland Energy; i Fondi CIPE – Accordo di Programma Quadro 2005; il Progetto CADSES “Carbon Pro”. Questi strumenti hanno consentito di incentivare e ammodernare l'utilizzo delle biomasse legnose costituite dal backup di biomassa disponibile ogni anno in Friuli Venezia Giulia, garantendo la corretta conduzione degli impianti promossi mediante monitoraggio tecnico-gestionale. È inoltre stimolata la promozione di forme contrattuali e di attestazione/certificazione della qualità dei combustibili di origine agroforestale al fine di ottenere maggiore trasparenza nelle fasi di compravendita. Il monitoraggio degli impianti realizzati consente di effettuare valutazioni finanziarie di convenienza degli investimenti con lo scopo di fornire agli investitori chiari e trasparenti elementi conoscitivi. Mediante tali strumenti tra il 2004 e il 2006 sono stati finanziati 79 impianti, 69 dei quali già entrati in funzione.

*Parole chiave:* legno, foresta, energia, biomasse, Friuli Venezia Giulia.

*Key words:* wood, forest, energy, biomass, Friuli Venezia Giulia.

*Mots clés:* bois, forêt, énergie, biomasses, Frioul Vénétie Julienne.

La Direzione centrale risorse agricole, naturali e forestali tramite il Servizio gestione forestale e antincendio boschivo sostiene e favorisce l'impiego energetico del legno tramite vari strumenti finanziari e di divulgazione, le principali azioni attualmente in corso sono:

- Piano di Sviluppo Rurale;
- Pro Bio – Woodland Energy;
- Fondi CIPE e Comunità Montana della Carnia di Tolmezzo (UD);
- Obiettivo 2;
- Progetto Interreg Carbon Pro.

### 1. PIANO DI SVILUPPO RURALE (PSR) 2000-2006 E 2007-2013

L'incentivo delle biomasse come sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili è partito con la proposta di modifica del PSR presentata nel novembre 2001 dall'allora Direzione regionale delle foreste con cui si è voluto inserire una misura di aiuto specifica per favorire la diffusione di impianti di riscaldamento alimentati a legno.

La commissione europea nel giugno 2002 approvò le modifiche apportate al documento di programmazione in materia di sviluppo rurale del FVG con l'inserimento della “Misura i5 Azione 3: Investimenti per la promozione e la realizzazione o l'acquisto di piccoli impianti che consentono l'impiego delle biomasse forestali a fini energetici” - con un livello di aiuto pari al 40% delle spesa ammessa.

La suddetta misura prevedeva aiuti finanziari per la realizzazione di investimenti materiali come gli impianti di riscaldamento, e immateriali come la promozione e divulgazione. Nell'ambito di questa iniziativa sono stati aperti tre bandi di adesione nel periodo di validità della fase 2000-2006 del PSR:

- settembre 2004 con 13 domande ammesse per un importo ammissibile di 297.307 euro pari a 118.922 euro di spesa pubblica impegnata;

- aprile 2005 con 26 domande ammesse per un importo ammissibile di 1.078.267 euro pari a 408.118 euro di spesa pubblica impegnata;

- settembre 2005 con 43 domande ammesse per un importo di spesa ammissibile di 1.594.512 euro pari a 637.761 euro di spesa pubblica impegnata.

L'interesse per la misura è cresciuto proporzionalmente dal primo all'ultimo bando (Grafico 1), dimostrando una vivacità inaspettata nella fase di presentazione delle domande.

Questo interesse dimostra che il settore legno-energia, sino ad allora trascurato dalle politiche di incentivazione (situazione analoga per tutte le energie alternative), con gli opportuni supporti finanziari, è pronto a investire con ricadute economiche e sociali positive sul territorio rurale.

Alcuni problemi dovuti all'incertezza di un settore nuovo si sono manifestati nella fase di realizzazione, quando alcuni beneficiari hanno dovuto rinunciare agli aiuti, principalmente per l'incapacità di realizzare gli investimenti, nei tempi ristretti imposti dalla scadenza del PSR. Altri problemi dovuti alla rilevanza dell'investimento iniziale hanno interessato soprattutto i comuni che, una volta ammessi al finanziamento, all'interno dei bilanci sempre più ridotti degli enti locali non sono riusciti a recuperare le risorse necessarie per realizzare gli impianti, di dimensioni mediamente maggiori, progettati per servire vari edifici pubblici.

Questa situazione ha interessato ben 4 comuni (Stregna, Dogna, Frisanco, Polcenigo) sui 5 ammessi a finanziamento. Solo Villa Vicentina, piccolo comune della bassa pianura friulana, è riuscito a realizzare e a mettere in funzione un impianto di 300 kW di potenza, alimentato a pellet e all'occorrenza a legno cippato, con il



quale, attraverso una minirete di teleriscaldamento, fornisce energia al municipio, alla scuola materna, alla sede della protezione civile e in un prossimo futuro fornirà calore alla costruenda scuola elementare. Infine tre comuni: Budoia (PN) e Pulfero e Tarvisio (UD) hanno aderito alla misura perseguendo la seconda finalità prevista dal bando, portando cioè a termine progetti di promozione e divulgazione sul tema legno – energia. Attraverso incontri, dibattiti e visite guidate le tre amministrazioni hanno coinvolto la cittadinanza in vista della prossima realizzazione di un impianto termico a servizio di vari edifici comunali. Quindi le domande ammesse a finanziamento con i 3 bandi PSR 2000-2006 sono state in totale 82 (di cui 3 per progetti di promozione); gli impianti realizzati sono stati 67; gli impianti ammessi ma non realizzati sono stati 13. Gli impianti complessivi degli investimenti realizzati con i finanziamenti PSR aggiornati all'anno 2008 sono contenuti nella (Tabella 1).

## 2. PROGETTO INTERREGIONALE PRO BIO - WOODLAND ENERGY

Si tratta di un programma coordinato d'interventi finanziati dal Ministero Italiano Politiche agricole Alimentari e Forestali e realizzati con la partecipazione finanziaria delle regioni. Il Friuli Venezia Giulia ha partecipato, assieme ad altre 8 regioni, ad un progetto denominato Woodland Energy finalizzato alla promozione, realizzazione e monitoraggio della filiera energetica del legno di origine agricola e forestale.

Nell'ambito di questo programma, il Friuli Venezia Giulia ha cofinanziato la realizzazione di due impianti di riscaldamento a legno cippato a servizio di edifici pubblici per i comuni di Budoia (PN) e Pulfero (UD). L'impianto di Pulfero (UD) è in avanzata fase di costruzione, mentre quello del comune di Budoia è entrato recentemente in funzione.

Oltre a questi la Direzione centrale risorse agricole, naturali e forestali, tramite il Servizio gestione forestale e antincendio boschivo, ha finanziato un progetto che prevede la predisposizione di un Sistema Informativo Territoriale (SIT) su scala regionale per il monitoraggio di tutti gli impianti esistenti nei vari distretti, al fine di conoscere la quantità, la qualità e il rendimento degli stessi, la domanda di combustibile legnoso, l'impatto socio-economico ed ambientale.

Lo stesso Servizio ha inoltre in animo di realizzare alcuni piccoli impianti dimostrativi alimentati a legno su immobili di proprietà regionale. Uno di questi, per 100 kW di potenza, è stato realizzato a servizio del centro didattico regionale del CeSFAM (Centro Servizi per le Foreste e le Attività di Montagna) di Paluzza (UD), presso il quale vengono svolte attività formative sui temi della gestione forestale, energetica e delle utilizzazioni legnose.

## 3. PROGETTI CIPE NELLA COMUNITÀ MONTANA DELLA CARNIA

Si tratta di realizzazioni finanziate con fondi CIPE 2005 per la realizzazione di 6 minireti di teleriscaldamento in altrettanti comuni montani (Tabella 3). I progetti si trovano in varie fasi di avanzamento lavori e si prevede la loro completa realizzazione entro il prossimo anno.

## 4. OBIETTIVO 2

Si tratta di tre impianti di teleriscaldamento realizzati o da realizzare in altrettanti comuni montani della Carnia. I lavori sono in fase avanzata di progettazione e ultimazione, come nel caso di Arta terme, dove l'impianto entrerà in funzione entro il 2008.

## 5. PROGETTO INTERREG CARBON PRO

È un progetto europeo di cui la Regione FVG è capofila a cui partecipano vari partner amministrativi, tecnici e scientifici di vari stati: Italia (Regione Veneto), Slovenia, Croazia, Austria, Germania, Ungheria e Grecia.

Tra le diverse attività previste da questo progetto, in Friuli Venezia Giulia sono stati realizzati due impianti termici funzionanti a legno cippato e a pezzi, di cui uno, di 30 kW di potenza, presso la falegnameria regionale di Fusine, ed uno di pari potenza presso il Rifugio regionale Zacchi (UD).

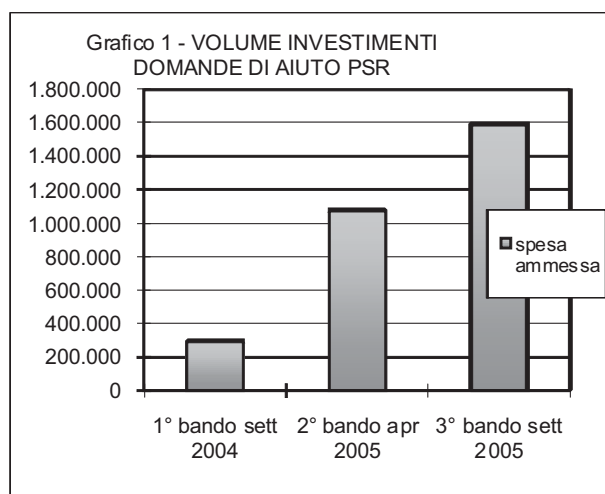


Grafico 1. Andamento del volume degli investimenti nelle domande PSR della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.

Graph 1. Trend in volume of investments in Autonomous Region Friuli Venezia Giulia PSR demands.

Graphique 1. Evolution du volume des investissements des demandes PDR (Plan de Développement Rural) dans la Région Autonome Frioul Vénétie Julienne.

<i>Ispettorato Foreste</i>	<i>N° impianti funzionanti</i>	<i>Potenza (kW)</i>	<i>Costo investimento (€)</i>	<i>Energia erogata (MWh / anno)</i>	<i>Gasolio sostituito (litri/ anno)</i>	<i>CO<sub>2</sub> evitata (ton/anno)</i>
Gorizia	6	696	229.981,23	1.044	116.000	314,7
Pordenone	9	931	310.450,63	1.397	155.167	421,0
Tolmezzo	27	2.851	1.214.239,26	4.277	475.167	1.289,3
Trieste	6	240	168.369,67	360	40.000	108,5
Udine	19	1.527	895.346,78	2.291	254.500	690,5
Totale	67	6.245	2.818.387,57	9.368	1.040.833	2.824,1

Tabella 1. Impianti complessivi degli investimenti realizzati con i finanziamenti PSR Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.

Table 1. Plants including investments from Autonomous Region Friuli Venezia Giulia PSR funding.

Tableau 1. Installations et investissements réalisés grâce aux financements PDR Région Autonome Frioul Vénétie Julienne.

<i>Comune</i>	<i>Lunghezza rete teleriscaldamento Metri</i>	<i>Potenza kW</i>	<i>Costo previsto investimento Euro</i>	<i>Energia erogata MWh/anno</i>	<i>Gasolio sostituito litri/anno</i>	<i>CO<sub>2</sub> evitata ton/anno</i>
Budoia	200	696	334.500,00	1.044	116.000	314,7
Pulfero	330	348	260.000,00	522	58.000	157,4
Totale	530	1.044	594.500	1.566	174.000	472,1

Tabella 2. Impianti complessivi degli investimenti realizzati con i finanziamenti ProBio WoodLand Energy.

Table 2. Plants including investments from ProBio Woodland Energy funding.

Tableau 2. Installations et investissements réalisés grâce aux financements ProBio Woodland Energy.

<i>Comune</i>	<i>Lunghezza rete teleriscaldamento (m)</i>	<i>Potenza (kW)</i>	<i>Costo previsto investimento (€)</i>	<i>Energia erogata (MWh/anno)</i>	<i>Gasolio sostituito (litri/anno)</i>	<i>CO<sub>2</sub> evitata (ton/anno)</i>
Treppo Carnico	650	550	824.000	825	91.667	248,7
Forni Avoltri	250	220	491.000	330	36.667	99,5
Prato Carnico	800	350	967.000	525	58.333	158,3
Verzegnis	250	350	545.000	525	58.333	158,3
Lauco	680	275	705.000	413	45.833	124,4
Ampezzo	-	540	403.000	810	90.000	244,2
Totale	2.630	2.285	3.935.000	3.428	380.833	1.033,3

Tabella 3. Impianti complessivi degli investimenti realizzati con i finanziamenti CIPE e Comunità Montana della Carnia.

Table 3. Plants including investments from CIPE and Comunità Montana della Carnia (Carnia Mountain Community) funding.

Tableau 3. Installations et investissements réalisés grâce aux financements CIPE et de la Comunità Montana della Carnia (Communauté de Montagne de la Carnia, région du Frioul).

<i>Comune</i>	<i>Lungh. telerisc. (m)</i>	<i>Potenza termica (kW)</i>	<i>P elettrica (kW)</i>	<i>En.termica (MWh/a)</i>	<i>En.elettrica (MWh/a)</i>	<i>Energia prodotta (kWh/a)</i>	<i>Gasolio sostituito (litri/a)</i>	<i>CO<sub>2</sub> evitata (ton/a)</i>
Arta Terme	10.000	4.200	500	6.300	1.225	7.525	836.111	2.268,6
Sauris	1.400	812	100	1.218	180	1.398	155.333	421,5
Forni di Sopra	1.100	1.160	-	1.740	-	1.740	193.333	524,6
Totale	12.500	6.172	600	9.258	1.405	10.663	1.184.778	3.214,7

Tabella 4. Impianti complessivi degli investimenti realizzati con i finanziamenti Obiettivo 2.

Table 4. Plants including investments from Objective 2 funding.

Tableau 4. Installations et investissements réalisés grâce aux financements Objectif 2.

## SUMMARY

### DEVELOPMENT OF THE WOOD-ENERGY INDUSTRY IN FRIULI VENEZIA GIULIA

The growth in demand for energy in the Autonomous Region of Friuli Venezia Giulia can be met by supporting and promoting correct use of the availability of wood biomass. The opportunity of having an excellent and abundant fuel in its own woodlands has led the Region to develop and promote use of energy from wood through a range of financial instruments and awareness-raising. The main in-

struments employed are: the Piano di Sviluppo Rurale (Rural Development Plan); the interregional project ProBio – Woodland Energy; CIPE Funds – Framework Programme 2005 Agreement; the CADSES project Carbon Pro. These instruments have allowed incentivisation and modernisation of use of wood biomass from the backup available each year in Friuli Venezia Giulia, guaranteeing correct operation of its plants through technical-management monitoring. Furthermore, various types of contracts have also been promoted, as has attestation/certification of agro-forest fuel quality, with the goal of securing greater transparency in buying/selling phases. Monitoring of the plants

built allows financial analysis of investment convenience, giving investors access to clear and transparent information. Between the years 2004 and 2006, these instruments provided funding for 79 plants, of which 69 are already in operation.

## RÉSUMÉ

### DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE DU BOIS-ENERGIE DANS LA REGION DU FRIOUL VENETIE JULIENNE

Pour répondre à l'augmentation de la demande énergétique dans la Région Autonome Frioul Vénétie Julienne il est nécessaire de soutenir et de favoriser l'utilisation correcte des biomasses ligneuses disponibles. La possibilité de disposer d'un combustible de très bonne qualité en quantité dans les bois de cette zone, a incité la Région à développer et à promouvoir l'utilisation énergétique du bois grâce à

différents instruments financiers et de vulgarisation. Les principaux instruments utilisés sont notamment le Plan de Développement Rural; le projet interrégional ProBio – Woodland Energy; les Fonds CIPE – Accord de Programme Cadre 2005; le Projet CADSES «Carbon Pro». Tous ces instruments ont permis de promouvoir et de moderniser l'utilisation des biomasses ligneuses constituées par les réserves de biomasse disponible chaque année en Frioul Vénétie Julienne, garantissant la gestion correcte des installations par un monitoring de type technique et gestionnaire. En outre la promotion de formes de contrats et d'attestations/certifications de la qualité des combustibles d'origine agro-forestière est encouragée afin d'obtenir plus de transparence dans les phases d'achat et de vente. Le monitoring des installations réalisées permet d'effectuer des évaluations financières des avantages obtenus des investissements dans le but de fournir aux investisseurs des informations claires et transparentes. Grâce à ces instruments de 2004 à 2006 79 installations ont été financées, dont 69 sont déjà en fonctionnement.

## GESTIONE FORESTALE E FUNZIONALITÀ ECOSISTEMICA: RELAZIONI FRA ACCRESCIMENTO E CLIMA IN FUSTAIE PLURISTRATIFICATE DI PINO DOMESTICO NEL PARCO NATURALE DELLA MAREMMA

(\*) *EcoGeofor, Dipartimento STAT, Università degli Studi del Molise, Isernia*

(\*\*) *Istituto di Genetica Vegetale, CNR, Palermo*

In un popolamento pluristratificato di pino domestico sono state analizzate le caratteristiche auxonomiche e le relazioni clima/accrescimento, mediante funzioni di risposta, in dipendenza dell'età individuale. Lo scopo era valutare, nei diversi stadi di sviluppo, l'effetto della gestione forestale sulla dinamica incrementale e l'azione delle variabili climatiche sull'accrescimento radiale annuo.

I risultati hanno evidenziato l'importanza di interruzioni nella copertura su scala spazio-temporale variabile, nel raggiungimento di uno stato d'equilibrio funzionale, sia in termini di accrescimento che di struttura spaziale e demografica. Dal punto di vista ecologico, la specie è ben adattata alle caratteristiche ambientali, riuscendo ad utilizzare efficacemente le risorse disponibili, soprattutto nei riguardi delle sue esigenze idriche. Qualche particolarità comportamentale emerge in relazione all'età: la crescita in fase giovanile sembra dipendere prevalentemente dagli apporti meteorici dei mesi più vicini o coincidenti con l'inizio dell'attività vegetativa, mentre appare irrilevante il ruolo delle abbondanti precipitazioni autunnali, che sono invece determinanti per le piante più mature.

L'accrescimento delle piante più giovani sembra avere risentito di un certo disturbo dovuto ad una competizione più per la luce che per l'acqua, sollevando implicazioni che una gestione più intensiva potrebbe in parte attenuare, a favore di una tendenza verso una maggiore funzionalità ecosistemica.

*Parole chiave:* auxonomia, classi d'età, competizione, dendroecologia, struttura spaziale.

*Key words:* auxonomy, age classes, competition, dendroecology, spatial patterns.

*Mots clés:* auxonomie, classes d'âge, compétition, dendroécologie, structure spatiale.

### 1. INTRODUZIONE

La gestione forestale tradizionale persegue l'obiettivo di una soddisfacente funzionalità e stabilità bioecologica dei popolamenti arborei, congiuntamente alla massimizzazione della produttività. Nella generalità dei casi viene riconosciuta priorità alle relazioni di causa-effetto fra l'organizzazione spazio-temporale degli interventi selvicolturali e la risposta incrementale degli alberi, mediante il controllo della competizione intra- e inter-specifica. Ma, oltre ai meri effetti della competizione, le dinamiche auxonomiche in quanto espressione dell'efficienza d'uso delle risorse trofiche, sembrano essere controllate in qualche misura anche da variabili endogene legate allo stadio di sviluppo individuale. Infatti, è stato osservato che, in popolamenti monospecifici, ma in situazioni di varietà della struttura sociale e/o cronologica, l'azione dei fattori ambientali (es. clima) si può manifestare in maniera diversificata sull'accrescimento (Szeicz e MacDonald, 1994, 1995; Carrer e Urbinati, 2004; He *et al.*, 2005). Ciò sottende implicazioni di ordine ecofisiologico e funzionale, ancora relativamente poco conosciute, con ripercussioni anche sul piano gestionale, soprattutto in termini di efficacia degli interventi selvicolturali e di sostenibilità ecosistemica.

Con riferimento a tali problematiche, in una fustaia pluristratificata a gruppi di pino domestico (Ciancio *et al.*, 1986; Garfì, 1998) sono state analizzate le caratteristiche auxonomiche e le relazioni fra clima e attività cambiale, mediante l'uso di funzioni di risposta (Fritts, 1976), dopo avere raggruppato le piante in tre diverse classi di età. L'obiettivo è stato quello di valutare, nelle diverse fasi di sviluppo delle piante, l'effetto della gestione forestale pre-

gressa sulla dinamica incrementale a scala di popolamento e l'eventuale azione diversificata dei parametri climatici sull'accrescimento radiale annuo.

### 2. AREA DI STUDIO

L'area di studio è compresa all'interno della pineta Granducale di Alberese, un complesso forestale di 588 ha (RDM, 1992) che costituisce uno degli aspetti forestali, paesaggistici e naturalistici più peculiari del Parco Regionale della Maremma. Si tratta di popolamenti di origine artificiale, il cui impianto, iniziato a partire dalla fine del Settecento, è stato realizzato in gran parte nel corso della prima metà dell'Ottocento (Gabbriellini, 1991; Gatteschi e Milanese, 1975). Successivamente, e fino all'inizio del XX secolo, la pineta si è ulteriormente diffusa nelle zone limitrofe per disseminazione naturale, integrata da limitati interventi di rimboschimento, fino ad interessare tutta l'area attuale (Gatteschi e Milanese, 1975). Il pino domestico (*Pinus pinea* L.) prevale su oltre il 75% della superficie, mentre il resto è dominato da pino marittimo (*Pinus pinaster* Ait.) e, limitatamente alla linea di costa, da vegetazione alofila e igrofila. Nello strato inferiore abbondano diverse specie della macchia mediterranea, quali: *Erica multiflora* L., *Pistacia lentiscus* L., *Juniperus* spp., *Rhamnus alaternus* L., *Myrtus communis* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Cistus* ssp., etc. (Arrigoni *et al.*, 1985). Dal punto di vista gestionale, l'area campione ricade all'interno di una porzione di pineta sottoposta in passato a trattamenti riferibili al taglio saltuario (Pavari, 1955).

Il clima è tipicamente mediterraneo. La piovosità media annua (periodo 1938-1993) è 641.4 mm, ma è estremamen-



te variabile da un anno all'altro, sia per quantità che per distribuzione. È concentrata nei mesi autunno-invernali, con massimo a novembre e minimo in luglio. La temperatura media annua è 14.5°C, ma la massima supera i 30°C in media per 35 giorni l'anno.

La geomorfologia è caratterizzata da una successione di cordoni dunali, in genere poco rilevati, che hanno sviluppo parallelo alla linea di costa. Nella parte più interna della pineta sono spesso presenti, negli spazi interdunali, piccole depressioni dette "lame", in cui si formano periodicamente accumuli di acqua stagnante, in dipendenza delle variazioni stagionali del livello della falda freatica. Le oscillazioni annuali della falda sono comprese fra 45 e 90 cm, in funzione dell'andamento pluviometrico (Gandolfo, 1999). Il livello minimo della superficie della falda è raggiunto tra agosto e settembre, mentre la ricarica inizia sempre ad ottobre, per raggiungere l'altezza massima in uno qualsiasi dei mesi compresi fra ottobre e marzo, secondo la distribuzione e l'entità delle piogge.

I suoli sono derivati da depositi alluvionali risalenti al quaternario (Ferrari *et al.*, 1970) e sono costituiti principalmente da regosuoli poco profondi e scarsamente evoluti. La tessitura è sabbiosa, con quasi totale assenza di struttura e con capacità di ritenuta idrica e di scambio cationico molto basse.

### 3. MATERIALI E METODI

In un'area di saggio circolare di 5000 m<sup>2</sup>, rappresentativa di fustaie a struttura pluristratificata a gruppi (Ciancio *et al.*, 1986; Garfi, 1998), sono stati misurati il diametro a 1.30 m ( $D_{1.30}$ ) e l'altezza totale (H) di tutte le piante di pino domestico con diametro superiore a 3 cm. Per ogni pianta è stata, inoltre, rilevata la posizione mediante coordinate polari, l'altezza di inserzione della chioma verde e i raggi dell'area di insidenza della chioma ( $A_{ins}$ ) secondo le quattro direzioni cardinali.

Da ogni albero campionato sono state estratte, all'altezza di 1.30 m, due carotine di legno con la trivella di Pressler. Allo scopo di ottenere una rappresentazione più fedele dell'accrescimento radiale a scala di popolamento, la prima è stata prelevata in direzione del centro dell'area e la seconda a 90° a sinistra della prima, per un totale di 222 carotine. I campioni sono stati successivamente preparati secondo le procedure classiche (Stokes e Smiley, 1968) e le ampiezze anulari sono state misurate con una precisione di 0.01 mm. L'interdatazione e la correzione di eventuali errori di misurazione sono state effettuate con approccio sia visivo (*skeleton plot*) che statistico, avvalendosi del programma COFECHA (Holmes, 1983); 16 carote sono state scartate subito, perché scarsamente sincronizzate o di età indeterminabile.

Con le 103 cronologie individuali ottenute è stata costruita la struttura d'età del popolamento. La mancata intercettazione del midollo per numerose carotine e la non conoscenza del numero di anni necessario alle piante delle diverse età per raggiungere l'altezza di campionamento ha comportato però delle limitazioni in termini di precisione. La loro incidenza è stata in parte attenuata stimando il numero degli anelli mancanti al raggiungimento del midollo col metodo del pith locator (Applequist, 1958) e raggruppando le piante in classi d'età di 5 anni (Clark e Hallgren,

2004; Motta e Lingua, 2005). Utilizzando le sole serie che comprendevano il midollo (25) sono state, inoltre, costruite le curve dell'accrescimento radiale cumulato (Piovesan *et al.*, 2005).

L'analisi delle relazioni clima/accrescimento è stata effettuata in funzione dell'età, suddividendo le serie individuali secondo tre diverse classi cronologiche: A, fino a 40 anni; B, fra 41 e 80 anni; C superiore a 80 anni. L'intervallo di 40 anni è stato definito in base a: *i*) motivazioni di ordine prettamente dendrocronologico, già indagate per la specie (Gadbin-Henry, 1994), *ii*) valutazioni legate alla longevità del pino, all'età degli individui più vecchi del popolamento e all'età di fruttificazione "utile" (circa 40 anni) (Bernetti, 1995), connessa al tradizionale uso della produzione di pinoli e alle relative implicazioni selvicolturali. Allo scopo di amplificare il più possibile il segnale climatico, nel calcolo delle funzioni di risposta sono stati scartati, da ognuna delle tre classi, tutti gli individui con uno sviluppo stentato o irregolare. La selezione è stata effettuata includendo solo le piante con almeno due dei tre parametri biometrici principali ( $D_{1.30}$ , H,  $A_{ins}$ ) superiori alla media meno la rispettiva deviazione standard, calcolati ad intervalli di 10 anni. Sono state, inoltre, escluse tutte le serie di lunghezza inferiore o uguale a 20 anni.

Le serie selezionate sono state standardizzate utilizzando il programma ARSTAN (Holmes, 1992), procedendo attraverso le seguenti fasi: *i*) detrendizzazione dell'accrescimento per mezzo di funzioni di tipo *cubic smoothing spline* (classe cronologica C), esponenziale negativa (classe cronologica B) o *RCS (Regional Curve Standardization)* (classe cronologica A); *ii*) trasformazione dei valori di accrescimento in indici adimensionali, dividendo i valori misurati per i corrispondenti valori stimati della funzione modellizzatrice; *iii*) calcolo di una cronologia media standardizzata per ogni classe cronologica mediante media robusta (Cook, 1985).

L'influenza del clima sull'accrescimento radiale è stata valutata tramite un'analisi delle funzioni di risposta, eseguita con il programma CALROB (*package PPPBASE*) (Guiot e Goeury, 1996). Tale programma esegue il calcolo di una regressione multipla ortogonalizzata con metodo *bootstrap* (Guiot, 1991), in cui la variabile dipendente è costituita dalle cronologie anulari standardizzate e le variabili indipendenti da 24 regressori climatici mensili - 12 per le precipitazioni (P) e 12 per le temperature (T) -, associando separatamente le precipitazioni con le temperature massime ( $P-T_{max}$ ) e con le temperature minime ( $P-T_{min}$ ). I dati climatici, relativi alla stazione di Alberese-Casello idraulico (17 m s.l.m.), sono stati organizzati, com'è consuetudine per studi sulle specie mediterranee, secondo l'anno "biologico" (Serre-Bachet, 1982), compreso fra il mese di ottobre dell'anno precedente la crescita (t-1) e il mese di settembre dell'anno di crescita (t). L'intervallo considerato copre il periodo comune di 40 anni (1958-1997) per tutte le tre classi cronologiche.

### 4. RISULTATI

#### 4.1 Caratteristiche auxonomico-strutturali e demografiche

Il raggruppamento degli alberi nelle tre classi cronologiche A, B e C mostra una buona corrispondenza

con l'organizzazione strutturale del popolamento, sia relativamente allo spazio verticale che a quello orizzontale. È possibile, infatti, distinguere agevolmente tre diversi strati arborei, con differenti *patterns* di distribuzione orizzontale (fig. 1). In particolare, per le classi cronologiche B e C è più evidente una tendenza di ripartizione a gruppi più o meno ampi, generalmente con sovrapposizione delle chiome alquanto limitata; le piante della classe A sembrano, invece, seguire uno schema di diffusione più uniforme su tutta l'area campione, con numerosi individui insediati sotto copertura o in condizioni di ombreggiamento laterale (Garfi, 1998). Anche i principali parametri biometrici mettono in risalto una certa differenziazione strutturale. Lo strato superiore, interamente rappresentato dalla classe C, ha un'altezza media di 14.76 m ( $\pm 1.27$  m) (Tabella 1) ed è nettamente separato dai due sottostanti strati arborei. Questi ultimi, ancorché distinguibili l'uno dall'altro, mostrano al loro interno un profilo meno uniforme, com'è rilevabile dai valori del coefficiente di variazione delle rispettive altezze. Analoghe considerazioni possono estendersi anche allo sviluppo delle chiome, sebbene l'entità della diversificazione fra strato superiore e intermedio appaia meno marcata.

La struttura d'età del popolamento (fig. 2) è caratterizzata principalmente dall'esistenza di un'ampia soluzione di continuità, che si protrae dalla fine dell'Ottocento alla seconda metà dei successivi anni '20. Un primo nucleo di alberi, corrispondente alla classe cronologica C, ha origine all'inizio della seconda metà dell'Ottocento ed ha un'età compresa fra 103 e 137 anni, con limitate fluttuazioni in termini di frequenza. Il secondo, che rappresenta quasi l'80% delle piante campionate, è costituito da individui di età fra 11 e 70 anni; il loro insediamento è avvenuto con continuità fra la fine degli anni '20 e la metà degli anni '80, seguendo una distribuzione di frequenza di tipo modale, con massimo intorno agli anni '60 (circa 40 anni).

Le curve dell'accrescimento radiale cumulato, costruite secondo l'età cambiale dei 25 individui di cui erano disponibili le sequenze anulari complete (fig. 3a), evidenziano una dinamica incrementale diversa in funzione dell'età. Il tasso di crescita delle piante più giovani (classe A) è nel complesso, già fin dai primi anni di vita, decisamente più modesto rispetto a quello degli individui più vecchi. Tale tendenza appare immutata anche dal confronto fra le tre curve dell'accrescimento medio cumulato, ottenute dalla cronologia di sintesi di ognuna delle tre classi cronologiche (fig. 3b). Inoltre, quest'ultima rappresentazione mette in risalto un tasso di incremento medio di entità quasi equivalente per le classi B e C durante l'intero periodo comune.

#### 4.2 Analisi dendrocronologica

I parametri dendrocronologici principali (Tabella 2), calcolati sull'intervallo comune 1958-1997, mostrano anzitutto una notevole differenza dello spessore medio degli anelli (SAM) della classe più vecchia rispetto a quello delle altre due, con una riduzione per la classe C del 52 e del 59%. In effetti, la tendenza d'età tipica della fase giovanile è ancora abbastanza pronunciata per le classi A e B (fig. 4), mentre per la classe C tale effetto sembra essersi definitivamente esaurito già a partire dai primi decenni del '900. Fra gli altri parametri statistici, la sensitività media, calcolata sia

dalla cronologia di sintesi (SMs) che dalla media delle cronologie individuali (SMi), segue un trend lievemente decrescente all'aumentare dell'età. Tuttavia, i suoi valori, assieme a quelli del coefficiente d'interdatazione (CI) e del coefficiente di correlazione intrapopolazione (CCI), sono globalmente elevati, indicando una notevole sensibilità della specie alle fluttuazioni climatiche e una soddisfacente omogeneità comportamentale dei diversi individui nell'ambito di ogni classe cronologica. Un andamento opposto caratterizza invece il coefficiente di autocorrelazione seriale di primo ordine ( $AC_1$ ); seppure crescente all'aumentare dell'età, si attesta su valori comunque esigui, dimostrando un'efficiente rimozione dell'effetto di persistenza in tutte le classi d'età dopo la standardizzazione delle serie di dati grezzi.

L'analisi delle funzioni di risposta indica che il clima spiega un'elevata percentuale della varianza nello spessore delle serie anulari. Sia nelle correlazioni con  $P-T_{max}$  che in quelle con  $P-T_{min}$  il coefficiente di determinazione ( $R^2$ ) non è mai inferiore a 0.73 (Tabella 2), con scarse variazioni in funzione dell'età. La significatività statistica, espressa dal rapporto fra il coefficiente di correlazione multipla e la sua deviazione standard ( $r/s$ ), presenta invece un andamento crescente all'aumentare dell'età. Nella classe più giovane  $r/s$  è prossimo alla soglia del 95%, nel caso della relazione con  $P-T_{max}$ , ma rimane decisamente non significativo per  $P-T_{min}$ . Solo per la classe più vecchia la significatività supera sempre il 95%.

Il profilo delle funzioni di risposta evidenzia l'assoluta prevalenza delle precipitazioni sull'accrescimento del pino domestico (fig. 5). Tuttavia, i diversi parametri climatici sembrano agire in maniera differenziata in funzione dell'età delle piante. Nella relazione  $P-T_{max}$ , l'attività cambiale annua è determinata per la classe più matura dalle disponibilità idriche derivanti dalle piogge autunnali (ottobre e novembre), mentre per la classe d'età intermedia concorrono anche le precipitazioni di dicembre. Le piante più giovani, invece, appaiono più sensibili all'ammontare delle piogge di dicembre e d'inizio primavera. Una relazione inversa fra accrescimento e quantità di pioggia sembra, inoltre, emergere nella fase tardo-estiva. Un profilo sostanzialmente analogo può osservarsi anche nel caso della relazione  $P-T_{min}$ . Le temperature, massime e minime, rivelano un'influenza diretta nel mese di gennaio, soprattutto sull'accrescimento delle classi B e C, mentre soltanto per le piante più giovani anche le massime di giugno sembrano assumere un ruolo positivo.

## 5. DISCUSSIONE

### 5.1 Gestione forestale e dinamiche auxonomiche

Il tipo di assetto strutturale che caratterizza la pineta analizzata ha una matrice a chiaro determinismo antropico. Quanto osservato in merito alla struttura d'età e, parallelamente, ai *patterns* di distribuzione orizzontale e verticale, va ricondotto principalmente all'origine dei soprassuoli e, soprattutto, alle successive dinamiche colturali e/o di utilizzazione. Riguardo al trattamento selvicolturale pregresso, in effetti, si possono ravvisare alcuni tratti di peculiarità. Inizialmente, esso consisteva in tagli di tipo "colturale", applicati in maniera saltuaria, che comportavano l'asportazione delle sole piante morte, deperienti o infrutti-

fere. Soltanto dopo il 1924, con l'acquisizione della proprietà da parte dell'Opera Nazionale Combattenti (O.N.C.), gli interventi pur conservando la connotazione originaria, assunsero un carattere migliorativo, con finalità di svecchiamento e aiuto alla rinnovazione naturale; i tagli cominciarono ad essere estesi anche alle piante soprannumerarie e a quelle eccessivamente sviluppate che ostacolavano la rinnovazione, interessando fino a 300-400 piante/anno di grosse dimensioni (Pavari, 1955; Della Valle, 1956). Ne è derivato un mosaico strutturale "composito" (Ciancio *et al.*, 1986), formato da gruppi coetanei estesi da qualche centinaio ad alcune migliaia di metri quadri, che nell'insieme hanno lasciato emergere, su ampi settori della pineta (R.D.M., 1992), una tendenza più o meno marcata verso un bosco disetaneo.

La porzione più vecchia del popolamento esaminato (classe C) rappresenta probabilmente un residuo dei vasti impianti effettuati a partire dalla prima metà dell'Ottocento, per la bonifica ed il consolidamento delle dune della Tenuta di Alberese (Gatteschi e Milanesi, 1975). Le piante attuali, inizialmente cresciute in una condizione riferibile al bosco coetaneo, costituiscono verosimilmente gli individui dominanti o più produttivi dell'originario soprassuolo, per cui sono stati esclusi dai diversi interventi colturali o di utilizzazione. È assai plausibile, quindi, che il loro accrescimento non abbia risentito significativamente di fenomeni di competizione individuale. Considerazioni analoghe possono estendersi anche alla classe cronologica B, la cui genesi potrebbe farsi risalire a processi di rinnovazione naturale attivati nelle chiarie di origine colturale, venutesi a creare in seguito alla nuova fase di impulso gestionale avviata dall'O.N.C.. In entrambi i casi, infatti, l'accrescimento giovanile è stato abbastanza sostenuto e di entità comparabile per l'intera durata del periodo comune (fig. 3a, b).

I *patterns* spaziali e di crescita delle piante più giovani di 40 anni riflettono invece circostanze diverse. La loro maggiore uniformità distributiva sembra potersi collegare a variazioni delle modalità di trattamento a partire dagli anni '60, che l'istituzione del Parco Naturale della Maremma (1975) ha ulteriormente perseguito con l'applicazione di un nuovo regime vincolistico (Ciancio *et al.*, 1986; Garfi, 1998). Da questo periodo in poi, una riduzione di frequenza e d'intensità delle cure colturali e quindi una minore disponibilità di spazi aperti sufficientemente estesi, hanno determinato condizioni di eccessivo ombreggiamento da parte degli strati più vecchi. In tali condizioni di insediamento, l'effetto di una competizione luminosa più o meno intensa può spiegare il basso tasso di crescita radiale a parità di età cambiale, oltre che la relativa disomogeneità nell'occupazione dello spazio verticale. Inoltre, a quanto finora rilevato sembra potersi collegare anche una sensibile diminuzione nell'efficacia dei processi di rinnovazione naturale, come desumibile dal brusco abbassamento delle frequenze nella struttura d'età dopo il 1970 (fig. 2). Tale situazione, peraltro già rilevata anche in altri studi (Ciancio *et al.*, 1986; Garfi, 1998), prelude ad un progressivo arresto dei processi di disetaneizzazione.

### 5.2 Accrescimento e risposta climatica: il ruolo dell'età

I principali parametri dendrocronologici offrono indicazioni aggiuntive riguardo agli effetti della competizione e

alle ulteriori ripercussioni in termini di risposta funzionale nei confronti dell'ambiente. La sensibilità media (SMs ed SMi) globalmente elevata, è ben al di sopra del valore soglia di 0,20 (Fritts, 1976) e di quello di altre popolazioni di pino domestico dello stesso sito (Gandolfo, 1999) e della Francia mediterranea (Gadbin-Henry, 1994), traducendo un contenuto ricco di informazione climatica, indipendentemente dall'età. Tuttavia, la sua diminuzione al crescere dell'età solleva qualche perplessità. Secondo quanto osservato per *Larix decidua* sulle Alpi orientali (Carrer e Urbinati, 2004), un trend inverso avrebbe avuto carattere di maggiore coerenza, in quanto nelle piante più vecchie il segnale climatico dovrebbe essere meno disturbato da altri fattori, come ad esempio la competizione individuale. A sostegno di questa affermazione sembra andare la maggiore eterogeneità comportamentale degli alberi della classe A nei confronti del clima, espressa dai valori più bassi di CI e CCI. Comunque, nel caso in esame, bisogna anche considerare che tali risultati potrebbero essere stati artificialmente condizionati dalla tendenza d'età che, per la brevità del periodo d'analisi considerato (40 anni), è ancora ben marcata per le classi A e B (fig. 4).

I risultati delle funzioni di risposta consentono una valutazione più diretta e dettagliata delle relazioni fra clima e accrescimento. Nel complesso, il clima sembra intervenire in maniera determinante nel controllo dell'attività cambiale ( $R^2$  compreso fra 0,73 e 0,80), anche se il comportamento delle piante non sempre mostra un andamento lineare in funzione dell'età. In tal senso, una tendenza più netta appare invece in termini di significatività. Sulla base dei valori poco o affatto significativi di  $r/s$ , soprattutto per le piante più giovani di 40 anni, il segnale climatico sembra disturbato dall'influenza di altri fattori, verosimilmente riconducibili ad effetti della competizione interclasse.

Nei riguardi delle diverse variabili climatiche, l'elemento principale che accomuna tutte le classi d'età è la maggiore importanza delle precipitazioni rispetto alle temperature nei riguardi dell'accrescimento anulare, conformemente a quanto già riscontrato per la specie in altri studi (Cherubini, 1994; Gadbin-Henry, 1994; Gandolfo, 1999; Akkemik, 2000). In particolare, l'abbondanza delle piogge nel periodo anteriore alla stagione di crescita esercita un'influenza diretta sull'attività cambiale, soprattutto in relazione alla formazione del legno primaticcio (Gandolfo, 1999). Si tratta, in effetti, del periodo in cui sono concentrate la maggior parte delle precipitazioni annue, che sono anche quelle di importanza fondamentale per la ricostituzione della falda freatica dopo il periodo di aridità estiva, e che rappresentano la risorsa idrica principale ai fini dell'accrescimento (Gandolfo, 1999). Però, diversamente dai risultati ottenuti per *Larix decidua* e *Pinus cembra* in ambiente alpino (Carrer e Urbinati, 2004), nelle pinete di Alberese l'età delle piante sembra avere un ruolo importante nel modulare la risposta incrementale ai diversi parametri mensili, così come osservato anche per *Picea glauca*, nel Canada subartico (Szeicz e MacDonald, 1994, 1995). La classe più giovane mostra, infatti, qualche particolarità comportamentale rispetto alle altre due, in quanto il suo accrescimento annuo sembra determinato, più che dalle piogge autunnali, dall'abbondanza delle precipitazioni dei mesi di dicembre e marzo. Questa differenza è probabilmente legata alla differente capacità delle piante di età diversa di utilizzare le

risorse idriche sotterranee (He *et al.*, 2005). Queste sono più facilmente esplorabili a profondità superiori dagli apparati radicali più sviluppati degli alberi più maturi, in dipendenza di due fattori: *i*) la scarsa capacità di ritenuta idrica dei suoli, dovuta alla quasi totale assenza di struttura e alla tessitura sabbiosa, comporta un rapido drenaggio delle acque meteoriche alle maggiori profondità, che generalmente arrivano al livello piezometrico massimo soltanto a febbraio-aprile (Gandolfo, 1999); *ii*) la totale mancanza di radici fini nei primi 15 cm di suolo, che preclude l'utilizzazione delle risorse degli orizzonti più superficiali (Fratteggiani *et al.*, 1991 in Gandolfo, 1999). Dunque, le piante più giovani, il cui apparato ipogeo non ha ancora raggiunto il massimo sviluppo in profondità, possono avvalersi principalmente delle sole risorse idriche rese disponibili con le piogge dei mesi più vicini o coincidenti con l'inizio dell'attività vegetativa, mostrandosi indifferenti nei confronti delle più copiose precipitazioni autunnali.

Di più difficile interpretazione appare la relazione tendenzialmente inversa con le precipitazioni tardo-estive, ottenuta per le due classi più vecchie. Alcuni dati di letteratura (Gadbin-Henry, 1994; Gandolfo, 1999; Akkemik, 2000) mostrano risultati globalmente opposti, sebbene poco omogenei, indicando un'influenza positiva o nulla delle piogge di settembre, subordinata soprattutto alle caratteristiche del substrato o di altre variabili microstazionali. In particolare, Gandolfo (1999) riferisce dell'importanza di queste precipitazioni nella formazione del legno tardivo. Nel caso esaminato è possibile, comunque, che in dipendenza di non meglio definite situazioni microstazionali specifiche, le prime piogge di settembre dopo la stasi estiva possano riattivare processi metabolici che comportano un dispendio di sostanze di riserva, ma senza riuscire a tradursi in un ulteriore incremento dell'anello già formato, riducendo così le potenzialità di crescita della stagione successiva. D'altra parte, la presenza di falsi anelli, solitamente indicatori di processi di crescita policiclica, era stata del tutto trascurabile nel materiale analizzato, come riscontrato anche da Cherubini (1994) sulle pinete del litorale pisano.

L'influenza positiva delle elevate temperature, sia massime che minime, di gennaio non è stata osservata in nessuno degli studi sul pino domestico finora citati. La sua azione riguarda però soltanto le piante più mature, oltretutto non esposte in questo periodo dell'anno a problemi di approvvigionamento idrico. Essa potrebbe intuitivamente essere interpretata in termini di anticipazione dei processi fenologici correlati all'avvio dell'attività cambiale, determinando un allungamento della fase di attiva crescita e quindi uno spessore maggiore dell'anello annuale. Qualche autore (Pederson *et al.*, 2004) suggerisce spiegazioni simili, ma riferite a specie ed ambiti del tutto diversi (*Chamaecyparis thyoides* e *Pinus rigida*, NE degli Stati Uniti). Anche la relazione diretta fra l'accrescimento delle piante più giovani e le tempera-

ture massime di giugno lascia qualche perplessità, soprattutto in riferimento al fatto che una risposta di segno contrario sarebbe stata più coerente con le caratteristiche della specie e dell'ambiente (Gadbin-Henry, 1994).

## 6. CONCLUSIONI

L'esistenza di interruzioni della copertura più o meno ampie sembra rappresentare un fattore chiave nella dinamica strutturale/demografica di questi popolamenti. Conferme in tal senso provengono anche da studi effettuati su foreste vetuste, seppure di specie diverse dal pino domestico (Pollmann, 2003; Piovesan *et al.*, 2005). In tali studi si sottolinea l'importanza dei disturbi, di natura antropica e non, su scala spazio-temporale variabile nel raggiungimento di uno stato d'equilibrio funzionale degli ecosistemi forestali.

Nella pineta di Alberese, gli interventi selvicolturali della prima fase gestionale, simulando disturbi naturali frequenti e su superfici ridotte, avevano portato all'affermazione di *patterns* strutturali e demografici che esprimevano una situazione di soddisfacente equilibrio funzionale. Le variazioni di trattamento adottate negli ultimi decenni, in aggiunta ai problemi creati all'incremento demografico della fauna selvatica (predazione del seme, danni alla rinnovazione, etc.) grazie al regime protezionistico del Parco (Garfi, 1998), hanno determinato scenari diversi: si è interrotta la continuità dei processi dinamici preesistenti e si sono innescati meccanismi nuovi e, verosimilmente, tuttora lontani da una condizione di sufficiente stabilità ecosistemica. Le conseguenze più evidenti sono la notevole diminuzione della rinnovazione naturale, una dinamica auxonomica rallentata ed irregolare e, infine, un'alterazione progressiva dei processi di disetaneizzazione.

Sul piano più strettamente ecologico, il pino sembra molto ben adattato all'ambiente in cui vegeta, in relazione alla sua capacità di utilizzare efficacemente le risorse idriche disponibili nel corso dell'anno. Inoltre, nei riguardi dell'acqua non sembra esserci una significativa competizione da parte delle piante più mature nei confronti degli individui in fase giovanile, in quanto le richieste idriche alle diverse età mostrano una scalarità temporale che non determina particolare sovrapposizione. È del tutto plausibile, dunque, che l'accrescimento ridotto e disomogeneo delle piante più giovani possa ricondursi soprattutto a problemi di minore efficienza fotosintetica dovuta alla maggiore competizione luminosa, in seguito alla diminuita intensività colturale. Un programma gestionale più attivo, in grado di modulare con la massima accuratezza gli interventi selvicolturali nello spazio e nel tempo, e un maggiore controllo della fauna selvatica, potrebbe ripristinare una situazione di migliore efficienza funzionale, con l'obiettivo ultimo di pervenire nel tempo ad un equilibrio dinamico retto prevalentemente da processi naturali.



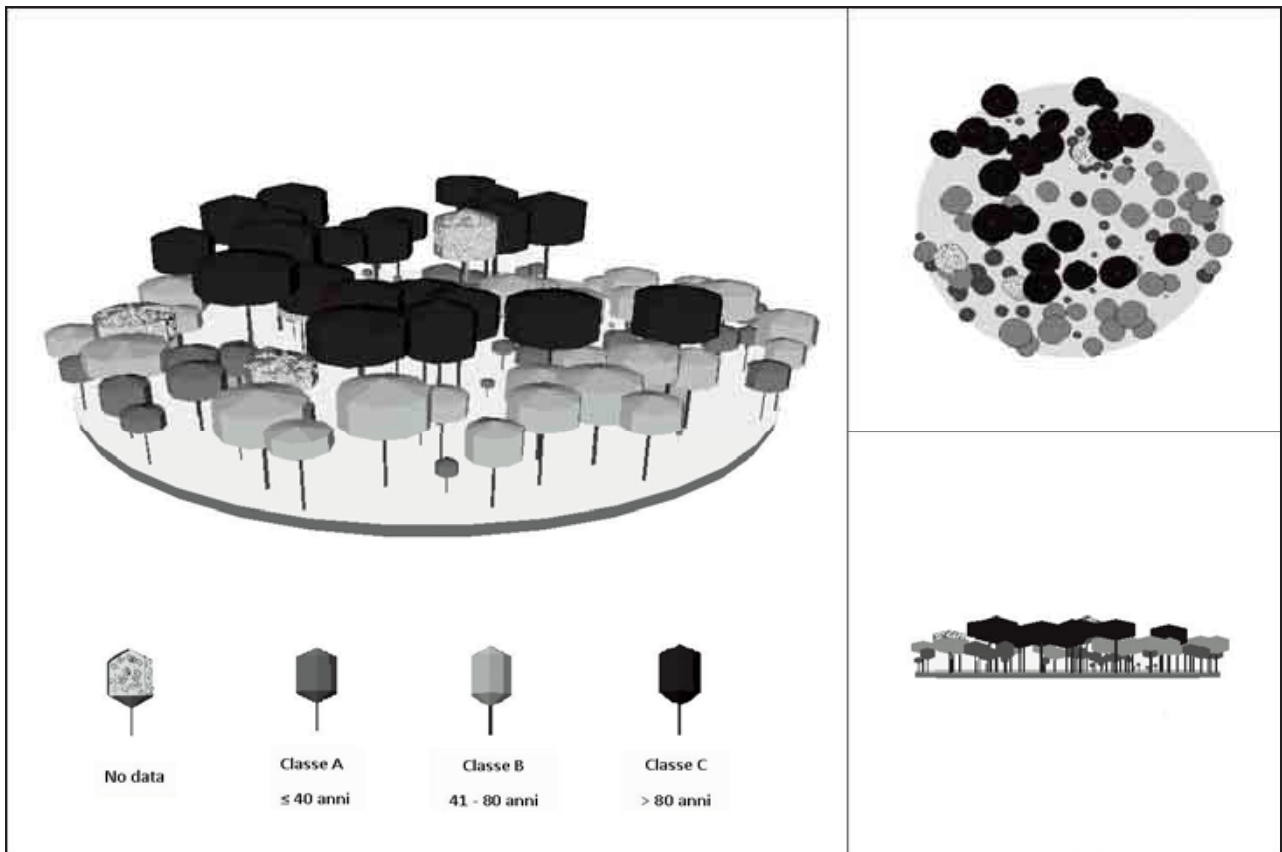


Figura 1. Organizzazione strutturale del popolamento indagato.  
 Figure 1. Structural patterns of the investigated stands.  
 Figure 1. Organisation structurale des peuplements analysés.

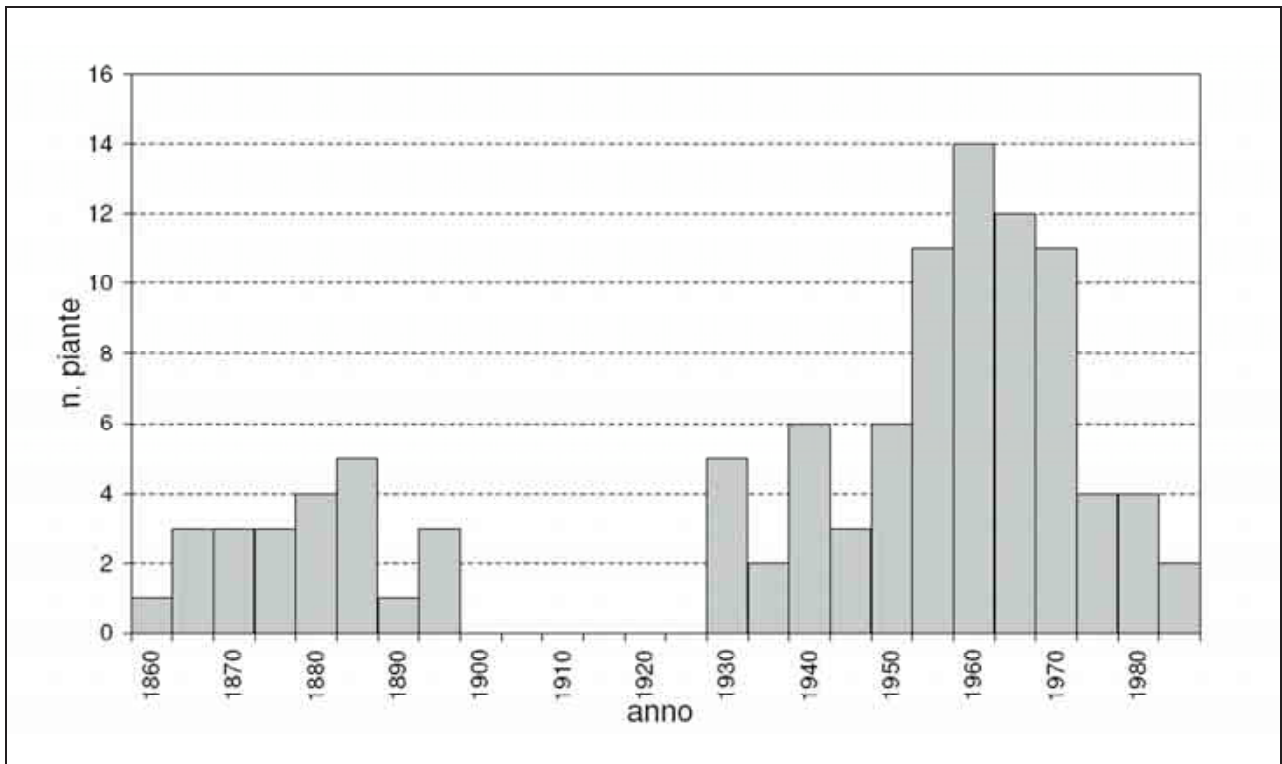


Figura 2. Struttura d'età del popolamento indagato.  
 Figure 2. Age distribution of the investigated stands.  
 Figure 2. Structure d'âge des peuplements analysés.

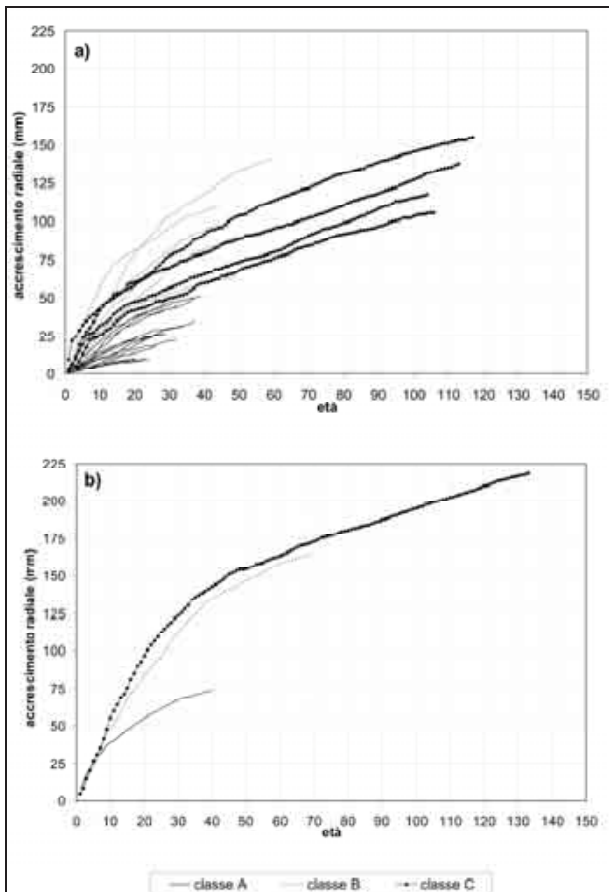


Figura 3. Accrescimento radiale cumulato secondo l'età cambiale delle tre classi cronologiche. a) curve riferite alle sole cronologie individuali che comprendono il midollo; b) curve costruite a partire dalla cronologia di sintesi di ogni classe cronologica.

Figure 3. Cumulated radial growth, according to the cambial age of the three age classes. a) curves refer only to tree chronologies including the pith; b) curves derived from mean chronologies of each age class.

Figure 3. Croissance radiale cumulée selon l'âge cambiale des trois classes chronologiques. a) courbes des seules chronologies individuelles comprenant la moëlle; b) courbes dérivées des chronologies de synthèse de chaque classe chronologique.

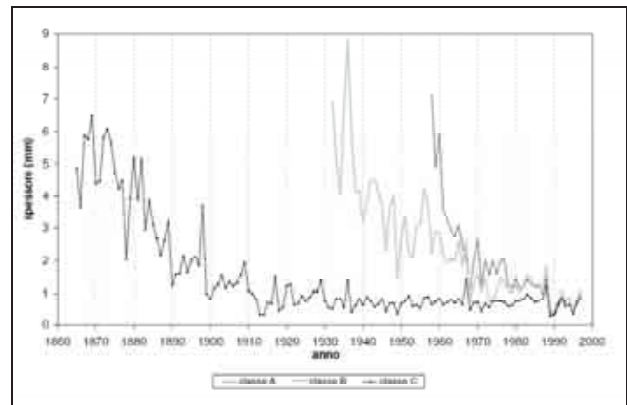


Figura 4. Cronologie di sintesi delle tre classi d'età.

Figure 4. Mean chronologies of the three age classes.

Figure 4. Chronologies de synthèse des trois classes d'âge.

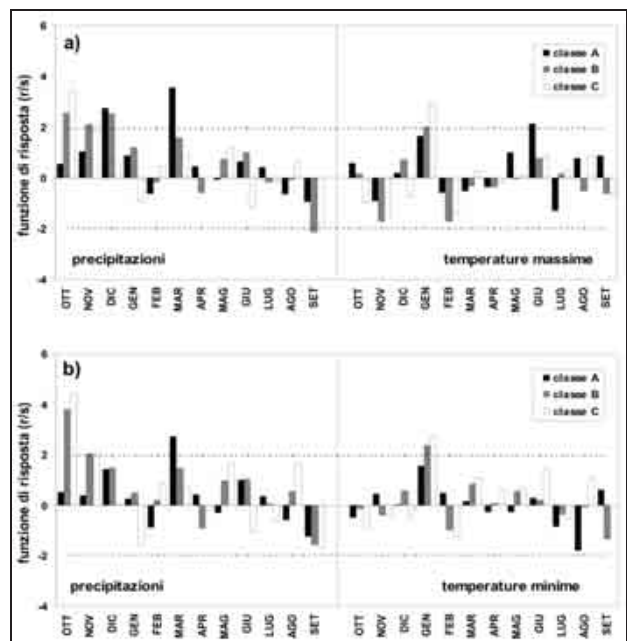


Figura 5. Funzioni di risposta: a) relazione P-T<sub>max</sub>; b) relazione P-T<sub>min</sub>. Le linee tratteggiate corrispondono alla soglia di significatività del 95% con 1000 repliche bootstrap.

Figure 5. Response functions: a) relationship P-T<sub>max</sub>; b) relationship P-T<sub>min</sub>. Horizontal dotted lines correspond to 95% significance threshold of 1000 bootstrap replications.

Figure 5. Fonctions de réponse: a) relation P-T<sub>max</sub>; b) relation P-T<sub>min</sub>. Les lignes en tirets horizontales correspondent au seuil de signification de 95% des 1000 répliques bootstrap.

classe d'età		n. alberi	D <sub>1.30</sub> (cm)	std	CV	H (m)	std	CV	A <sub>ms</sub> (m <sup>2</sup> )	std	CV
A	≤40	56	12.56	6.61	0.53	5.52	2.09	0.38	9.64	7.76	0.80
B	41-80	31	27.61	6.44	0.23	9.53	1.62	0.17	32.91	13.72	0.42
C	>80	24	42.22	5.13	0.12	14.76	1.27	0.09	62.44	18.52	0.30
totale		111									

Note: D<sub>1.30</sub>, diametro a 1.30 m; H, altezza dendrometrica; A<sub>ms</sub>, area d'insidenza della chioma; std, deviazione standard; CV, coefficiente di variazione.  
D<sub>1.30</sub>, diameter at dbh; H, total height; A<sub>ms</sub>, area of crown projection; std, standard deviation; CV, variation coefficient.  
D<sub>1.30</sub>, diamètre à 1.30 m; H, hauteur total; A<sub>ms</sub>, surface de projection du houppier; std, deviation standard; CV, coefficient de variation.

Tabella 1. Principali caratteristiche biometriche dei popolamenti indagati.

Table 1. Main biometric feature of the investigated stands.

Tableau 1. Caractéristiques biométriques principales des peuplements analysés.

		statistiche di base							funzioni di risposta						
classe d'età		n. alberi	sensitività media			CI	AC <sub>1</sub>	CCI	n. alberi	P-Tmax			P-Tmin		
			SAM	SMs	SMi					R <sup>2</sup>	r/s	p	R <sup>2</sup>	r/s	p
A	≤40	52	1.222	0.292	0.423	0.690	0.044	0.647	26	0.80	1.85	<0.1	0.79	0.89	ns
B	41-80	28	1.368	0.283	0.353	0.803	0.109	0.775	23	0.77	2.03	<0.05	0.75	1.68	<0.1
C	>80	23	0.715	0.269	0.352	0.765	0.147	0.719	21	0.73	2.13	<0.05	0.76	2.01	<0.05
	totale	103							70						

*Note: SAM, spessore medio anulare; SMs, sensitività media sulla cronologia di sintesi; SMi, sensitività media sulla media delle cronologie individuali; CI, coefficiente d'interdatazione; AC<sub>1</sub>, coefficiente d'autocorrelazione d'ordine 1; CCI, coefficiente di correlazione inter-individuale; R<sup>2</sup>, coefficiente di determinazione; r/s, coefficiente di correlazione multipla diviso per la sua deviazione standard; p, significatività statistica.*  
*SAM, mean ring width; SMs, class chronology mean sensitivity; SMi, average of tree chronologies mean sensitivity; CI, cross-dating coefficient; AC<sub>1</sub>, first-order autocorrelation coefficient; CCI, inter-tree correlation coefficient; R<sup>2</sup>, coefficient of determination; r/s, mean multiple correlation coefficient divided by its standard deviation; p, statistic significance.*  
*SAM, épaisseur annulaire moyen; SMs, sensibilité moyenne basée sur la chronologie maîtresse; SMi, sensibilité moyenne basée sur la moyenne des valeurs des chronologies individuelles; CI, coefficient d'interdatation; AC<sub>1</sub>, coefficient d'autocorrélation d'ordre 1; CCI, coefficient de corrélation inter-individuelle; R<sup>2</sup>, coefficient de détermination; r/s, coefficient de corrélation multiple divisé par sa déviation standard; p, signification statistique.*

Tabella 2. Caratteristiche dendrocronologiche principali e parametri delle funzioni di risposta dei popolamenti indagati.

Table 2. Main dendrochronological features and response functions parameters of the investigated stands.

Tableau 2. Caractéristiques dendrochronologiques principales et paramètres des fonctions de réponse des peuplements analysés.

## SUMMARY

### FOREST MANAGEMENT AND ECOSYSTEM FUNCTIONALITY: CLIMATE/GROWTH RELATIONSHIPS IN MULTI-LAYER STONE PINE STANDS IN THE MAREMMA NATURE PARK

In a multi-layered stone pine stand, age-dependent auxonomic features and growth/climate relationships through response functions were investigated. The aims were to assess, at different development stages, the effects of forest management on growth dynamics and the influence of climatic variables on annual radial growth.

Results highlighted the importance of canopy gaps at different spatio-temporal scale in achieving a functional steady state, both in terms of growth, and spatial and demographic patterns. In the ecological point of view, the species is well adapted to the current environment, being able to efficiently exploit resources, especially related to its water needs.

Some behavioural peculiarities were observed, depending on age: in the juvenile stage, growth seems to rely mainly on rainfalls occurring closest to, or coinciding with, the start of growing season; the role of the abundant autumn precipitations looks negligible, whereas they have a decisive influence on the growth of mature trees.

Therefore, young trees more likely experienced more strong competition for light than for water. This could be partially mitigated by a more intensive management program, in order to promote trends towards a greater ecosystem functionality.

## RÉSUMÉ

### GESTION FORESTIERE ET FONCTIONNALITE ECOSYSTEMIQUE: RELATIONS CLIMAT/CROISSANCE EN FUTAIES MULTI-STRATIFIEES DE PIN PIGNON DANS LE PARC NATUREL DE LA MAREMME

Dans un peuplement forestier multi-stratifié de pin pignon ont été analysées les caractéristiques auxonomiques et les relations cernes/climat, à travers des fonctions de réponse, selon l'âge individuel. Le but était d'évaluer, dans les différents stades de développement, les effets de la gestion forestière sur la dynamique incrémentale des arbres et l'action des variables climatiques sur la croissance radiale annuelle.

Les résultats ont mis en évidence le rôle-clé des interruptions de la canopée, à une échelle spatio-temporelle variée, dans l'accomplissement d'un stade d'équilibre fonctionnel, soit au niveau de la croissance que de l'organisation spatiale et démographique. Du point de vue écologique, l'espèce est bien adaptée à l'environnement actuel, étant bien capable d'utiliser les ressources disponibles, surtout par rapport à ses exigences hydriques. Quelques particularités comportementales émergent en fonction de l'âge: la croissance des arbres en phase juvénile semble bénéficier surtout des précipitations des mois les plus proches voire coïncidents au début de la saison végétative, alors qu'il apparaît tout à fait négligeable le rôle des abondantes pluies automnales, au contraire d'importance décisive dans les stades adultes.

La croissance des arbres les plus jeunes semble avoir souffert à un certain degré des perturbations dues plus à

une compétition pour la lumière que pour l'eau, engendrant des implications qu'une gestion plus intensive pourrait partiellement réduire, en promouvant une tendance vers une fonctionnalité écosystémique plus importante.

#### BIBLIOGRAFIA

- Akkemik Ü., 2000 – *Dendroclimatology of Umbrella pine (Pinus pinea L.) in Istanbul, Turkey*. Tree-Ring Bulletin, 56: 17-20.
- Applequist M.B., 1958 – *A simple pith locator for use with off-center increment cores*. J. For., 56 (2): 141.
- Arrigoni P.V., Nardi E., Raffaelli M., 1985 – *La vegetazione del Parco naturale della Maremma (Toscana)*. Lit. Art. Cartogr., Firenze.
- Bernetti G., 1995 – *Selvicoltura speciale*. UTET, Torino, 415 p.
- Carrer M., Urbinati C., 2004 – *Age-dependent tree-ring growth responses to climate in Larix decidua and Pinus cembra*. Ecology, 85 (3): 730-740.
- Cherubini P., 1994 – *Studio dendroecologico su Pinus pinea L. in due differenti stazioni sulla costa mediterranea*. Dendrochronologia, 11: 87-99.
- Ciancio O., Cutini A., Mercurio R., Veracini A., 1986 – *Sulla struttura della pineta di pino domestico di Alberese*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, Vol. XVII.
- Clark S.L., Hallgren S.W., 2004 – *Age estimation of Quercus marilandica and Quercus stellata: applications for interpreting stand dynamics*. Can. J. For. Res., 34: 1853-1858.
- Cook E.R., 1985 – *A time series approach to tree-ring standardization*. Dissertation, University of Arizona, Tucson, Arizona, USA.
- Della Valle C., 1956 – *Le bonifiche di Maccarese e di Alberese*. Memorie di Geografia Economica, Anno VIII, Vol. XIV: 90-147.
- Ferrari G.A., Magaldi G., Raspi A., 1970 – *Osservazioni micromorfologiche e sedimentologiche su alcuni paleosuoli dei dintorni di Grosseto*. Mem. Soc. Tosc. Sc. Nat., Pisa.
- Fritts H.C., 1976 – *Tree Rings and Climate*. Academic Press, New York, 567 p.
- Gabbriellini A., 1991 – *La tenuta di Alberese e i suoi boschi: un esempio di trasformazione del paesaggio*. Cellulosa e Carta, 4: 2-6.
- Gadbin-Henry C., 1994 – *Étude dendroécologique de Pinus pinea L. Aspects méthodologiques*. Thèse de docteur en Sciences, Univ. Aix-Marseille III, 80 p.
- Gandolfo G.P., 1999 – *Fattori ambientali, relazioni idriche e dendroecologia del pino domestico (Pinus pinea L.) ad Alberese (GR)*. Tesi Dottorato, Università di Padova, 103 p. + allegati.
- Garfi V., 1998 – *Gestione delle strutture irregolari. Un caso di studio: la pineta di pino domestico (Pinus pinea L.) di Alberese*. Tesi Dottorato, Università di Firenze, 98 p.
- Gatteschi P., Milanese B., 1975 – *I boschi della Tenuta Granducale di Alberese nel Parco dell'Uccellina*. Ispettorato Ripartimentale delle Foreste. Grosseto.
- Guiot J., 1991 – *The bootstrapped response function*. Tree-Ring Bulletin, 51: 39-41.
- Guiot J., Goeury C., 1996 – *PPPBASE, a software for statistical analysis of paleoecological and paleoclimatological data*. Dendrochronologia, 14: 295-300.
- He J.S., Zhang Q.B., Bazzaz F.A., 2005 – *Differential drought responses between saplings and adult trees in four co-occurring species of New England*. Trees, 19: 442-450.
- Holmes R.L., 1983 – *Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement*. Tree-Ring Bulletin, 43: 69-75.
- Holmes R.L., 1992 – *Dendrochronology Program Library user's manual*. Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tucson, Arizona, USA.
- Motta R., Lingua E., 2005 – *Human impact on size, age, and spatial structure in a mixed European larch and Swiss stone pine forest in the western Italian Alps*. Can. J. For. Res., 35: 1809-1820.
- Pavari A., 1955 – *Sul trattamento delle pinete di pino domestico (Pinus pinea L.)*. Atti del Congresso Nazionale di Selvicoltura. Vol. I, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Pederson N., Cook E.R., Jacoby G.C., Peteet D.M., Griffin K.L., 2004 – *The influence of winter temperatures on the annual radial growth of six Northern Range margin tree species*. Dendrochronologia, 22: 7-29.
- Piovesan G., Di Filippo A., Alessandrini A., Biondi F., Schirone B., 2005 – *Structure, dynamics and dendroecology of an old-growth Fagus forest in the Apennines*. J. Veg. Sci., 16: 13-28.
- Pollmann W., 2003 – *Stand structure and dendroecology of an old-growth Nothofagus forest in Conguillio National Park, South Chile*. Forest Ecology and Management, 176: 87-103.
- RDM, 1992 – *Piano di gestione forestale del Parco Naturale della Maremma*. (dattiloscritto).
- Serre-Bachet F., 1982 – *The Mediterranean Area. Comment. In: «Climate from tree-rings», a cura di M.K. Hughes et al.*, Cambridge Univ. Press, pp.153-155.
- Stokes M.A., Smiley T.L., 1968 – *An introduction to tree-ring dating*. The University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Szeicz J.M., MacDonald G.M., 1994 – *Age-dependent tree-ring growth responses of subarctic white spruce to climate*. Can. J. For. Res., 23: 120-132.
- Szeicz J.M., MacDonald G.M., 1995 – *Dendroclimatic reconstruction of summer temperatures in northwestern Canada since A.D. 1638 based on age-dependent modeling*. Quat. Res., 44: 257-266.





## SESSIONE 5

# SELVICOLTURA: PROTEZIONE DELLE FORESTE

*Coordinatori*

Andrea Battisti  
Luigi Masutti

*Chairman*

Giuseppe Surico



## RISK MAPPING PER ATTACCHI DI BOSTRICO TIPOGRAFO NEI BOSCHI DEL FRIULI VENEZIA GIULIA

(\*) Dipartimento di Biologia e Protezione delle Piante, Università degli Studi di Udine

Nel Friuli Venezia Giulia un programma di monitoraggio fitosanitario forestale operativo dal 1994 ha evidenziato che il bostrico tipografo, *Ips typographus*, è la specie più dannosa nei boschi della regione con oltre 28000 m<sup>3</sup> di utilizzazioni forzate registrate in 14 anni di osservazioni.

Lo studio dei dati relativi ai focolai di infestazione è stato associato ad una analisi della distribuzione e delle caratteristiche dei diversi tipi forestali presenti in Friuli Venezia Giulia, allo scopo di disegnare una carta del rischio fitosanitario basata sull'impiego del GIS (Geographic Information System). In questo modo è stato possibile individuare i boschi in cui risulta più conveniente concentrare gli interventi di controllo e di prevenzione degli attacchi dell'insetto.

*Parole chiave:* stima del rischio, *Ips typographus*, Geographic Information System.

*Key words:* risk assessment, *Ips typographus*, Geographic Information System.

*Mots clés:* évaluation du risque, *Ips typographus*, Geographic Information System.

### 1. INTRODUZIONE

In Friuli Venezia Giulia è operativo dal 1994 un programma di monitoraggio fitosanitario forestale (BAUSINVE) che tra le diverse attività comprende anche un inventario permanente dei danni causati da agenti patogeni, insetti ed eventi meteorici ai boschi (Stergulc *et al.*, 2002).

Nel database dell'Inventario sono attualmente contenuti circa 3500 records che riportano, oltre all'agente e all'ammontare dei danni, anche numerosi dati relativi alle caratteristiche dei popolamenti forestali colpiti e le coordinate geografiche degli eventi.

Nel periodo di osservazione 1994-2007 il bostrico tipografo *Ips typographus* (L.) (Coleoptera Scolytidae) si è reso responsabile di numerosi episodi di infestazione nei popolamenti di abete rosso, affermandosi come il più importante agente di danno alle foreste regionali di natura biotica.

La distribuzione dei focolai di infestazione e la definizione di criteri per valutare la vulnerabilità delle foreste regionali agli attacchi di questo insetto sono stati oggetto di una prima serie di indagini (Bernardinelli, 2007; Bernardinelli *et al.*, 2008), cui si intende dare un seguito con il presente lavoro, che prende in considerazione anche alcuni aspetti riferibili all'incidenza dei danni da bostrico in boschi diversi per condizioni ecologiche e per gestione forestale.

Uno strumento utile per assumere decisioni al riguardo potrebbe essere la realizzazione di una carta del rischio di attacco da bostrico che recepisca anche le informazioni sul valore dei boschi desunte dai più recenti studi di tipologia forestale.

Le conseguenze delle infestazioni di bostrico possono risultare molto diverse a seconda del grado di naturalità dei popolamenti e delle funzioni che essi svolgono. Vi sono quindi situazioni in cui può essere conveniente o addirittura necessario adottare azioni di prevenzione o, in presenza di focolai attivi, eseguire interventi di lotta contro l'insetto. In altri casi, invece, le condizioni del soprassuolo rendono inutili gli interventi di controllo, in quanto l'azione del bostrico è in tutta evidenza parte di un processo naturale teso all'affermazione di sistemi forestali più stabili.

### 2. MATERIALI E METODI

#### 2.1 Tipi forestali

In Friuli Venezia Giulia esiste una dettagliata carta regionale dei tipi forestali che copre una superficie di 2660 km<sup>2</sup> e distingue 105 differenti tipi forestali, suddivisi a loro volta in 348 sottotipi. Ogni tipo è descritto in apposite schede dove sono indicati anche degli indici naturalistico-paesaggistici originali, composti da tre valori: valore naturalistico, naturalità e valore estetico-paesaggistico; ciascuno di questi indicatori è suddiviso in 3 subindici in funzione delle scelte gestionali (Del Favero *et al.*, 1998). Nel presente lavoro si è ritenuto di utilizzare soltanto l'indice relativo al valore naturalistico, nel suo subindice di gestione ordinaria del bosco (di seguito denominato VNG) in quanto capace di meglio esprimere nel complesso il valore del bosco in un regime di gestione che segua la prassi colturale senza particolari accorgimenti o attenzioni.

Per semplificare le considerazioni e per meglio gestire i dati della carta regionale dei tipi forestali, si è scelto di raggruppare i tipi forestali dove l'abete rosso è una specie predominante in soli 9 tipi, ai quali l'indice VNG è stato attribuito calcolando la media ponderata del valore dello stesso attribuito a ciascun tipo forestale in funzione della sua superficie. Questo indice è espresso da valori compresi tra 1 e 5, dove il valore più alto indica la situazione naturalisticamente più positiva; si è ritenuto quindi che il valore 2,5 potesse rappresentare una soglia per distinguere i tipi forestali di maggior pregio naturalistico-gestionale ( $VNG > 2,5$ ) da quelli di minor pregio ( $VNG \leq 2,5$ ).

Da questa rappresentazione sono stati esclusi gli impianti di abete rosso, che hanno una superficie di 2401 ha e sono descritti in 2 tipi e 65 differenti sottotipi forestali. In considerazione della loro ubicazione prevalentemente prealpina e delle condizioni di degrado in cui versano, questi soprassuoli non sono stati presi in considerazione ai fini della realizzazione di una carta del rischio.

#### 2.2 Danni

Dalla base di dati BAUSINVE sono state estratte tutte le segnalazioni di danni causati dal bostrico tipografo nel peri-



odo 1994-2007 per un totale di 714 records e 28350 m<sup>3</sup> di bostricato rilevato su alberi in piedi.

I danni sono stati analizzati in relazione ai 9 tipi forestali principali in precedenza descritti e il volume di bostricato di ogni tipo è stato diviso per la rispettiva superficie. In questo modo si sono ottenuti valori che possono essere considerati indicatori di vulnerabilità del tipo forestale (tanto più alto il valore, tanto più elevata la vulnerabilità all'attacco da parte di *Ips typographus*). Questi valori sono stati poi divisi per l'indice medio calcolato considerando il rapporto tra i danni totali e la superficie totale dei tipi a prevalenza di abete rosso; così facendo si sono ottenuti per i diversi tipi valori compresi tra 0,12 a 3,56 che rappresentano un indice di vulnerabilità (IV) (tabella 1); i valori superiori a 1 indicano una vulnerabilità maggiore della media e valori inferiori a 1 indicano vulnerabilità inferiore alla media.

### 2.3 Elaborazione dati

#### 2.3.1 Statistica

Per valutare se i tipi forestali possano rappresentare di per sé un indicatore della vulnerabilità del bosco agli attacchi di bostrico si è utilizzato il *Goodness of fit test* (Sokal and Rohlf, 1995). Questo test permette di stimare quale sia la probabilità che la distribuzione dei danni effettivamente osservata tra i differenti tipi forestali sia espressione di una distribuzione dei danni prevista da un modello di distribuzione delle frequenze. In particolare, il confronto è stato fatto tra la distribuzione effettivamente osservata dei danni a carico dei diversi tipi forestali e una distribuzione casuale degli stessi, generata mediante tecniche di *resampling* (Simons, 1997; Grosberg, 2006) con un milione di iterazioni.

In questo lavoro le differenze fra le due distribuzioni dei danni (prevista e osservata) sono state considerate significative solo per un valore di  $p < 0,001$ .

#### 2.3.2 Operazioni GIS

Mediante l'utilizzo del software ArcGis™(ESRI) si è provveduto a riclassificare il valore naturalistico-gestionale attribuito ai diversi tipi forestali in due classi utilizzando il valore 2 come soglia (alto:  $VNG > 2,5$ ; basso:  $VNG \leq 2,5$ ).

Per l'indice di vulnerabilità si è fatta la stessa operazione di riclassificazione utilizzando il valore 1 come soglia per distinguere tipi forestali con vulnerabilità elevata e tipi forestali con vulnerabilità bassa (alto:  $IV \geq 1$ ; basso:  $IV < 1$ ).

Dalla combinazione dei dati relativi al valore naturalistico-gestionale (VNG) dei tipi forestali e di quelli relativi alla vulnerabilità (IV) agli attacchi di bostrico ottenuti dalla riclassificazione è possibile riconoscere 4 diverse condizioni, caratterizzate come di seguito indicato.

- VNG alto e IV basso => Boschi ad elevato valore naturalistico-gestionale con scarsa vulnerabilità alle infestazioni di *Ips typographus*; in questi boschi non è necessaria una particolare attenzione all'adozione di misure di prevenzione.
- VNG alto e IV alto => Boschi ad elevato valore naturalistico-gestionale con elevata vulnerabilità alle infestazioni di *Ips typographus*; in questi boschi è necessaria una particolare attenzione alla prevenzione degli attacchi, e nei quali è necessario mettere in atto interventi di controllo in presenza di focolai attivi.
- VNG basso e IV basso => Boschi di scarso valore naturalistico-gestionale con scarsa vulnerabilità alle infestazioni di *Ips typographus*; in questi boschi non è necessaria una particolare attenzione all'adozione di misure di prevenzione.

– VNG basso e IV alto => Boschi di scarso valore naturalistico-gestionale con elevata vulnerabilità alle infestazioni di *Ips typographus*; in questi boschi l'adozione di misure di prevenzione o di interventi di controllo non è di regola indicata, ma può essere giustificata nel caso in cui il bosco abbia funzioni ricreative o paesaggistiche importanti (da valutare localmente).

### 3. RISULTATI E DISCUSSIONE

#### 3.1 Valore naturalistico-gestionale (VNG)

La carta del valore naturalistico-gestionale (figura 1) dei diversi tipi forestali evidenzia che tanto i tipi con valore naturalistico-gestionale basso ( $VNG \leq 2,5$ ) che quelli con valore naturalistico-gestionale più elevato ( $VNG > 2,5$ ) sono equamente ripartiti nell'area montana del territorio regionale. I tipi con valore naturalistico-gestionale alto coprono il 42% delle foreste di abete rosso della regione, mentre quelli con valore naturalistico-gestionale basso il 55% delle stesse; il restante 3% è costituito dagli impianti di abete rosso non classificati secondo questo indice.

#### 3.2 Indice di vulnerabilità (IV)

La differente vulnerabilità all'attacco tra i diversi tipi forestali risulta statisticamente significativa (figura 2) con  $p = 0$  (in un milione di confronti con serie casuali di distribuzione dei danni non è mai stata verificata una distribuzione dei danni analoga a quella osservata). Questo fa ritenere che all'indice di vulnerabilità possa essere attribuito un elevato peso nella generazione di una carta del rischio. La carta dell'indice di vulnerabilità dei diversi tipi forestali (figura 3) evidenzia che i tipi forestali più suscettibili agli attacchi di bostrico ( $IV \geq 1$ ) sono prevalentemente localizzati in Carnia.

#### 3.3 Risk Mapping

L'osservazione della carta di sintesi delle carte del valore naturalistico-gestionale e dell'indice di vulnerabilità (figura 4) permette di svolgere le seguenti considerazioni.

- Le aree con VNG alto e IV basso sono distribuite in gran parte dell'area montana e coprono una superficie pari a circa il 32% delle foreste con abete rosso. I tipi aventi queste caratteristiche sono l'abieti-piceo-faggeto (APF) e la pecceta altimontana e subalpina (PAS).
- Le aree con VNG alto e IV alto presentano superfici abbastanza ridotte, pari a circa il 10% delle foreste di abete rosso. L'unico tipo con queste caratteristiche è il piceo-abietetto montano e altimontano (PIA).
- Le aree con VNG basso e IV basso sono distribuite in gran parte del territorio montano con superfici pari a circa il 37% delle foreste di abete rosso, e sono costituiti in larga misura dal piceo-faggeto montano e altimontano (PIF) e in parte molto modesta dalla pecceta su alluvioni (PEA).
- Le aree con VNG basso e IV alto si trovano concentrate in Carnia, soprattutto nelle valli del Degano e del But, e coprono una superficie pari a circa il 18% delle foreste di abete rosso. I tipi di riferimento sono le peccete di sostituzione (PES), le peccete montane dei suoli acidi (PEM) e la pecceta secondaria montana e altimontana (PSM). Questi soprassuoli rappresentano una parte consistente dei boschi della Carnia a quote comprese tra 500 e 1200 m circa e rivestono spesso un'importanza considerevole anche nella conservazione del paesaggio montano di molte località turistiche.

Lo scarto tra la somma delle percentuali sopra espresse e il 100% si deve agli impianti di abete rosso (RIM) che hanno il valore di IV in assoluto più alto tra tutte le tipologie forestali.

#### 4. CONCLUSIONI

Da questo studio emerge che circa 1/4 delle foreste di abete rosso del Friuli Venezia Giulia è particolarmente soggetto al rischio di attacchi di bostrico tipografo e che una buona parte di queste è concentrata in Carnia. Si tratta in genere di formazioni antropogene o peccete degradate di bassa quota, dove l'attività dell'insetto a danno della picea accelera i processi di ripristino di condizioni di naturalità a favore delle latifoglie. In questi popolamenti gli interventi di controllo del bostrico possono di regola trovare giustificazione laddove sia necessario preservare l'integrità del bosco a fini paesaggistici (Salvadori e Stergulc, 2008). Oltre 2/3 delle foreste di abete rosso non sembrano al momento soggette a condizioni di particolare rischio di attacchi di *Ips typographus*. Non si può tuttavia escludere che diversi fattori quali ad es. episodi di siccità, schianti da vento conseguenti a uragani, effetti dei cambiamenti climatici o eccessivo invecchiamento dei soprassuoli possano in futuro esporre anche questi boschi ad una maggiore frequenza di attacchi dell'insetto. Un segnale poco rassicurante a questo riguardo viene dalla constatazione che una parte dei soprassuoli a elevato rischio è oggi rappresentata da tipi forestali, come le peccete montane e i piceo-abieteti, che fino a non molti anni fa risultavano pressoché indenni da attacchi di *Ips typographus*.

Una dettagliata conoscenza delle caratteristiche e della distribuzione dei tipi forestali può risultare di grande utilità per individuare le aree più soggette agli attacchi di agenti biotici avversi, come appunto il bostrico tipografo. I programmi di monitoraggio fitosanitario che prevedono un accurato censimento dei fenomeni di infestazione non sono meno importanti, sia per la gestione immediata dei focolai che per fare valutazioni realistiche inerenti l'incidenza dei danni e assumere decisioni a lungo termine, anche in ordine alla gestione selvicolturale.

#### RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il dott. Fabio Stergulc per gli utili consigli nell'interpretazione dei risultati e nella stesura del lavoro.

Lavoro realizzato nell'ambito del programma BAUSINVE, Inventario Fitopatologico Forestale Regionale del Friuli Venezia Giulia.

#### SUMMARY

##### RISK MAPPING FOR SPRUCE BARK BEETLE OUTBREAKS IN FORESTS OF FRIULI VENEZIA GIULIA

Since 1994, a monitoring network (BAUSINVE - Forest Phytopathology Inventory) gives information about forest pests and diseases occurring in the regional forests of Friuli Venezia Giulia (North-eastern Italy).

Data from BAUSINVE indicate *Ips typographus* as one of the main pests of spruce forests, with more than 28000 m<sup>3</sup> of forced use of timber due to this insect in the last 15 years.

A thematic map of the infestation risk was realized

through the use of GIS (Geographic Information System), combining the data concerning the distribution of the *Ips typographus* outbreaks and forest type and characteristics.

Such a map provides a useful tool to easily identify risk areas where prevention and control have a greatest significance and importance, and where the efforts in the protection of most valuable forests have to be concentrated.

#### RÉSUMÉ

##### CARTE DE RISQUE DES FOYERS D'INFESTATION *IPS TYPOGRAPHUS* DANS LES FORETS DU FRIULI VENEZIA GIULIA

En Friuli Venezia Giulia (nord-est de l'Italie) depuis 1994, un réseau de surveillance (BAUSINVE - Inventaire phytopathologique forestier) donne des informations sur les ravageurs forestiers et les maladies des forêts.

Les données recueillies dans cet inventaire permettent d'affirmer que *Ips typographus* est un des principaux ravageurs des forêts d'épicéa dans la région, avec plus de 28000 m<sup>3</sup> d'exploitations forcées.

Sur la base de données concernant les foyers de *Ips typographus* et sur la répartition et les caractéristiques des différents types de forêts en Friuli Venezia Giulia, une carte thématique du risque a été réalisée grâce à l'utilisation des SIG (Système d'information géographique).

Cette carte peut aider à identifier plus facilement les domaines où la prévention et la lutte contre le typographe sont plus convenables, pour concentrer les efforts de protection dans les forêts les plus valables.

#### BIBLIOGRAFIA

- Bernardinelli I., 2007 – *Mappe di rischio per Ips typographus in Friuli Venezia Giulia*. Forum Fitoiatrici 2007. Giornata di Studio su "Situazione fitosanitaria delle foreste alpine: problematiche di monitoraggio e controllo delle avversità biotiche". Veneto Agricoltura, Padova, pubblicazione on-line (<http://www.unipd.it/esterni/wwwfitfo/atti.htm>).
- Bernardinelli I., Stergulc F., Frigimelica G., Zandigiacomo P., Faccoli M., 2008 – *Spatial analysis of Ips typographus infestations in South-Eastern Alps*. In: Hoyer-Tomiczek U., Knizek M., Forster B., Grodzki W. (eds), IUFRO Working Party 7.03.10. Proceedings of the Workshop on "Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe". Sept. 11<sup>th</sup>-14<sup>th</sup>, 2006. Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape, Gmunden, Austria. [CD-ROM] Vienna, BFW, 45-52.
- Del Favero R., Poldini L., Bortoli P.L., Dreossi G., Lasen C., Vanone G., 1998 – *La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli Venezia Giulia*. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia. Direzione Regionale delle Foreste, Udine, I e II vol. 490+303 pp.
- Grosberg J., 2006 – *Introduction to programming with Resampling Stats and Statistic 101 with application to probability and statistics*. [www.statistics101.net](http://www.statistics101.net), 61 pp.
- Salvadori C., Stergulc F., 2008 – *Indirizzi selvicolturali per il contenimento dei danni da bostrico tipografo nelle foreste delle Alpi Orientali*. Atti del III Congresso Nazionale di Selvicoltura, Taormina, (in questo volume).

Simons J.L., 1997 – *Resampling: The New Statistics*. Second Edition. Arlington, Virginia: Resampling Inc., 436 pp.

Sokal R.R., Rohlf F.J., 1995 – *Biometry: the principles and the practice of statistics in biological research*. WH Freeman and Company, New York, USA, 887 pp.

Stergulc F., Frigimelica G., Carpanelli A., 2002 – *L'inventario fitopatologico forestale del Friuli-Venezia*

*Giulia: metodologie e risultati di un programma di monitoraggio permanente dello stato fitosanitario delle foreste*. Atti del Workshop nazionale “Monitoraggio dello stato fitosanitario delle foreste. Esperienze a confronto”, Firenze, 12 aprile 2002. Quaderno Arsia, 2/2002, 83-92.

## BONIFICA FITOSANITARIA DI PIAZZALI DI STOCCAGGIO DI LEGNAME BOSTRICATO

(\*) Dipartimento di Biologia e Protezione delle Piante, Università degli Studi di Udine

Il bostrico tipografo, *Ips typographus* (L.), è uno degli insetti più dannosi alle foreste di abete rosso in Europa. Questo scolitide è anche il principale agente di danno all'abete rosso in Friuli Venezia Giulia, con oltre 28.000 m<sup>3</sup> di utilizzazioni forzate registrate negli ultimi 14 anni.

Nel 2007 le perdite causate dal bostrico ammontano a 3.400 m<sup>3</sup> in 73 focolai di infestazione.

Mentre nel centro-nord Europa *I. typographus* presenta in genere una sola generazione all'anno, nelle Alpi fino a circa 1.000-1.200 m l'insetto può completare due generazioni all'anno.

Gran parte degli adulti svernanti trova riparo all'interno delle cortecce delle piante attaccate nella stagione precedente. Per questo motivo l'asportazione delle piante bostricate viene spesso raccomandata allo scopo di ridurre le popolazioni dello scolitide. Tuttavia, la movimentazione del legname durante le operazioni di esbosco e stoccaggio comporta sempre una elevata dispersione di residui di cortecce. Le cortecce abbandonate nei piazzali di raccolta del legname in prossimità di boschi di abete rosso rappresentano quindi un importante serbatoio di insetti capaci di propagare l'infestazione nell'anno successivo.

Nel presente lavoro si è cercato di produrre una stima del numero di insetti adulti presenti nelle cortecce rimaste nei piazzali dopo l'asportazione del legname bostricato, per valutare l'opportunità di provvedere a interventi di bonifica del materiale di risulta.

*Parole chiave:* *Ips typographus*, riduzione dei danni, piazzali di accatastamento.

*Key words:* *Ips typographus*, damage reduction, log stockpiling sites.

*Mots clés:* *Ips typographus*, reduction des dégâts, stockage des grumes.

### 1. INTRODUZIONE

Negli ultimi anni le infestazioni di bostrico tipografo (*Ips typographus* (L.)) hanno fatto registrare una sensibile intensificazione in molte foreste alpine d'Italia. Dalla Lombardia (Pedrotti 2001; Ducoli & Panteghini 2005) al Trentino (Marchetti *et al.* 1999; Salvadori e Stergulc 2008) al Friuli Venezia Giulia (Stergulc *et al.* 2007; Salvadori e Stergulc 2008) vengono ogni anno segnalati numerosi casi di attacco che riguardano anche popolamenti di abete rosso di origine naturale, puri o misti, che in precedenza non avevano subito perdite importanti dovute all'insetto.

*Ips typographus* è lo scolitide che in assoluto causa i maggiori danni alle foreste europee; in Europa settentrionale e in parte dell'Europa centrale compie di solito una sola generazione all'anno, ma sulle Alpi fino a circa 1.000-1.200 m l'insetto riesce sempre a completare due generazioni all'anno. Le infestazioni più gravi avvengono nelle regioni maggiormente esposte alle grandi perturbazioni atlantiche, come la Scandinavia meridionale, la Francia settentrionale, il Belgio, la Germania e in parte la Svizzera. Sugli schianti di abete rosso causati dalle tempeste, infatti, gli insetti possono riprodursi in gran numero e, in concomitanza di annate di siccità, attaccare e distruggere in pochi anni intere foreste. Nei boschi del versante meridionale delle Alpi, gli attacchi di bostrico sono più contenuti e si presentano sotto forma di focolai di infestazione sparsi, che anno dopo anno aprono dei vuoti nelle compagini boschive. Si tratta spesso di infestazioni che interessano volumi legnosi relativamente modesti, variabili da 20 a 100 m<sup>3</sup>, il cui recupero in molti casi non è conveniente, anche a causa del forte deprezzamento che subisce il legname tondo "bostricato".

Nel Friuli Venezia Giulia, dove il monitoraggio dei danni dell'insetto viene eseguito con continuità dal 1994, i

danni finora accertati ammontano a 28.350 m<sup>3</sup>, di cui però oltre 2/3 registrati tra il 2004 e il 2007. In quest'ultimo anno sono state rilevate perdite per oltre 3.400 m<sup>3</sup> in 73 focolai di infestazione.

Mentre nei boschi privati l'utilizzazione del bostricato rimane del tutto aleatoria in quanto affidata alle sole cure dei proprietari, nei boschi pubblici i nuclei di deperimento da bostrico vengono in genere assegnati sotto forma di lotti di varia consistenza. In entrambi i casi, tuttavia, il recupero delle piante attaccate avviene quasi sempre in ritardo e non ha praticamente alcun effetto di contenimento delle popolazioni dello scolitide. È noto che la rimozione in tempo utile del materiale infestato rappresenta la forma di lotta più efficace contro il bostrico, in quanto permette di distruggere le covate abbattendo il numero di insetti della generazione successiva. Le utilizzazioni dei focolai di infestazione, tuttavia, avvengono il più delle volte con i tempi imposti dalle procedure di affidamento dei lotti, e il legname viene quindi esboscato quando gli insetti hanno già completato lo sviluppo. Tra giugno e luglio gli adulti della prima generazione lasciano quasi immediatamente le piante che avevano infestato in primavera, per poi attaccare nuovi alberi e avviare la seconda generazione. Ma in settembre una grande parte degli adulti di seconda generazione si trattiene nelle cortecce per svernare fino al mese di aprile dell'anno successivo. Una parte degli adulti sverna anche nella lettiera alla base degli alberi. Durante le operazioni di concentramento, esbosco e stoccaggio in catasta, la manipolazione dei topi comporta il distacco di consistenti porzioni di cortecce bostricate.

In questo lavoro si è cercato di produrre una stima del numero di insetti adulti presenti nelle cortecce rimaste nei piazzali dopo l'asportazione del legname, per valutare l'opportunità di mettere in atto interventi di bonifica del materiale di risulta.



## 2. MATERIALI E METODI

Nel biennio 2006-2007 è stato rilevato un importante focolaio di infestazione di *Ips typographus* nella part. 3a del Piano di Gestione Forestale del Comune di Pontebba (UD). Il soprassuolo in questione è un piceo-abietetto montano caratterizzato da un consistente carico provvigionale, per larga parte concentrato su piante di abete rosso di grosso diametro e di altezza compresa tra 30 e 40 m. L'infestazione ha comportato il taglio forzoso di 1.478 m<sup>3</sup> di legname, utilizzati nel corso dell'autunno 2007 con l'allestimento di un cantiere di circa 2 ha dotato di 4 piazzali di accatastamento, di cui due in bosco e due situati all'esterno lungo una strada comunale ad una quota di circa 600 m s.l.m.. Nei piazzali in bosco il legname veniva provvisoriamente stoccato in fase di primo esbosco con gru a cavo, per poi essere trasportato all'esterno con trattori a rimorchio. Nei piazzali esterni il materiale è stato accatastato fino a definitivo allontanamento nel corso della stagione invernale. Lo studio ha preso in considerazione le cortecce bostricate rimaste a terra nei due piazzali esterni. I rilievi sono consistiti nella stima del volume di cortecce presente, ottenuto mediante misurazione della superficie effettivamente interessata dal deposito di materiale e dello spessore medio rilevato mediante sondaggi. Accertate le condizioni di omogeneità del materiale accatastato nei due piazzali, sono stati prelevati dei campioni da 1 dm<sup>3</sup> per un totale di 5 campioni in autunno (prima dello svernamento) e 5 campioni in primavera (al termine del periodo di svernamento). Per il conteggio degli scolitidi il materiale raccolto è stato collocato in appositi contenitori e posto in cella climatica con temperatura di 26 °C; umidità relativa del 70% e fotoperiodo 16:8 (luce:buio). Per 4 settimane si è provveduto al conteggio settimanale di tutti gli esemplari di *Ips typographus* fuoriusciti dalle cortecce.

## 3. RISULTATI

Il volume complessivo di cortecce riscontrato nei due piazzali è di 37,5 m<sup>3</sup>. I rilievi eseguiti in laboratorio e in campo hanno consentito di osservare in aprile una mortalità naturale degli adulti di bostrico pari al 21% del contingente presente nel mese di ottobre (figura 1). In aprile, la densità di insetti è risultata pari a circa 16.000 adulti vitali/m<sup>3</sup> di corteccia a terra. Considerato il volume complessivo presente si può ritenere che da due piazzali come quelli considerati possa avvenire tra aprile e maggio la sciamatura verso i boschi vicini di circa 600.000 insetti adulti.

## 4. DISCUSSIONE

Con l'esbosco autunnale dei tronchi bostricati si ritiene spesso di compiere una valida azione di bonifica dei boschi infestati, ma il più delle volte non è affatto così. Diversamente da quanto spesso si crede, infatti, gli insetti adulti non si trovano "sotto" le cortecce, ma all'interno di esse. La distinzione è importante, perché significa che il distacco delle scorze dalle piante non incide sulla sopravvivenza dei coleotteri, che rimangono sempre al riparo. La movimentazione del legname durante le operazioni di esbosco e di formazione delle cataste comporta una notevole dispersione di residui di cortecce, che si staccano dai tronchi tanto più facilmente

quanto più intensa è stata la colonizzazione da parte dell'insetto. Parte dei residui finisce inevitabilmente per restare a terra in bosco, ma consistenti volumi di cortecce rimangono nei piazzali di stoccaggio del legname, anche dopo la rimozione definitiva dei tronchi. È raro che questo materiale venga recuperato, in quanto è difficilmente utilizzabile. Il più delle volte rimane in posto, e rappresenta un considerevole serbatoio di insetti capaci di propagare l'infestazione.

Il caso studiato ha consentito di accertare che nelle cortecce delle piante bostricate di fine estate può trovarsi un numero molto elevato di insetti, la cui distruzione potrebbe dare un contributo significativo alla riduzione della popolazione.

L'intervento andrebbe eseguito preferibilmente in autunno, per evitare che nevicate precoci lo rendano impraticabile fino alla primavera successiva, quando i tempi di intervento potrebbero risultare molto ristretti. Le cortecce dovrebbero essere raccolte con una pala meccanica e trasportate a distanza di sicurezza da boschi di abete rosso (almeno 5 km), interrate in discarica, in impianti di compostaggio, di cippatura, oppure distrutte in caldaie a biomasse.

## RINGRAZIAMENTI

Lavoro realizzato nell'ambito del programma BAUSINVE, Inventario Fitopatologico Forestale Regionale del Friuli Venezia Giulia.

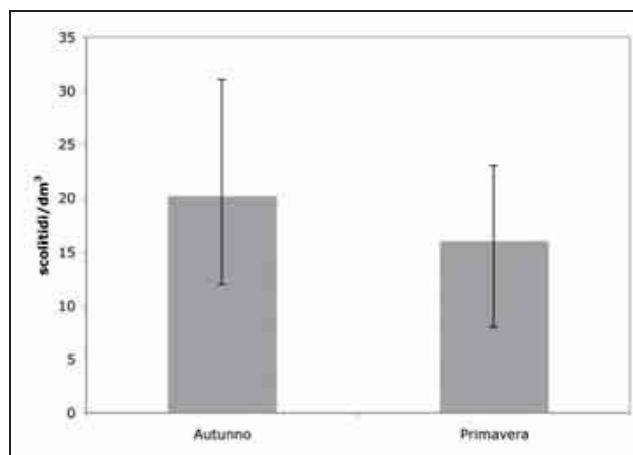


Figura 1. Numero medio di scolitidi per campione in autunno e in primavera (la barra di errore indica il valore minimo e massimo osservati nei diversi campioni).

Figure 1. Average number of *Ips typographus* specimens per sample (error bars indicate the minimum and maximum observed values).

Figure 1. Numéro moyen de scolytides pour échantillon en automne et en printemps (la barre d'erreur montre le minimum et le maximum observés dans les différents échantillons).

## SUMMARY

### CLEARANCE OF STOCKPILE SITES INFESTED BY BARK BEETLES

The spruce bark beetle, *Ips typographus* (L.) is one of the most important insects harmful to spruce forests in Europe. It's the prime pest to spruce in Friuli Venezia Giulia (NE Italy) as well, causing phytosanitary fellings

amounting over 28,000 m<sup>3</sup> in the last 14 years. In 2007 the beetle caused more than 3,400 m<sup>3</sup> of timber loss, in 73 infestation spots. In central and northern Europe *I. typographus* has one generation per year as a rule, whereas in the Alps as far as 1,000-1,200 m a.s.l. can complete two generations per year. Most hibernating adults overwinter inside the bark of attacked trees. On this, removal of infested logs is frequently recommended to lower beetle's populations. However, handling logs during both extraction and stocking always carries high scattering of bark rests. Infested barks dumped in stockpile sites near spruce stands are an important insect receptacle, from which the outbreak can spread next year.

In this study we tried to assess the number of adult insects living inside bark rests after log removal from the stockpile sites, to survey the propriety of bark debris clearance.

## RÉSUMÉ

### ASSAINISSEMENT DE PLACES DE STOCKAGE DE GRUMES INFESTES PAR LE TYPOGRAPHE

Parmi les insectes nuisibles aux forêts européennes d'épicéa, le typographe, *Ips typographus* (L.) est une des espèces les plus importantes. Ce scolytide est aussi bien le principal ennemi de l'épicéa du Friuli Venezia Giulia (Italie du Nord-Est), ayant causé des dégâts d'environ 28.000 m<sup>3</sup> dans les derniers 14 ans. En 2007, les pertes dues à l'insecte ont atteint 3.400 m<sup>3</sup>, avec 73 foyers d'infestation.

Tandis qu'en Europe centrale et en Europe du Nord *Ips typographus* présente en général une seule génération annuelle, dans les Alpes jusqu'à 1.000-1.200 m, il peut en compléter deux. La plus part des adultes passe l'hiver à l'abri, dans les écorces des arbres attaqués. Cela expliquerait la bien connue recommandation d'enlever soigneusement les grumes infestées pour réduire la population de l'insecte. Avec le déplacement des grumes

pendant le débardage e le stockage en tas, on doit néanmoins remarquer une considérable dispersion de morceaux d'écorce. Le écorces abandonnées sur les places de stockage près des peuplements d'épicéa sont pourtant un réservoir important d'insectes capables de propager l'infestation l'année suivante.

Dans ce travail on a cherché d'estimer le nombre d'insectes adultes cachés dans les écorces abandonnées sur place après le déplacement des grumes, pour évaluer l'opportunité de ramasser les restes d'écorce avec le but d'assainir de places de stockage.

## BIBLIOGRAFIA

- Ducoli A, Panteghini P., 2005 – *Prove di lotta al bostrico in Valle Camonica*. I Quaderni tecnici del Parco, 2. Parco dell'Adamello, Tipografia Brenese, Breno (BS), 48 pp.
- Marchetti F., Salvadori C., Maresi G., Ambrosi P., 1999 – *Forest health monitoring in Trentino: statistical analysis and geographical information system application*. Frustula Entomologica, 22: 202-205.
- Pedrotti P., 2001 – *Indagine sui principali insetti forestali della Valle Camonica*. Università degli Studi di Milano. Tesi di diploma universitario in Gestione tecnica e amministrativa in agricoltura e valorizzazione del territorio montano. Relatore prof. G. Lozzia, A.A. 2000/2002.
- Salvadori C., Stergulc F., 2008 – *Indirizzi selvicolturali per il contenimento dei danni da bostrico tipografo nelle foreste delle Alpi Orientali*. Atti del III Congresso Nazionale di Selvicoltura, Taormina, questo volume.
- Stergulc F., Frigimelica G., Zandigiacomo P., Osler R., Carpanelli A., 2007 – *Stato fitosanitario delle foreste del Friuli Venezia Giulia nel 2006*. Suppl. al Notiziario ERSA, n. 4 (2007), 56 pp.

## DANNI DA NEVE E RISCHI CONSEGUENTI NELLE SUGHERETE DEL NORD SARDEGNA

(\*) Dipartimento di Economia e Sistemi Arborei, Università degli Studi di Sassari

(\*\*) Dipartimento di Protezione delle Piante, Università degli Studi di Sassari

Nel dicembre 2007 la Sardegna centro-settentrionale è stata interessata da un improvviso evento nevoso che ha danneggiato i boschi dell'alta collina, spesso rappresentati da sugherete. L'entità delle superfici interessate è stata desunta dalla Carta di Uso del Suolo imponendo il vincolo altimetrico di 400 m s.l.m. In tre sugherete specializzate (distribuite tra i 450 e 700 m s.l.m.) si sono valutati i danni mediante aree di saggio e si è registrata la quantità di lavoro necessaria per la messa in sicurezza dell'area. I risultati evidenziano che la struttura dei popolamenti ha condizionato l'entità e tipologia del danno, con i valori minori, in prevalenza limitati alla sramatura degli alberi, nelle formazioni adulte con bassa densità. La biomassa a terra è oscillata tra 3,5 e 17,8 t ha<sup>-1</sup> e il costo delle operazioni di messa in sicurezza tra 1400 e 4400 euro ha<sup>-1</sup>. È stato stimato un incremento della pericolosità di incendi boschivi nelle aree interessate dal fenomeno del 15-20%, dovuto all'aumento del combustibile a terra e all'ostacolo che il medesimo oppone alle operazioni di spegnimento e bonifica. Inoltre, le numerose ferite presenti sulle chiome favoriscono l'insorgenza di infezioni fungine, in particolare da *Biscogniauxia mediterranea* e *Botryosphaeria corticola*, due patogeni coinvolti nell'eziologia dei gravi fenomeni di "deperimento" che da tempo colpiscono le sugherete nell'isola. Infine sono riportate le linee guida per il completo recupero delle foreste.

*Parole chiave:* neve, danno, quercia da sughero, incendio, patogeni fungini.

*Key words:* snow, damage, cork oak, fire, fungal pathogens.

*Mots clés:* neige, dommage, chênes-lièges, incendie, infections fongiques.

### 1. INTRODUZIONE

L'areale della quercia da sughero è solo di rado interessato da eventi nevosi importanti, anche perché i popolamenti si collocano di preferenza nelle varianti calde del clima umido e subumido mediterraneo.

Nella notte tra il 16 e 17 dicembre 2007 una vasta area della Sardegna centro-settentrionale (Fig. 1) è stata interessata da un intenso evento nevoso. Poiché l'area di interesse non è servita da nivometri e la stima eseguita attraverso il dato satellitare (MSG) risulta poco attendibile (ogni pixel è di 5kmx5km, per cui l'immagine rileva aree di 25km<sup>2</sup> prevalentemente innestate), ci si deve rifare alle testimonianze raccolte in loco che riferiscono di un manto nevoso alto tra i 0,20 e i 0,40 m al suolo in funzione della località. La nevicata faceva seguito a un autunno piuttosto mite, con temperature sufficientemente elevate per consentire la piena attività fisiologica degli alberi sempreverdi. Questa condizione contribuisce a spiegare la portata del danno, dovuto prevalentemente alla caduta a terra di consistenti quantitativi di biomassa arborea.

Oltre alle considerazioni di natura sanitaria, in questa nota sono esposti i risultati della quantificazione dei danni, diretti e indiretti, conseguenti all'evento. In particolare, si è indagato a) sul costo economico delle operazioni di pulizia del sottobosco dalla ramaglia caduta a terra e b) sull'aumento della pericolosità di incendio boschivo.

### 2. MATERIALI E METODI

La dimensione spaziale delle sugherete e la loro distribuzione sono state desunte dalla Carta di Uso del Suolo della Sardegna (RDM Progetti, 2003).

Il documento riconosce le seguenti tre tipologie di sughereta:

- i. «Sugherete pure con copertura >25%;
- ii. «Sugherete con copertura tra il 5-25% associate a colture temporanee»;
- iii. «Sugherete con copertura >20% miste ad altre specie arboree con abbondante sottobosco arbustivo».

Poiché le osservazioni empiriche avevano evidenziato una correlazione diretta tra entità del danno e altimetria, l'estrazione delle superfici a sughera interessate dal fenomeno è stata svolta imponendo il vincolo altimetrico di 400 m s.l.m. Il dettaglio delle relative superfici è riportato nella Tabella 1. In totale le superfici coinvolte ammontavano a 210.175 ettari.

La stima dei danni, e relativi costi di recupero, è stata realizzata in tre popolamenti riconducibili alla prima categoria, cioè quella a maggiore redditività, collocati all'interno dell'area interessata dal fenomeno lungo un gradiente altimetrico tra 450 e 700 m s.l.m. circa. Nell'area di saggio permanente, realizzata in ogni popolamento con raggio di 20 m, sono stati rilevati su tutte le piante: il diametro a petto d'uomo, l'altezza del fusto e quella di decortica. Lo spessore del sughero è stato misurato su un campione funzionale alle classi diametriche. I danni da neve sono stati quantificati con l'applicazione di quattro livelli mediante numeri indice: 0 = nessun danno; 1 = danni limitati ai rami (sramatura); 2 = danni estesi alle branche (sbrancatura); 3 = rottura del fusto (stroncatura). Al contempo, una squadra di lavoro dell'Ente Foreste della Sardegna provvedeva a concentrare in cataste di un metro cubo i materiali legnosi e in fascine la ramaglia sino alla completa raccolta della biomassa a terra ricadente nell'area di saggio. I materiali vegetali risultanti sono stati quantificati per via volumetrica

(cataste) e ponderale (fascine). Durante i rilievi si è anche provveduto a cronometrare i tempi di lavoro, compreso l'abbruciamento di una catasta.

Le conseguenze di un evento nevoso sull'aumento della pericolosità di incendio durante il periodo estivo sono state valutate tramite l'applicazione di un modello di stima della pericolosità (IFI – *Ichnusa Fire Index*) messo a punto in Sardegna (Spano *et al.*, 2003; Sirca *et al.*, 2006; 2007). L'IFI è un indice dinamico integrato che considera il contributo addizionale di 4 componenti:

$$IFI=DC+MC+TC+FC$$

dove:

DC = *Drought Code*, che descrive lo stato di stress idrico della vegetazione;

MC = *Meteo Code*, che descrive le condizioni meteorologiche;

TC = *Topological Code*, che descrive la topologia del sito e le condizioni sinottiche prevalenti;

FC = *Fuel Code*, che descrive la struttura della vegetazione, la biomassa presente e il suo grado di umidità.

L'indice così ottenuto è calcolato a scala giornaliera e il risultato è espresso in una scala di pericolosità variabile da 1 a 5 (1 rischio nullo, 5 rischio massimo). In questo caso, la stima dell'incremento della pericolosità di incendio è stata ottenuta considerando la variazione del FC in seguito all'evento nevoso rispetto alle caratteristiche della biomassa di norma presente. Il calcolo è stato effettuato considerando due annate trascorse: il 2003, annata particolarmente calda e seccitosa e il 2004 utilizzato come annata di riferimento.

### 3. RISULTATI E CONCLUSIONI

I rilievi indicano un'ampia variabilità nell'entità dei danni in funzione della struttura del bosco, della quota e, presumibilmente, di esposizione e morfologia del territorio (Tab. 2). In media, si può affermare che 2/3 delle piante hanno subito dei danni e che la sughereta adulta, con bassa densità e alberi di grandi dimensioni, è la tipologia di bosco dove la sramatura delle chiome prevale sui danni di maggiore gravità. In particolare, la nevicata ha provocato la caduta al suolo di quantitativi di biomassa compresi tra 3,5 e 17,8 t ha<sup>-1</sup>, il 25-50% dei quali rappresentati da materiali legnosi "minuti" e, quindi, ad alta infiammabilità. I costi dell'operazione di "messa in sicurezza" delle foreste, con rimozione e distruzione mediante fuoco delle ramaglie, oscillano tra 1.440 e 4.400 euro per ettaro in funzione della struttura del bosco e della distanza dell'imposto prescelto per l'abbruciamento (Tab. 3).

L'assenza di interventi di recupero avrà almeno due gravi ripercussioni: aumento del rischio di incendio e diffusione di infezioni parassitarie. L'aumento del pericolo di incendi è legato sia alla notevole entità sia all'elevata infiammabilità di materiali vegetali con ridotto diametro. Questi, che nei nostri ambienti costituiscono il combustibile primario nell'innescò dell'evento incendiario, ostacolando il pascolamento favoriranno lo sviluppo della componente erbacea con ulteriore incremento dei fenomeni di innesco e propagazione degli incendi, con maggiori probabilità di passaggio da fuoco di superficie a fuoco di chioma; infine, la ramaglia depositata a terra costituirà una fonte di impedimento meccanico per le operazioni di spegnimento

dell'incendio a terra. Ancora, la quantità di biomassa morta presente a terra causerà, in caso di incendio, un aumento non solo del tasso di propagazione dell'incendio, ma anche delle temperature al suolo, con effetti dannosi su sostanza organica - fertilità del suolo e sulle radici, con un aumento del pericolo di erosione.

Nella Figura 2 si riporta la dinamica giornaliera dell'indice IFI di pericolosità di incendio per il mese di luglio del 2003 e del 2004, ipotizzando una condizione normale e una conseguente a un evento nevoso come quello in esame. L'analisi ha evidenziato un sensibile incremento dello stato di pericolo nei due anni prescelti per la simulazione, l'arido 2003 e il più fresco 2004, in un periodo in cui la pericolosità assume valori elevati anche in condizioni normali. Considerando, oltre all'aumento dell'indice numerico, anche le maggiori difficoltà nelle operazioni di spegnimento e bonifica dovute alla presenza a terra di materiale ingombrante, è stato stimato complessivamente un aumento del pericolo di incendio dell'ordine del 15-20%.

La neve non si limita a ridurre l'ampiezza delle chiome ma causa su esse dei traumi che, nel periodo invernale, richiedono lunghi tempi di rimarginazione, con esposizione dei tessuti lesionati alle avversità abiotiche e biotiche. Particolare rilevanza assumono gli attacchi di parassiti fungini che penetrano attraverso le ferite nei tessuti corticali e causano necrosi e disseccamenti e/o avviano deleteri processi di "carie del legno". Tra questi, gli ascomiceti *Biscogniauxia mediterranea*, agente del "cancro carbonioso", e *Botryosphaeria corticola* responsabile di cancri corticali e disseccamenti (Jiménez *et al.*, 2005a). Essi, ampiamente diffusi nei boschi sardi, sono coinvolti nell'eziologia dei gravi fenomeni di "deperimento" che, da tempo, comportano morte di piante (Franceschini *et al.*, 1999; 2005a). Questi funghi sopravvivono a lungo come endofiti negli organi aerei delle piante senza arrecare alcun danno, ma sono anche capaci di causare la necrosi dei tessuti che li ospitano quando le piante trascorrono periodi di sofferenza vegetativa, soprattutto in seguito a prolungate e ricorrenti stagioni siccitose (Franceschini *et al.*, 2004). Le infezioni, inizialmente localizzate nei vari organi, via via si moltiplicano e tendono ad estendersi a tutta la chioma causando un graduale declino vegetativo dell'ospite e, infine, la sua morte.

La loro pericolosità deriva anche dalla produzione di una notevole massa d'inoculo negli organi infetti e/o disseccati delle piante, e dalla facilità di diffusione dei propaguli a opera del vento, della pioggia o di insetti vettori, sulle stesse piante e su quelle vicine. *B. mediterranea* differenzia facilmente sulla sughera entrambe le sue forme riproduttive; i conidi si diffondono di solito alla fine della stagione estiva, mentre le ascospore possono diffondersi praticamente per tutto l'anno, soprattutto durante i periodi piovosi e con elevata umidità relativa (Jiménez *et al.*, 2005b; Linaldeddu *et al.*, 2005). *B. corticola*, invece, si riscontra per lo più nella forma imperfetta; i suoi conidi penetrano anche attivamente nei tessuti dell'ospite e infettano, indipendentemente dall'andamento termo-pluviometrico, la chioma di alberi sia giovani che adulti, causandone il progressivo disseccamento (Franceschini *et al.*, 2005b; Paoletti *et al.*, 2007). I danni più gravi però, sono causati da entrambi i patogeni sulle piante adulte, quando le infezioni si verificano nelle porzioni di fusto dalle quali è stato appena estratto il sughero.



Da quanto rilevato appare evidente la necessità, da un lato di abbattere la carica d'inoculo di tali patogeni, dall'altro lato di mantenere le piante in buone condizioni vegetative. Gli interventi di recupero da adottare sono i seguenti:

- Nelle piante. Rifiutare le ferite e, nel caso, eseguire una potatura di riequilibrio della chioma; eliminare le branche sintomatiche in piante deperenti, trattare tutti i tagli, e in particolare le grosse ferite, con prodotti a base di rame.

- Nel suolo. Asportare e bruciare tutte le ramaglie, evitare di scortecciare i tronchi in bosco, coprire con teloni il carico di tronchi e ramaglie durante l'esbosco.

- Nella gestione. Utilizzare nei nuovi impianti o nei rimboschimenti piantine esenti da infezioni endofitiche dei funghi più dannosi; trattare, soprattutto nelle sugherete con fenomeni di deperimento conclamati e subito dopo l'estrazione del sughero, la porzione di fusto decorticata con prodotti a base di tiofanate-metile; valutare l'opportunità di rimandare di 1 o 2 anni la decortica in piante molto danneggiate; limitare/sospendere lo sfruttamento della sughereta con attività agro-pastorali per favorire una più rapida ripresa vegetativa delle piante.

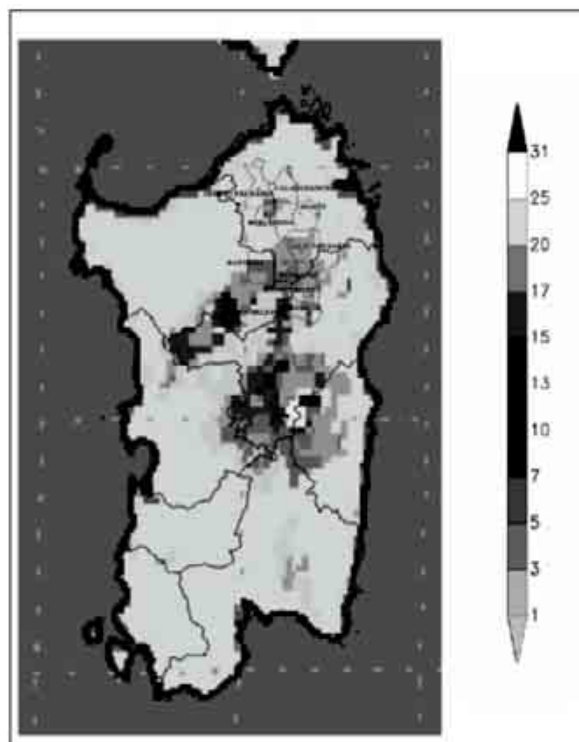


Figura 1. Immagine satellitare della copertura nevosa: i toni di grigio indicano la persistenza in giorni del manto nevoso.

Figure 1. Satellite image of snow cover in Sardinia: the label indicates the days with snow cover.

Figure 1. Image satellitaire de la couverture de la neige: l'échelle de gris indiquent les jours de durée (persistance) de la neige.

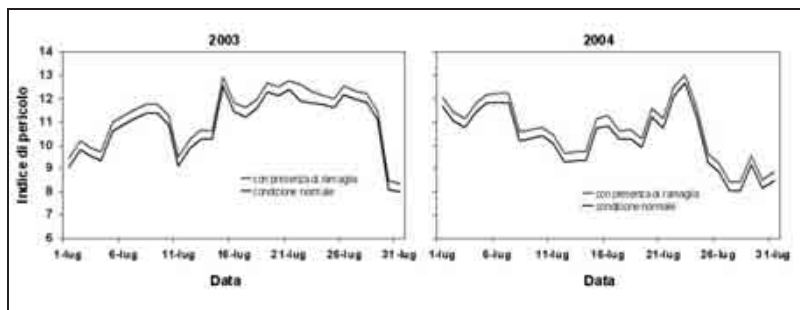


Figura 2. Dinamica dell'indice IFI di pericolo di incendio in una sughereta in condizioni normali (linea scura) e nelle medesime condizioni dell'area di saggio (linea chiara).

Figure 2. IFI fire danger index trend in a representative cork oak forest simulating normal (dark line) and experimental plot (grey line) conditions.

Figure 2. Dynamique du index de risque d'incendie dans une suberaie avec conditions normales (ligne noire) et avec les conditions observées dans les zones des essayes (ligne grise).

Provincia	2.4.1.3. Sugherete con copertura tra il 5-25%, associate a prati e pascoli	3.1.1.2.2. Sugherete pure con copertura >25%	3.1.1.1. Bosco di latifoglie (copertura >20%, con querce e macchia)
Nuoro	7.829	17.035	71.338
Ogliastra	161	227	35.830
Olbia - Tempio	3.884	11.572	17.104
Sassari	4.440	10.352	30.402
Totale	16.315	39.186	154.674

Tabella 1. Superfici coperte dalle diverse tipologia di sughereta, per quote superiori ai 400 m s.l.m., nella Sardegna centro-settentrionale.

Table 1. Area covered by the different cork oak forest types in Central-Northern Sardinia for an elevation > 400 m asl.

Table 1. Surfaces occupées des différentes typologies de suberaie, de niveau altimétrique au dessus de 400 m du niveau de la mer, pour la Sardaigne centre-septentrionale.

Quota	N di piante/ha	D <sub>130</sub> cm	Nessun danno %	Sramatura %	Sbrancatura %	Stroncatura %
450 m s.l.m.	255	38,7	12,5	87,5	0,0	0,0
610 m s.l.m.	1.185	16,5	28,0	22,0	18,0	32,0
680 m s.l.m.	1.560	11,3	69,0	10	7	14
Medie	1.000	22,2	36,5	39,8	8,3	15,3

Tabella 2. Struttura delle sugherete ed entità di danno per tipologia.

Table 2. Cork oak forest types and damage entity for each forest type.

Table 2. Structure des bois de chênes-lièges et entité des dommages pour typologie.

Biomassa	450 m s.l.m.		610 m s.l.m.		680 m s.l.m.	
	Numero/mc	Peso fresco (t/ha)	Numero/mc	Peso fresco (t/ha)	Numero/mc	Peso fresco (t/ha)
Fascine	96 (n/ha)	1,62	310,4 (n/ha)	9,0	68 (n/ha)	1,23
Legname	13,5 (m <sup>3</sup> /ha)	4,74	31,8 (m <sup>3</sup> /ha)	8,8	6,4 (m <sup>3</sup> /ha)	2,24
Totale (t/ha)	-	6,36	-	17,8	-	3,47
Manodopera	Ore/ha	Costo (€/ha)	Ore/ha	Costo (€/ha)	Ore/ha	Costo (€/ha)
Motoseghista	32	432,0	127	1.720	48	648,0
Generico	96	1.008,0	255	2.675,0	143	1.501,5
Totale	128	1.440	382	4.394	191	2.149,5

Tabella 3. Entità e tipologia di biomassa a terra e costi di messa in sicurezza.

Table 3. Estimate and features of aboveground biomass and costs for removing and burning the biomass from the stands.

Table 3. Entité et typologie de biomasse à terre et coût de mise en sécurité.

## SUMMARY

### SNOWFALL DAMAGE AND ASSOCIATED RISKS IN NORTHERN SARDINIA CORK OAK FORESTS

On the December 2007, a unexpected snowfall occurred in the central part of Sardinia (Italy), causing damages in the forests, mainly represented by cork oak (*Quercus suber* L.) trees. A preliminary evaluation of the cork oak forest

area involved in the event was done using the Soil Use Map of Sardinia with the altitude threshold of 400 m asl. In three representative areas included between 450 and 700 m asl, the damage in the trees, and the needed work to remove the dead biomass felt after the event was evaluated. The increase of the fire danger due to the raise of fuel was also evaluated. Furthermore, an evaluation of risk due to the fungal infections was done. Compressively, an amount of 155,000 ha of cork oak forests (enclosed 40,000 ha of

cork oak pure forest) was interested from the snowfall event. The damage level was related to the vegetation structure; less damage rates were observed in mature stands. The biomass (tree branches and shoots) felt during the event was 3,5-17,8 tons ha<sup>-1</sup>. An amount of 1,440-4,400 euro ha<sup>-1</sup> was estimated to remove and burn this dead biomass. Due to the increase of fuel, and a mechanical obstruction during the fire fight, a mean fire danger increase of 15-20% was estimated.

Furthermore, the several wounds on tree crowns favour the onset of fungal infections, especially by *Biscogniauxia mediterranea* and *Botryosphaeria corticola*, two pathogens widespread in the Sardinian woods and often involved in the aetiology of severe "decline" phenomena which affect for a long time the cork-oak stands in the island. The guidelines for a the complete recovery of forests are reported.

## RÉSUMÉ

### DOMMAGES DE CHUTE DE NEIGE ET RISQUES ASSOCIÉS DANS LES SUBERAIES DU NORD DE LA SARDAIGNE

En décembre 2007 la Sardaigne centre-septentrionale a été intéressée par une inattendue chute de neige, qui a endommagé les bosquets d'haute colline, souvent représentés de suberaies. Les surfaces intéressées ont été évaluées avec la Carte d'Utilisation de Sol en imposant un niveau altimétrique de 400 m au dessus le niveau de la mer. Pour trois suberaies spécialisés (situés entre 450 et 700 m au dessus le niveau de la mer), les dommages ont été évalués sur des surfaces d'essais, dans lesquels on a enregistré, entre autre, la quantité de travail nécessaire pour la mise en sécurité de la zone des essais. Les résultats ont montré que la structure des peuplements a influencé l'entité et la typologie des dommages, et que les dommages mineurs, surtout ceux limités à la rupture des branches, ont été observés dans les formations adultes de basse densité. La biomasse à terre était variable entre 3,5 et 17,8 t ha<sup>-1</sup>, et le coût des opérations de mise en sécurité entre 1400 et 4400 euro ha<sup>-1</sup>. On a estimé un incrément du risque d'incendie du 15-20% dans les zones intéressées par la chute de neige, a cause de l'incrément du combustible à terre et des conséquents obstacles aux opérations de extinction et de bonification.

En outre, les nombreuses blessures présentes sur les chevelures favorisent l'apparition d'infections fongiques, en particulier par *Biscogniauxia mediterranea* et *Botryosphaeria corticola*, deux pathogènes fréquemment impliqués dans l'étiologie des graves phénomènes de «dépérissement» qui depuis longtemps affectent les suberaies de l'île. Les lignes guide pour le recouvrement complet des forêts sont indiquées.

## BIBLIOGRAFIA

- Dettori S., Filigheddu M.R., Gutierrez M., 2001 – *La coltivazione della Quercia da Sughero*. POM B28 "Nuove metodologie per la gestione sostenibile dei sistemi forestali complessi nell'Italia meridionale". Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze. Sassari, 140 pp.
- Franceschini A., Corda P., Maddau L., Marras F., 1999 – *Observations sur Diplodia mutila, pathogène du chêne-liège en Sardaigne*. IOBC/wprs Bulletin 22 (3): 5-12.
- Franceschini A., Linaldeddu B.T., Marras F., 2005a – *Occurrence and distribution of fungal endophytes in declining cork oak forests in Sardinia (Italy)*. IOBC/wprs Bulletin 28 (8): 67-74.
- Franceschini A., Linaldeddu B.T., Marras F., 2005b – *Natural infections periods of Diplodia corticola in a declining cork oak forest*. Journal of Plant Pathology 87(4): 294-295.
- Franceschini A., Linaldeddu B.T., Pisanu P., Pisanu S., 2004 – *Effects of water stress on endophytic incidence of Biscogniauxia mediterranea in cork oak trees*. Journal of Plant Pathology 86: 319-320.
- Jiménez J.J., Sánchez M.E., Trapero A., 2005a – *El chancro carbonoso de Quercus I: distribución y caracterización del agente causal*. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 31: 549-562.
- Jiménez J.J., Sánchez M.E., Trapero A., 2005b – *El chancro carbonoso de Quercus III: dispersión de ascosporas del agente causal*. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 31: 577-586.
- Linaldeddu B.T., Franceschini A., Pulina M.A., 2005 – *Epidemiological aspects of Biscogniauxia mediterranea in declining cork forest in Sardinia (Italy)*. IOBC/wprs Bulletin 28 (8): 75-81.
- Paoletti E., Anselmi N., Franceschini A., 2007 – *Pre-exposure to ozone predisposes oak leaves to attacks by Diplodia corticola and Biscogniauxia mediterranea*. The Scientific World Journal 7(S1): 222-230.
- Sirca C., Spano D., Pisanu P., Duce P., Delogu G., Cicalò G.O., 2006 – *Ichnusa Fire Index: Development and Preliminary Evaluation at Local Scale*. V International Conference on Forest Fire Research D. X. Viegas (Ed.), 2006.
- Sirca C., Spano D., Duce P., Delogu G., Cicalò G.O., 2007 – *Performance of a newly developed integrated fire rating index in Sardinia, Italy*. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International WildLand Fire Conference. Seville, Spain, 13-17 May 2007.
- Spano D., Georgiadis T., Duce P., Rossi F., Delitala A., Dessy C., Bianco G., 2003 – *A risk index for Mediterranean vegetation based on micrometeorological and ecophysiological measurements*. 5<sup>o</sup> Symposium on Fire and Forest Meteorology, 16-20 November 2003, Orlando, FL.

## EFFETTI DEL TAGLIO SULLO STATO FITOSANITARIO DEL CARPINO NERO

(\*) Dipartimento di Biologia e Protezione delle Piante, Università di Udine

(\*\*) Servizio fitosanitario, chimico agrario, analisi e certificazione, Regione Friuli Venezia Giulia, Trieste

Da tempo si osservano nei cedui invecchiati del Carso fenomeni di deperimento del carpino nero. Si è voluto verificare se, tagliando a raso le ceppaie, fosse possibile contrastare l'evoluzione del fenomeno.

Sono state scelte tre zone rappresentative delle caratteristiche dei cedui del Carso triestino, in cui sono state allestite aree di monitoraggio sia in cedui tagliati a raso sia in cedui invecchiati. Nelle aree tagliate a raso sono stati raccolti dati sulla mortalità delle ceppaie, altezza e numero di polloni per ceppaia, presenza di cancri e danni da ungulati. Nei cedui invecchiati si sono raccolti dati sulla mortalità dei polloni, perdita di chioma e presenza di cancri.

Nelle aree localizzate nei cedui invecchiati si è verificato un aumento del grado di deperimento, con un picco di incremento nel 2003.

Nelle aree di ceduo giovane la maggior parte delle ceppaie sono rimaste in vita nel periodo considerato. Il processo di selezione dei polloni è risultato spesso condizionato dai ripetuti danni da brucatura da ungulati. Le ceppaie con sintomi di cancri visibili su almeno un pollone erano assenti fino al 2003.

*Parole chiave:* *Ostrya carpinifolia*, carpino nero, ceduo, cancri.

*Key words:* hop hornbeam, coppice, cankers.

*Mots clés:* charme houblon, taillis, chancres.

### INTRODUZIONE

Dalla fine del secolo scorso ricorrono episodi di grave deperimento nei cedui di carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.) ubicati nel territorio del Carso Triestino. I primi dati sono stati raccolti nel 1995 e nel 1996, in seguito al verificarsi di morie di polloni e ceppaie, concentrate su superfici di pochi ettari. Alla fine del mese di agosto del 1998, alla fine di un'estate decorsa con temperature superiori alla media e piovosità scarsa e irregolarmente distribuita, si sono osservati fenomeni di arrossamento della chioma nei cedui di carpino nero siti nei comuni di Monrupino e Trieste, su una superficie complessiva di un migliaio di ettari. In settembre, dopo la ripresa delle piogge, una parte dei polloni sintomatici era vitale e in grado di produrre una tardiva fogliatura. I rilievi, eseguiti nel 1999 e nel 2000 in zone rappresentative, hanno messo in luce un progressivo aumento della percentuale di chioma persa per disseccamento dei rami nei polloni vivi e della percentuale di polloni o intere ceppaie morti. La mortalità dei polloni e delle ceppaie poteva essere correlata alla presenza di cancri perenni localizzati sul fusto, quando di dimensioni tali da ridurre drasticamente il trasporto dell'acqua dalle radici alla chioma.

Attualmente analoghe manifestazioni di deperimento del carpino nero sono diffuse anche nei cedui siti nella fascia pedemontana della Regione e sono state segnalate anche nella vicina Slovenia (Jurc *et al.*, 2006).

La maggior parte dei cedui sofferenti non veniva utilizzata da molti anni, suggerendo che i fenomeni di deperimento fossero influenzati anche dall'invecchiamento dei polloni. Si è voluto quindi verificare se, tagliando a raso le ceppaie, fosse possibile ottenere polloni vigorosi, in grado di tollerare meglio gli stress di origine biotica e abiotica cui è sottoposto il carpino nero in questo territorio.

### 1. MATERIALI E METODI

#### 1.1 Caratteristiche generali dei siti di studio

Le stazioni in cui sono state allestite le aree di monitoraggio sono situate nel Carso triestino, l'altopiano calcareo che si affaccia nella porzione più settentrionale del mare Adriatico. L'altitudine media è di 300 m e la piovosità è compresa tra le isoiete 1100-1400, con punte massime in primavera e in autunno. I suoli sono tendenzialmente aridi e quindi la vegetazione facilmente subisce stress da carenza idrica, spesso accentuati dall'azione dissecante del vento di Bora. Nel complesso la vegetazione appartiene alla fascia sub mediterranea, anche se si verificano variazioni dovute ai numerosi microclimi presenti. In questo territorio *Ostrya carpinifolia* è una specie molto diffusa e costituisce uno dei principali componenti della cosiddetta boscaglia carsica. Il carpino nero è inserito nell'associazione *Ostrya carpinifoliae-Quercetum pubescentis* (Ht.) Trinajstić 1974 (Poldini, 1989), corrispondente al tipo forestale ostrio-querco a scotano (Del Favero *et al.*, 1998).

#### 1.2 Allestimento delle aree di monitoraggio

Sono state scelte tre zone, distanti tra loro e rappresentative delle caratteristiche stazionali degli ostrio-querco presenti nel territorio di competenza della giurisdizione della stazione forestale di Trieste Opicina, denominate, ai fini della raccolta dei dati, comprensori di Contovello, Basovizza e Opicina. Per ogni comprensorio è stata allestita un'area di monitoraggio permanente di 900 m<sup>2</sup> in cui tutte le ceppaie sono state tagliate a raso. Il taglio delle ceppaie è avvenuto nell'inverno 2000/2001 nelle aree di Basovizza e di Contovello e nell'inverno 1998/1999 nell'area di Opicina. Sono state allestite anche due aree, di analoghe dimensioni, in due cedui invecchiati nei comprensori di Contovello e Basovizza.



### 1.3 Modalità di raccolta dei dati

Tutte le ceppaie presenti nelle aree di monitoraggio sono state contrassegnate e numerate progressivamente all'inizio dei rilievi. Il monitoraggio si è svolto dal 2001 al 2005 ed è ripreso nel 2007. La raccolta dei dati è stata eseguita in autunno, compilando due schede di campagna appositamente predisposte. Nella scheda predisposta per i cedui invecchiati le principali serie di dati riguardano il numero di ceppaie morte nel periodo intercorso tra un rilievo e l'altro nell'area e, per ogni ceppaia, il numero totale di polloni, il numero di polloni vivi, il numero di polloni morti nel periodo intercorso tra un rilievo e l'altro, il numero di polloni sia vivi sia morti con cancri localizzati sul fusto, la perdita di chioma dei polloni vivi, valutata secondo le codifiche utilizzate dall'Inventario fitopatologico forestale del Friuli Venezia Giulia (Stergulc *et al.*, 2002).

Nella scheda messa a punto per i cedui giovani sono raccolti dati inerenti al numero di ceppaie morte tra un rilievo e il successivo nell'area e, per ogni singola ceppaia, la numerosità dei polloni, espressa in classi (da 0 a 20, da 21 a 40, da 41 a 60, oltre 61 polloni), l'altezza raggiunta dai polloni, espressa in classi di altezza (da 0 a 0,5 m, da 0,6 a 1 m, da 1,1 a 1,5 m, da 1,6 a 2 m, da 2,1 a 2,5 m, da 2,6 a 3 m, oltre 3 m), la presenza di cancri sui fusti dei polloni vivi e i danni da ungulati.

## 2. RISULTATI

### 2.1 Cedui invecchiati

#### 2.1.1 Mortalità delle ceppaie

Nell'area di Basovizza il primo anno di monitoraggio (2001), sono state individuate ceppaie morte presumibilmente nel 1999 o nel 2000, in percentuale pari al 5,25%. Nella stessa area si è rilevata una percentuale di ceppaie morte crescente dal 2002 (8,33%) al 2003 (16,67%). Nel 2004 e nel 2005 non si sono osservate ceppaie morte, mentre la percentuale rilevata nel 2007 è stata del 21,28%. Nell'area di Contovello tutte le ceppaie sono rimaste in vita fino al 2003, anno in cui si è verificata la morte del 4,76% delle ceppaie. Nel 2004 e nel 2005 la mortalità è stata nulla, mentre nel 2007 è stata rilevata una percentuale di ceppaie morte pari al 9,09%.

#### 2.1.2 Mortalità dei polloni

Il numero di polloni morti censito nel 2001 nelle due aree comprendeva anche i soggetti morti negli anni precedenti; la percentuale di morti in relazione al numero totale di polloni è risultata pari al 36,50% nell'area di Basovizza e al 9,78% nell'area di Contovello. Nell'area di Basovizza la percentuale di polloni morti nel 2002 e nel 2003 è risultata rispettivamente del 17,06% e del 16,8%. La mortalità dei polloni è risultata nulla nel 2004 e nel 2005. Nel 2007 si è registrata nell'area una percentuale di polloni morti pari al 40,9%. Nell'area di Contovello la percentuale di polloni morti nel 2002 è risultata pari a 2,44%, a 17,72% nel 2003, nulla nel 2004 e 2005, del 20,31% nel 2007.

#### 2.1.3 Presenza di cancri sui polloni morti

Nel 2003 la percentuale di polloni morti con cancri localizzati sul fusto era pari a 89,28% nell'area di Basovizza e a 28,57% nell'area di Contovello. La percentuale di polloni morti con cancri localizzati sul fusto, calcolata sul numero

totale dei polloni morti rilevati in entrambe le aree dal 2001 al 2007, è risultata del 52,63%.

#### 2.1.4 Presenza di cancri sui polloni vivi

All'inizio dei rilievi (2001) la percentuale di polloni vivi con cancri localizzati sul fusto è risultata pari a 61,4% nell'area di Basovizza e a 34,94% nell'area di Contovello. Nel 2007 la percentuale di polloni vivi con cancri a livello del fusto è equivalente a 54,95% nell'area di Basovizza e a 48,08% in quella di Contovello.

#### 2.1.5 Perdita di chioma

Nel 2001 e nel 2002 la perdita di chioma nell'area di Contovello è stata esigua (1,2% e 5,41%) e più elevata nell'area di Basovizza (23,51% e 28,86%). Nel 2003 si è registrata una maggiore perdita di chioma in entrambe le aree, corrispondente a 54,63% nell'area di Basovizza e a 40,76% in quella di Contovello. La rarefazione della chioma è aumentata negli anni successivi e nel 2007 è risultata pari a 62,14% nell'area di Basovizza e a 69,00% nell'area di Contovello; i vecchi polloni ancora vivi presentavano generalmente una chioma rada, con rami completamente disseccati in corrispondenza del terzo superiore.

### 2.2 Cedui giovani

#### 2.2.1 Mortalità delle ceppaie

Nelle aree di ceduo giovane si sono censite percentuali relativamente elevate di ceppaie morte solo nel 2003 nelle aree di Basovizza (15,85%) e Opicina (17,24%). I danni da brucatura che si sono verificati nell'area di Basovizza negli anni 2002 e 2003 sono in buona misura correlati alla mortalità delle ceppaie: il 76,92% delle ceppaie morte nel 2003 erano state brucate nel 2002 o nel 2003 o in entrambi gli anni. Nell'area di Basovizza si è osservata una certa mortalità delle ceppaie anche nel 2002 (2,53%) e in quella di Opicina nel 2002 (1,61%) e nel 2004 (2,08%). Nell'area di Contovello la mortalità delle ceppaie è stata nulla durante tutto il periodo di monitoraggio.

#### 2.2.2 Danni da ungulati

Si sono osservati danni da brucatura, causati dal capriolo (*Capreolus capreolus* L.), a partire dal rilievo del 2002, con intensità e frequenza variabili a seconda dell'area. Nell'area di Basovizza sono stati censiti i maggiori danni negli anni 2002 (63,29% di ceppaie brucate) e 2003 (60,76% di ceppaie brucate); nei due anni successivi sono stati rilevati danni molto più contenuti (10,53% nel 2004 e 7,02% nel 2005); nel 2007 la percentuale di ceppaie brucate corrispondeva al 30,19%. Nell'area di Contovello la percentuale di ceppaie brucate era pari al 27,66% nel 2002, al 25,53% nel 2003 e al 18,42% nel 2004. Non si sono rilevati danni nel 2005, mentre nel 2007 si è osservata una percentuale considerevole di ceppaie brucate (48,57%). Nell'area di Opicina si sono osservati danni nel 2003 (5,17%), nel 2004 (2,08%) e nel 2007 (13,95%). Nel corso dei rilievi eseguiti nel 2007 si sono notate, nelle aree di Contovello e Opicina, ceppaie costituite da 3-4 soggetti alti e vigorosi, circondati da una corona di polloni di altezza ridotta e deformati dalle ripetute brucature.

#### 2.2.3 Presenza di cancri

Ceppaie con cancri presenti sui polloni vivi non sono sta-

te osservate nelle tre aree fino al 2003. Nel 2003 sono state individuate nell'area di Opicina (10,34%); in seguito, infezioni a carico di polloni vivi, sono state riscontrate nuovamente nell'area solo nel 2007 (48,84%). Nel 2007 sono state rilevate per la prima volta nelle aree di Basovizza e Contovello ceppaie con cancri sul fusto di polloni vivi (Basovizza 11,32%, Contovello 5,71%).

#### 2.2.4 Numerosità dei polloni

Sono esposti i risultati relativi solo ai rilievi del 2001 e del 2007. Le ceppaie considerate sono rimaste in vita nel corso dell'intero periodo di monitoraggio.

Nel 2001 le ceppaie sono risultate distribuite in tutte le classi di numerosità. La classe di numerosità da 1 a 20 è risultata maggiormente diffusa in tutte le aree (Basovizza 49,06%, Contovello 34,29%, Opicina 46,81%). Le ceppaie appartenenti alla classe da 21 a 40 sono apparse ben rappresentate nell'area di Opicina (40,43%) e in misura minore nelle altre due (Basovizza 26,42%, Contovello 20,00%); anche le ceppaie rientranti nella classe da 41 a 60 sono risultate più numerose nell'area di Opicina (43,43%) rispetto a quelle di Basovizza (18,87%) e Contovello (20,00%). Le ceppaie rientranti nella classe corrispondente a oltre 61 polloni per ceppaia sono risultate presenti in buona percentuale unicamente nell'area di Contovello (25,71%).

Nel 2007 la classe da 1 a 20 polloni per ceppaia si è rivelata di gran lunga prevalente nelle tre aree (83,02% Basovizza, 65,71% Contovello, 90,70% Opicina); anche la classe da 21 a 40 è risultata ancora presente in tutte, mentre la classe da 41 a 60 solo in due (Basovizza 1,89%, Contovello 2,86%) e la classe corrispondente a oltre 61 polloni per ceppaia è risultata assente in tutte le aree.

#### 2.2.5 Altezza dei polloni

I rilievi inerenti alle classi di altezza sono iniziati nel 2002. Sono presentati solo i risultati concernenti i rilievi del 2002 e del 2007. Le ceppaie analizzate sono rimaste in vita nel corso dell'intero periodo di monitoraggio.

Nel 2002 nell'area di Basovizza le ceppaie sono risultate suddivise in maggiore percentuale nelle classi da 0 a 0,5 m (26,42%) e da 0,6 a 1 m (60,38%); le rimanenti ceppaie erano comprese nella classe da 1,1 a 1,5 m (13,21%). Nell'area coetanea di Contovello la maggior parte delle ceppaie sono risultate incluse nelle classi di altezza da 0 a 0,5 m (42,86%) e da 0,6 a 1 m (28,57%). Le restanti ceppaie erano comprese nelle classi da 1,1 a 1,5 m (20,00%), da 1,6 a 2 m (2,86%) e da 2,1 a 2,5 m (5,71%). Nell'area di Opicina si è rilevata una percentuale pari a 65,96% di ceppaie incluse nella classe da 1,6 a 2 m. Le rimanenti erano distribuite nelle classi da 0,6 a 1 m (4,26%), da 1,1 a 1,5 m (17,02%) e da 2 a 2,5 m (12,77%).

Nel 2007 nelle aree di Basovizza e Contovello si è osservata una maggiore percentuale di ceppaie rientranti nelle classi di altezza comprese nell'intervallo da 1,1 a 2,5 m (Basovizza 58,49%, Contovello 54,29%); in entrambe, le classi comprese tra 0,6 e 1 m risultavano ancora presenti (Basovizza 28,30%, Contovello 25,71%). Nell'area di Basovizza le ceppaie con i polloni più alti avevano raggiunto la classe da 2,6 a 3 m (13,21%), mentre nell'area di Contovello il 20,00% delle ceppaie era distribuita nelle classi comprese tra 2,6 a oltre 3 m. Nell'area di Opicina sono risultate più numerose le ceppaie relative alle classi comprese tra 1,6 e 2,5 m

(58,14%) e tra 2,6 e oltre 3 m (32,56%) mentre la classe da 0 a 0,5 risultava assente e solo il 6,98% delle ceppaie rientrava nelle classi comprese tra 0,6 e 1,5 m.

### 3. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Nei cedui invecchiati, corrispondenti alle aree di Basovizza e Contovello, si è registrato un aumento del grado di deperimento espresso come percentuale di perdita di chioma dei polloni vivi dall'inizio del monitoraggio al 2007. Dal primo rilievo del 2001 a quello del 2002 si è registrato solo un modesto aumento del grado di danno, mentre nel 2003 si è verificato un notevole incremento in entrambe le aree. Nel 2003 si sono verificate, da maggio a agosto, temperature medie mensili molto elevate rispetto alla media di riferimento e, nello stesso periodo, valori di piovosità mensile molto ridotti. L'azione sinergica dello stress da carenza idrica e da elevate temperature subita dai polloni ha causato nelle due aree una perdita di chioma che, negli anni successivi, non è stata compensata dall'emissione di nuova vegetazione ma ha continuato ad aumentare. Nel 2003 si è verificata nei cedui invecchiati anche un aumento della mortalità dei polloni o di intere ceppaie e, nell'area di Basovizza, la maggior parte dei polloni morti presentava cancri localizzati sul fusto.

La tipologia più diffusa di cancro nei cedui di carpino nero rientra in quella dei cosiddetti cancri perenni a bersaglio, analoghi a quelli indotti sulle latifoglie da varie specie appartenenti al genere *Nectria* (Fr.) Fr.. Recentemente, questo tipo di cancro su carpino nero è stato associato a *Botryosphaeria dothidea* (Moug.: F.) Ces.& de Not. (Jurc *et al.*, 2006). La presenza di cancri anche di grandi dimensioni, determina probabilmente un'elevata mortalità dei polloni quando essi sono indeboliti da fattori di stress, in particolare da carenza idrica. Nel periodo di monitoraggio, infatti, benché fosse sempre presente una buona percentuale di polloni vivi con cancri localizzati sul fusto, la mortalità dei polloni è risultata nulla nelle aree nel 2004 e nel 2005, anni in cui le piogge estive sono state abbastanza abbondanti e regolari. Sono stati rilevati nuovamente polloni morti solo nel 2007; in tale rilievo sono stati però censiti anche i polloni presumibilmente morti nel 2006, anno caratterizzato da elevate temperature e scarsissime precipitazioni in giugno e in luglio. Considerando il numero totale di polloni morti dal 2001 al 2007 la mortalità dei polloni appare legata anche a fattori di origine non parassitaria. La percentuale di polloni morti con cancri localizzati sul fusto, calcolata sul numero totale dei polloni morti rilevati, è risultata, infatti, solo del 52,63%. La morte di questa serie di polloni è indubbiamente correlata in buona misura ai cancri ma, per i rimanenti, si può supporre l'effetto negativo di altri fattori, quali la già citata carenza idrica e la senescenza.

Nelle tre aree allestite nei cedui giovani la mortalità delle ceppaie è risultata assente nell'area di Contovello in tutti i rilievi condotti dal 2001 al 2007. Nelle rimanenti due aree la maggiore percentuale di ceppaie morte è stato rilevata nel 2003. Nell'area di Opicina gli effetti della siccità e delle alte temperature sono stati amplificati dalle caratteristiche della stazione, in cui sono presenti formazioni rocciose tipiche del Carso (Karrenfeld), mentre in quella di Basovizza dai pesanti danni da brucatura primaverile del capriolo, verificatesi nel 2002 e nel 2003. Nell'area di Basovizza

è stata rilevata, nel 2007, anche una minore altezza dei polloni, paragonata a quella dell'area coetanea di Contovello, in cui si sono verificati danni da brucatura più lievi nel biennio 2002-2003.

Nonostante che le aree di ceduo giovane fossero site in prossimità di vecchi cedui con numerosi cancri sui polloni vivi e morti e quindi in presenza di un notevole potenziale d'inoculo, non si sono osservati cancri o necrosi corticali sui giovani polloni durante tutto il periodo di monitoraggio nell'area di Contovello e fino al 2007 nella coetanea area di Basovizza. Nell'area di Opicina, tagliata due anni prima rispetto alle altre, nel 2003 si sono osservate necrosi corticali sui polloni vivi nel 2003 ma, successivamente, non sono stati individuati polloni vivi infetti nell'area fino al 2007. I cancri, quindi, hanno causato la morte dei giovani polloni infetti ma non si sono diffusi ai restanti polloni presenti nella ceppaia. Si può quindi presumere che, negli stadi giovanili dei polloni, le infezioni corticali costituiscano un semplice fattore di accelerazione nel processo di selezione che progressivamente porta alla scomparsa dei soggetti più deboli.

Il taglio dei vecchi polloni in fase di declino irreversibile ha portato al rinnovamento della maggior parte delle ceppaie. La mortalità delle ceppaie rinnovate appare sostanzialmente legata alle caratteristiche stazionali, che possono amplificare gli effetti negativi della siccità e delle altre temperature, oppure a fattori di disturbo diversi, quali le ripetute brucature, che influiscono negativamente anche sulla crescita in altezza dei giovani polloni. In questa fase del monitoraggio non è ancora possibile stabilire il ruolo svolto in termini di vitalità dei polloni e delle ceppaie dei cancri corticali, ruolo che potrà essere definito in una fase più avanzata del processo di selezione dei polloni nell'ambito delle singole ceppaie.

L'indagine, tuttora in corso, è svolta nell'ambito del programma di monitoraggio fitosanitario forestale Bausinve della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.

#### SUMMARY

##### EFFECTS OF THE FELLING ON THE PHYTOSANITARY STATUS OF HOP HORNBEAM

From long time hop hornbeam decline phenomena have been observed in the aged coppice stands of the Karst. In order to verify if it was possible to interrupt the decline by total felling of the stumps, three representative coppice stand areas of the Triestine Karst were identified and permanent monitoring plots were performed, both in recently felling and aged coppice stands.

In recently felling coppice plots, set of data concerning total number of dead stumps and, for each stump, height and number of coppice shoots and presence of cankers and ungulate damages was collected. Whereas in the aged coppice plots data collected were mortality of the coppice shoots, crown loss and presence of cankers.

In aged coppice stand plots the amount of decline gradually increased, with a peak of increment in 2003.

In young coppice plots the greater part of stumps was alive in the survey period. The selection process of shoots was often affected by repeated ungulate grazing damages. Stumps with visible cankers symptoms at least on one shoot had not been found before 2003.

#### RÉSUMÉ

##### CONSEQUENCES DE LA COUPE SUR L'ÉTAT PHYTOSANITAIRE DU CHARME HOUBLON

Depuis longtemps on observe dans les taillis vieillis du Karst triestin des phénomènes de dépérissement du charme houblon. Nous avons voulu vérifier si la coupe rase des souches pouvait enrayer l'évolution de ce phénomène.

Dans trois zones représentatives des caractéristiques des taillis du Karst triestin, des aires de surveillance ont été aménagées aussi bien dans les taillis coupés à ras que dans les taillis vieillis. Dans les zones où avait été effectuée la coupe rase ont été collectées des données sur la mortalité des cépées, sur la hauteur et le nombre de rejets par souche, sur la présence de chancres et sur les dommages causés par les ongulés. Dans les taillis vieillis ont été collectées des données sur la mortalité des rejets, sur le dessèchement du houppier et sur la présence de chancres.

Dans les aires localisées dans les taillis vieillis il s'est vérifié une hausse du degré de dépérissement, qui a atteint un pic en 2003.

Dans les zones de taillis jeune, la plupart des souches sont restées en vie durant la période considérée. Le processus de sélection des rejets a fréquemment été conditionné par les dommages répétés causés par le broutement des ongulés. Les cépées présentant des symptômes de chancres corticaux visibles sur au moins un rejet étaient absentes jusqu'en 2003.

#### BIBLIOGRAFIA

- Del Favero R., Poldini L., Bortoli P. L., Lasen C., Dreossi G., Vanone G., 1998. *La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli-Venezia Giulia*. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Direzione Regionale delle Foreste, Udine. I vol.
- Jurc D., Ogris N., Grembenc T., Kraigher H., 2006. *First report of Botryosphaeria dothidea causing bark dieback of European hop hornbeam in Slovenia*. Plant Pathology 55 (2): p. 299.
- Poldini L., 1989. *La vegetazione del Carso Isontino e Triestino*. Edizioni Lint, Trieste.
- Stergulc F., Frigimelica G., Carpanelli, A., 2002. *L'inventario fitopatologico forestale del Friuli-Venezia Giulia: metodologie e risultati di un programma di monitoraggio permanente dello stato fitosanitario delle foreste*. Quaderno ARSIA 2/2002: p. 83-92.

## SELEZIONE DI PROVENIENZE DI *PINUS PINASTER* RESISTENTI A *MATSUCOCCUS FEYTAUDI*

(\*) Unità di Ricerca per le Produzioni Legnose Fuori Foresta, Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Roma

Viene sintetizzata l'attività di ricerca condotta dal CRA-PLF sede di Roma per la selezione di provenienze di *Pinus pinaster* Aiton resistenti a *Matsucoccus feytaudi* Ducasse. Sono stati realizzati 14 impianti sperimentali relativi rispettivamente a *tests* di provenienze (Liguria, Lazio e Sardegna), *tests* di discendenze materne di provenienze resistenti alla cocciniglia specifica del pino marittimo (Liguria e Toscana) e impianti di conservazione *ex situ* (Lazio, Sardegna e Calabria) per una superficie complessiva di circa 15 ettari.

I risultati dopo 15-20 anni evidenziano una sopravvivenza di oltre l'80% delle piante, quando non intervengono cause accidentali come gli incendi che hanno semidistrutto due impianti in Liguria ed uno nel Lazio.

Le osservazioni sugli accrescimenti evidenziano differenze significative a favore della provenienza Vivario (Corsica) e di alcune spagnole. Le stesse provenienze insieme a quella della Val Freddana-LU risultarono tra le più danneggiate da *M. feytaudi*. Le provenienze Tamjoute (Marocco) e Cuenca (Spagna) sono le uniche sopravvissute tra le 8 provenienze sperimentate in Liguria (5 della Spagna, 1 della Corsica, 1 della Toscana ed 1 del Marocco) in aree fortemente interessate dagli attacchi di *M. feytaudi* ed hanno dimostrato buone capacità di adattamento in diverse condizioni ecologiche.

In Liguria, in prossimità delle aree dove prevalgono piante madri delle provenienze Tamjoute e Cuenca è stata osservata abbondante presenza di rinnovazione di *P. pinaster* con giovani piante in pieno vigore vegetativo. Pertanto si prospetta la possibilità di costituire nuclei pilota di rimboschimento impiegando seme di genotipi resistenti, che può essere inoltre opportunamente certificato.

*Parole chiave:* Pinaster, provenienze, resistenza genetica, Matsucoccus.

*Key words:* Pinaster, provenances tests, genetic resistance, Matsucoccus.

*Mots clés:* Pinaster, provenances tests, résistance génétique, Matsucoccus.

### 1. INTRODUZIONE

La presenza della cocciniglia *Matsucoccus feytaudi* Ducasse, parassita specifico del pino marittimo (*Pinus pinaster* Aiton), si è massicciamente rivelata in Provenza negli anni '60 e '70 del secolo scorso (Schvester e Ughetto 1986), quindi nelle pinete liguri tra il 1970 ed il 1990 ed in quelle toscane tra il 1999 ed il 2004 (Binazzi, 2005). Ancora oggi le infestazioni continuano ad avanzare da Nord verso Sud alterando irreversibilmente gli *habitats* ecologici caratterizzanti di questa conifera. Hanno già subito forti danni molte aree protette come i Parchi delle Cinque Terre (SP) e del Monte Beigua (GE) in Liguria, le aree protette delle Cerbaie (LU), del Monteferrato (PO) e di San Rossore (PI) in Toscana (AA. VV., 2005b). Il *Matsucoccus feytaudi* ha già prodotto seri danni anche sulle pinete della Corsica (Jactel *et al.*, 1998) e si teme un suo prossimo avvistamento in Sardegna. Le conseguenze degli attacchi alle pinete sono state catastrofiche, con ripercussioni fortemente negative sotto il profilo paesaggistico, della protezione idrogeologica del territorio e dell'economia locale di nicchia. Sono state distrutte diverse migliaia di ettari di pinete in Francia e alcune centinaia di ettari in Liguria e Toscana.

La complessità della problematica collegata alla presenza ed ai danni ambientali ed economici prodotti dal *M. feytaudi* ha richiamato l'attenzione di molti studiosi ed operatori di settore ed è stata discussa in numerosi seminari e giornate di studio con qualificati contributi di ricercatori di

varie discipline, di tecnici e gestori di importanti aree protette di enti pubblici e di boschi di proprietà privata (AA.VV., 2005a; AA.VV., 2005b).

Relativamente agli aspetti genetici, in Francia è stata avviata intorno al 1960 una sperimentazione finalizzata alla selezione di genotipi di *P. pinaster* resistenti a *M. feytaudi* che ha permesso di individuare le provenienze di Tamjoute (Marocco) e di Cuenca (Spagna) come quelle più resistenti al parassita (Schvester e Ughetto, 1986; Bariteau, 2005). Le stesse provenienze sono state introdotte e studiate in Italia nel 1985-86 dal Centro di sperimentazione agricola e forestale (CSAF) insieme ad altre provenienze di *Pinus pinaster* dell'areale mediterraneo attraverso *tests* comparativi realizzati in Liguria, Lazio e Sardegna. Tali *tests* sono stati successivamente ampliati dal CRA-PLF sede di Roma sulla base delle nuove conoscenze acquisite. Complessivamente dal 1985 al 2006 sono stati realizzati 14 impianti con le seguenti finalità:

– Confronti di provenienze primarie per l'individuazione di genotipi resistenti a *M. feytaudi* (5 della Spagna, 1 del Marocco, 1 dell'Italia e 1 della Corsica), impianti realizzati in Liguria, Lazio e Sardegna nel 1985-86.

– *Tests* di discendenze materne di provenienze ritenute resistenti a *M. feytaudi* (274 della provenienza Cuenca realizzati in Liguria e Toscana nel 1993-94 e 5 della provenienza Tamjoute, realizzati in Liguria, Toscana, Lazio e Calabria nel 2006).

– Conservazione *ex situ* di 13 popolamenti rappresentativi



dell'areale italiano e mediterraneo della specie (Alia e Martin, 2003; Vendramin *et al.*, 1998) di cui 7 iscritti al Libro Nazionale dei Boschi da Seme (L.N.B.S, 6 della Toscana e 1 della Liguria), 3 delle Isole (Corsica, Sardegna e Pantelleria), 1 della Spagna e 2 del Nord Africa (Algeria e Marocco), impianto realizzato nel Lazio nel 1989. Sono stati inoltre realizzati nel 1991 due impianti in Sardegna (Domusnovas ed Arbus) con la provenienza locale di Monte Limbara/Monte Pino.

## 2. SCOPI

Nel presente lavoro viene aggiornata la consistenza degli impianti sperimentali di *P.pinaster* finalizzati alla selezione di materiale geneticamente resistente alla cocciniglia (Tab. 1). Viene inoltre messo in evidenza il comportamento del materiale sperimentale nei diversi contesti ecologici delle stazioni di confronto ed ipotizzato l'impiego di quello ritenuto più idoneo per la ricostituzione e la conservazione degli *habitats* dove la presenza del pino marittimo è ritenuta molto importante ai fini protettivi e paesaggistici.

## 3. METODOLOGIA

Si focalizza l'attenzione sui risultati scaturiti dalle osservazioni periodiche, piuttosto frequenti e regolari, soprattutto nei primi anni successivi alla realizzazione degli impianti, che hanno interessato valutazioni sull'attecchimento, sugli accrescimenti e sullo stato fitosanitario del materiale sperimentale impiegato. Vengono quindi prospettate nel medio-lungo periodo le possibili linee di intervento finalizzate alla gestione e valorizzazione degli arboreti sperimentali ed alla ricostituzione delle pinete danneggiate dalla cocciniglia.

## 4. RISULTATI RELATIVI AGLI IMPIANTI SPERIMENTALI COSTITUITI PRIMA DEL 2005

### 4.1 Attecchimento

Negli impianti costituiti nel 1985-86 a Vallermosa (CA), Roma e Domusnovas (CA) la sopravvivenza media a 20 anni, è risultata superiore del 90% per le provenienze Siles, Tamjoute e Val Freddana e superiore dell'80% per tutte le altre provenienze, ad eccezione di quella di Coca (64,6%). Nelle tre località di confronto la sopravvivenza media è risultata dell'87,2%, (Fusaro *et al.* 2005) a conferma dell'idoneità ecologica delle stazioni prescelte e delle appropriate tecniche d'impianto.

Purtroppo i due impianti costituiti in Liguria nel 1985 e nel 1993 sono stati semidistrutti dagli incendi, rispettivamente nel 1996 e nel 2002. Anche l'impianto di conservazione *ex situ* realizzato nel Lazio nel 1989 è stato interessato nell'estate 2007 da un incendio che ha distrutto circa l'83% delle piante. Tali danni hanno alterato irreversibilmente il proseguimento delle valutazioni comparative sugli accrescimenti tra le diverse provenienze. Tuttavia, il numero di piante sopravvissute (circa 220) può risultare ancora utile per gli aspetti relativi alla conservazione delle risorse genetiche delle diverse provenienze, per le valutazioni sul comportamento fitosanitario e per la raccolta di materiale di propagazione.

### 4.2 Accrescimento

Gli accrescimenti (altezze e circonferenze) rilevate periodicamente e le successive analisi statistiche (ANOVA a

due fattori) hanno evidenziato, in ciascuna località di confronto, differenze significative sia tra le provenienze che tra i blocchi. In particolare, la provenienza Vivario (Corsica) è risultata quasi sempre di accrescimento superiore rispetto alle altre provenienze. Le provenienze di Cuenca e Tamjoute ritenute resistenti a *M. feytaudi*, occupano nei vari siti comparativi posizioni gerarchiche (*Tukey grouping*) intermedie o spesso inferiori alla media, analogamente alla provenienza toscana della Val Freddana. Tale comportamento è stato confermato anche dall'analisi *inter-sito* (Fig. 1). Tuttavia, l'analisi della varianza ha evidenziato anche delle interazioni significative tra genotipo e ambiente per le provenienze di Val Freddana e di Arenas de San Pedro; mentre le provenienze Cuenca e Vivario risultavano tra le più stabili. Nell'impianto di Vallermosa (stazione meno fertile) a 20 anni, la circonferenza media a m. 1,30 delle provenienze estreme è risultata piuttosto contenuta e compresa tra 60 (Tamjoute) e 65 cm (Vivario); in quello di Domusnovas (stazione più fertile), alla stessa età, le differenze tra le provenienze estreme sono state più accentuate e comprese tra 63,4 (Arenas de S. P.) e 76,4 cm (Vivario), con uno scarto rispettivamente di 5 e 13 cm.

All'interno della parcella di conservazione *ex situ* di Roma, le differenze di circonferenza media a 15 anni tra le provenienze estreme risultavano ancora più marcate e comprese tra 69,8 (Arenas de S. Pedro) ed i 55,0 cm (Pantelleria), con uno scarto di ben 15 cm. Nello stesso impianto, le provenienze iscritte al L.N.B.S., presentavano valori compresi tra i 64,8 (Val Freddana) ed i 59,9 cm (Melograno) ed occupavano (Fig. 2) posizioni intermedie ed omogenee secondo il *Tukey grouping* insieme alla provenienza ligure di Fontanin (62,9 cm). Le provenienze dell'Algeria, del Marocco e di Pantelleria (gruppo Nord Africano) occupavano le ultime posizioni ma risultavano comunque statisticamente omogenee con alcune provenienze toscane (rispettivamente, Tocchi, Migliarino, Poggio Adorno e Melograno); tali differenze, come atteso, risultavano più accentuate nel confronto tra i valori di altezza media che era compresa, alla stessa età, tra 8,6 m. (Pantelleria) ed 11,4 m. (Val Freddana).

### 4.3 Stato fitosanitario

Nelle prove realizzate in comune di Bordighera nel 1985 e nel 1993, in aree fortemente infestate da *Matsucoccus*, sono state effettuate dettagliate osservazioni fitosanitarie fino a circa 8 anni. Osservazioni stagionali sulla recettività delle diverse provenienze nei riguardi della cocciniglia hanno evidenziato che il numero medio di neanidi per cm<sup>2</sup> di corteccia era significativamente superiore nelle provenienze di Val Freddana e Vivario (1,98-2,24/cm<sup>2</sup>) rispetto al numero di neanidi presenti nella corteccia della provenienza Tamjoute (0,64/cm<sup>2</sup>), mentre nelle 5 provenienze spagnole furono registrati valori compresi tra 1,30 e 1,64 neanidi/cm<sup>2</sup>; nello stesso periodo osservazioni empiriche sullo stato vegetativo hanno evidenziato danni molto appariscenti di deperimento sulle provenienze Vivario, Val Freddana e Coca causati dagli attacchi di *Matsucoccus* mentre nessun danno veniva osservato, alla stessa età, nella provenienza Tamjoute (Fusaro, 1997). Quest'ultima provenienza, nell'unico blocco sperimentale sopravvissuto all'incendio del 1996, risultava, a 20 anni, ancora l'unica provenienza non danneggiata (Foto 1) e con chioma in fruttificazione.

In realtà, anche prima che si verificasse l'incendio del 1996 nell'impianto di Bordighera-Monte Nero (IM) erano in buono stato vegetativo soltanto le piante delle provenienze Tamjoute e Cuenca. Le altre provenienze (Vivario e Val Freddana) erano state fortemente compromesse dagli attacchi di *Matsucoccus* già prima degli incendi. Attualmente, all'interno della stessa area si osserva comunque una rigogliosa rinnovazione, dovuta presumibilmente alle favorevoli condizioni create dopo l'incendio. Tuttavia, si osservano differenze importanti sullo stato fitosanitario delle piantine: molte presentano evidenti sintomi di attacchi da *Matsucoccus*, mentre altre risultano, a parità di età e di sviluppo, in pieno vigore vegetativo. E' molto probabile che le piantine sane derivino dal seme prodotto dalle provenienze Cuenca e Tamjoute (già da tempo in fruttificazione). Con indagini da approfondire ulteriormente nei prossimi anni, si potrebbe confermare nelle nostre aree sperimentali liguri e toscane l'ipotesi formulata dalla letteratura specialistica (Harfouche e Kremer, 2000) che la trasmissione genetica sulla resistenza a *Matsucoccus* potrebbe avvenire anche per via maschile attraverso la migrazione del polline.

Una conferma di tale ipotesi è riscontrabile sempre in Liguria nell'impianto relativo ai *tests* di 274 discendenze della provenienza Cuenca realizzati nel 1994 in località Colle Morella di Bordighera. Anche in questo impianto, dopo il passaggio dell'incendio verificatosi nel 2002 è sopravvissuto un ristretto nucleo di circa 300 piante su oltre 4000 messe a dimora. Nel 2005 su questo piccolo nucleo di piante che ormai aveva raggiunto l'età di 12 anni è stato osservato (Foto 2) che quelle non attaccate dalla cocciniglia erano più numerose rispetto a quelle in deperimento. Nella replicazione degli stessi *tests* realizzati presso l'azienda il Terzo/Scagliata di Grosseto (circa 3,00 ha), attualmente, non si segnalano danni da *Matsucoccus* (AA.VV., 2005b).

Per quanto riguarda le parcelle di conservazione dell'ecotipo di Monte Pino realizzate a Domusnovas ed Arbus (CA), sono stati riscontrati, a 14 anni ottime condizioni vegetative con piante già in fase di fruttificazione, dalle quali si potrebbe attingere per fabbisogni locali.

#### 4.4 Impianti pilota realizzati nel 2006 e conservazione delle risorse genetiche

Sulla base dei risultati sperimentali e delle ipotesi suddette, dal 2003 al 2005, si è proceduto alla raccolta di seme da piante della provenienza Tamjoute e Cuenca individuate all'interno dell'impianto di Monte Nero (Bordighera-IM) e di 5 piante madri della provenienza Tamjoute individuate all'interno dell'impianto realizzato nel 1989 presso l'azienda Ovile di Roma. Le discendenze materne di quest'ultime sono state poste a dimora nella primavera 2006 (da 200 a 400 piante per località) nell'Orto Botanico di Villa Beuca in comune di Cogoleto-GE e nell'Area Protetta del Monteferrato-PO in zone dove la presenza del *Matsucoccus* è ampiamente conclamata; altre repliche della prova sono state realizzate nella Tenuta di San Rossore-PI. Inoltre, a titolo di conservazione *ex situ* dello stesso materiale, sono stati realizzati 2 impianti nelle aziende Ovile-di Roma e ARRSA di Mirto-

CS. Dopo 3 stagioni vegetative, le piantine selezionate in sperimentazione in Liguria e Toscana, non presentano sintomi di attacchi della cocciniglia.

## 5. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Per quanto riguarda i danni arrecati dalla cocciniglia alle pinete di pino marittimo sia in Liguria che in Toscana, le misure fino ad ora adottate non sembrano risultare molto efficaci per frenare l'avanzata del parassita, se non su scala prettamente locale. Alla luce dei risultati acquisiti attraverso le sperimentazioni sui *tests* di provenienze e di discendenza descritti, si ritiene che ci siano tutte le premesse necessarie per incentivare ricerche orientate alla costituzione di piccoli nuclei di impianti pilota impiegando materiale genetico derivante da provenienze e discendenze resistenti come quelle di Cuenca e, soprattutto, di Tamjoute.

Detto materiale potrà essere acquisito mediante raccolta nei vecchi impianti sperimentali costituiti in Liguria (sulle poche piante sopravvissute agli incendi), in Toscana, Lazio e Sardegna. Il seme potrebbe essere opportunamente certificato (Ducci *et al.*, 2007; Perrone, 2005) sulla base della normativa vigente sulla commercializzazione delle sementi forestali, essendo le piante di età superiore ai 20 anni e quindi già acclimatate ai nostri ambienti. Ciò potrebbe consentire il rilancio di una politica di recupero e di ricostituzione delle pinete di pino marittimo nelle aree dove queste formazioni si ritengono di importanza primaria sia dal punto di vista paesaggistico che per la protezione delle coste e la difesa idrogeologica del territorio. Oltre alla resistenza a *Matsucoccus*, analisi di laboratorio hanno accertato che la provenienza Tamjoute possiede anche una maggiore tolleranza ai terreni salmastri (Saur *et al.*, 1993), di cui le nostre regioni costiere non sono certamente carenti.

Particolare attenzione dovrebbe essere rivolta allo studio dei fattori ecologici che interagiscono con la virulenza della cocciniglia (Vennetier *et al.*, 2005) ed alla gestione delle aree sperimentali per le quali viene raccomandata l'attivazione di adeguate misure di protezione dagli incendi e di protezione della biodiversità anche attraverso un migliore raccordo con le iniziative previste nell'ambito di programmi regionali e di altri Enti.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano: il prof. B. Cavalcaselle ed il dott. A. Echer promotori a suo tempo delle iniziative sperimentali in Liguria; i comuni di Bordighera (IM), Domusnovas (CA), Vallermosa (CA), Grosseto e Montemurlo (PO), il Comando provinciale del CFS di Imperia e quello di Lucca, l'Ente Foreste della Regione Sardegna, la Tenuta dell'Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore Masaciucoli (PI), il Centro di Scienze Naturali di Galceti/Parco del Monteferrato (PO), l'Orto Botanico di Cogoleto/Parco Dipteris-Università di Genova e l'ARRSA di Mirto Crosia (CS), per la fattiva collaborazione che ha consentito la realizzazione e la conservazione degli impianti sperimentali.

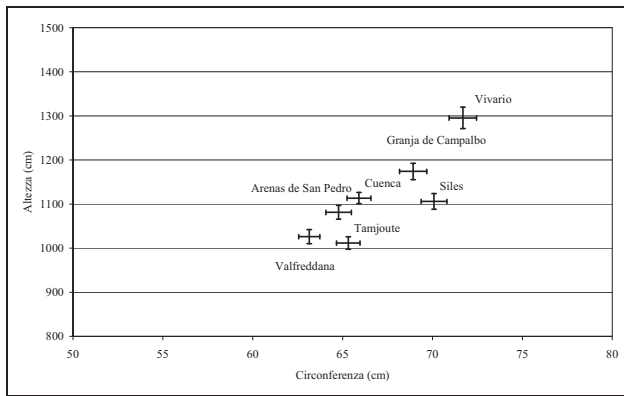


Figura 1. *Pinus pinaster*, analisi inter-sito (Roma, Vallermosa, Domusnovas): dimensioni medie delle provenienze osservate a 20 anni e relativi intervalli di errore standard (da Fusaro *et al.*, 2005).

Figure 1. *Pinus pinaster* inter-site observations collected out in Rome, Vallermosa and Domusnovas sites. Mean growth values observed at 20 years. The errors bars indicate the standard error of the means (by Fusaro *et al.*, 2005).

Figure 1. Valeurs moyennes de croissance observées à 20 ans sur les provenances de *Pinus pinaster* dans les sites expérimentaux de Rome, Vallermosa et Domusnovas. Les barres d'erreurs indiquent l'erreur standard de moyens (par Fusaro *et al.*, 2005).

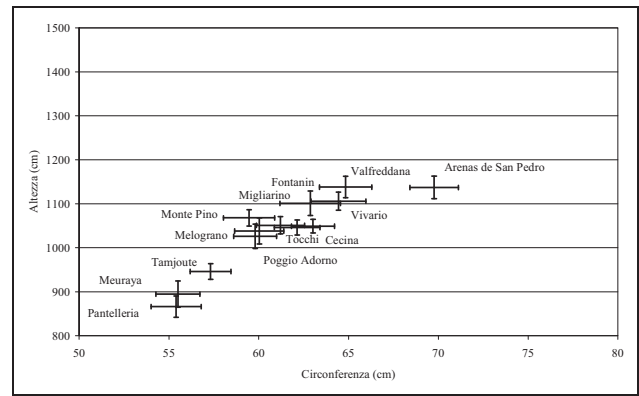


Figura 2. Dimensioni medie delle provenienze di *Pinus pinaster* osservate a 15 anni nell'area di conservazione *ex situ* di Roma e relativi intervalli di errore standard (da Fusaro *et al.*, 2005).

Figure 2. Mean growth values observed at 15 years on *Pinus pinaster* provenances in *ex situ* conservation area of Rome. The errors bars indicate the standard error of the means (by Fusaro *et al.*, 2005).

Figure 2. Valeurs moyennes de croissance observées à 15 ans sur des provenances de *Pinus pinaster* dans l'area de conservation *ex situ* de Rome. Les barres d'erreurs indiquent l'erreur standard de moyens (par Fusaro *et al.*, 2005).

ID Provenienze	Origine	Latitudine	Longitudine	altitudine m. s.l.m.	Precipitazioni mm/anno	Regione	Anno impianto	N° piante al 2008
Meuraya	Algeria	36°01'N	2°21'E			Lazio	1989	21
Vivario	Corsica	42°10'N	9°10'E	600	1420	Liguria, Lazio, Sardegna	1985 e 89	300+23
Fontanin	Liguria	43°52'N	7°39'E	700	1060	Lazio	1989	1
Monte Pino	Sardegna	40° 50'N	9°09'E	750	750	Lazio	1989	30
Pantelleria	Sicilia	36°50' N	11°57'E	150	400	Lazio	1989	12
Melognano	Toscana	43°39'N	11°11'E	250	960	Lazio	1989	0
Cecina	Toscana	43°19'N	10°30'E	4	863	Lazio	1989	22
Valfredana	Toscana	43°55'N	10°17'E	200	1300	Liguria, Lazio, Sardegna	1985 e 89	300 + 17
Migliarino	Toscana	43°47'N	10°20'E	10	951	Lazio	1989	5
Poggio Adorno	Toscana	43°45'N	10°43'E	70	1188	Lazio	1989	20
Tocchi	Toscana	43°08'N	1°11' E	450	1164	Lazio	1989	22
Tamjoute	Marocco	32°53'N	4°10' W	1400	491	Liguria, Toscana, Lazio, Sardegna	1985 e 89	350+ 30
Arenas de San Pedro	Spagna	40°15'N	5°15' W	650	1362	Liguria, Lazio, Sardegna	1985 e 89	300+23
Cuenca	Spagna	40°24'N	2°13' W	1061	687	Liguria, Toscana, Lazio, Sardegna	1985	350
Granja de Campalbo	Spagna	39°54'N	1°16' W	1097	590	Liguria, Lazio, Sardegna	1985	300
Siles	Spagna	38°25'N	2°30' W	1250	684	Liguria, Lazio, Sardegna	1985	300
Coca	Spagna	41°13'N	4°31' W	775	462	Liguria, Lazio, Sardegna	1985	300
							1985	200
ID Discendenze								
274	CUENCA	40°24'N	2°13' W	1061	687	Liguria, Toscana	1993	300+ 3500
5	TAMJOUTE	41°54'N	12°21'E	75	850	Liguria, Toscana, Lazio, Calabria	2006	1500
40	Sardegna	40°50'N	9°09' E	750	750	Sardegna	1990	1600

Tabella 1. Elenco delle provenienze e discendenze materne di *Pinus pinaster* in corso di sperimentazione presso il CRA-PLF di Roma.

Table 1. *Pinus pinaster* list of provenances and maternal progeny test of undergoing testing at the CRA-PLF of Rome.

Tableau 1. Liste de tests comparatives de provenances et maternal descendances de *Pinus pinaster*, objet d'essais au CRA-PLF de Rome.

## SUMMARY

### *PINUS PINASTER* PROVENANCES SELECTION RESISTANT TO *MATSUCOCCUS FEYTAUDI*

Based on twenty years research activities collected out by CRA-PLF of Rome the problematic concerning the location of *Pinus pinaster* Aiton resistant provenances to *Matsuccoccus feytaudi* Ducasse were here described. Altogether have been realized 14 provenances experimental trials (Liguria, Sardinia and Calabria) and maternal descendancys tests (Liguria and Tuscany) coming from resistant provenances tests to *M. feytaudi* (total surface of 15 hectares).

Good survival results were observed (about 80%) until when the fires have partially destroyed three experimental trials (two in Liguria and one in Latium).

Growth observations evidencing higher growth values on Vivario (Corsica) provenance and in some Spanish provenances. The same provenances with to that one of Val Freddana-LU were mainly resulted damaged by *M. feytaudi*. Instead, in a experimental provenances resistant test to *M. feytaudi* collected out in Liguria (5 from Spain, 1 from Corsica, 1 from Tuscany and 1 from Maroc respectively) which was previously observed a strong attacks of *M. feytaudi* both Tamjoute (Maroc) and Cuenca (Spain) provenances only survived. In the same areas an abundant regeneration of Tamjoute (Maroc) and Cuenca

(Spain) provenances occurred therefore in order to restrict spatiotemporal *M. feytaudi* attacks propagation can be realized reforestation plans utilizing the seed coming by provenances and descendancy resistant to *M. feytaudi*.

## RÉSUMÉ

### SELECTION DES ORIGINES DE *PINUS PINASTER* RESISTANT *MATSUCOCCUS FEYTAUDI*

Basée sur les activités de recherche de vingt ans rassemblées par CRA-PLF de Rome dans la problématique concernant la sélection des provenances de *Pinus pinaster* Aiton résistantes à *Matsucoccus feytaudi* Ducasse a été ici décrit (surface totale d'environ 15 hectares). Ont été réalisés 14 provenances tests dans différents sites expérimentaux (Liguria, Latium et Sardaigne) et de maternal progeny tests dans la Liguria et la Toscane en utilisant des semences de provenance résistante à *M. feytaudi*.

Y ont été observés des bons résultats de survie (80%) jusqu'à quand les feux ont partiellement détruit trois sites expérimentaux (deux dans Liguria et un dans Latium).

Les observations de croissance plus hautes ont été observées sur la provenance de Vivario (Corse) et dans quelques provenances espagnoles. Seulement les provenances de Tamjoute (Maroc) et de Cuenca (Espagne) survécus parmi les 8 provenances expérimentées dans la Liguria (5 d'Espagne, 1 de Corse, 1 de Toscane et 1 de Maroc), sous les attaques gravement touchés par le parasite. Dans la proximité où il y a des plantes de maternal provenance de Tamjoute et de Cuenca on a observé une forte présence de la régénération naturelle de *P. pinaster* avec une vigueur végétative pleine. A la suite de ces résultats on considère positive la possibilité de constituer des noyaux de reboisement qui emploient graine des provenances résistantes à *M. feytaudi* qui peuvent être certifiées opportunément.

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2005a. *Actes, Journées d'études sur le pin maritime en région méditerranéenne*. Forêt Méditerranéenne 26 (1).
- AA. VV., 2005b. *La cocciniglia del pino marittimo in Italia. Strategie di contenimento del Matsucoccus feytaudi Ducasse e orientamenti per gli interventi di recupero ambientale delle pinete di Pinus pinaster Aiton*. Rapporto Apat 55/2005 (a cura di S. Lucci).
- Alia R., Martin S., 2003. *Maritime pine*. *Pinus pinaster*. IPGRI. [www.euforgen.org](http://www.euforgen.org), 1-6.
- Bariteau M., 2005. *Le pin maritime, 40 ans de recherche en région méditerranéenne*. In: Actes, Journées d'études sur

- le pin maritime en région méditerranéenne. 7, 8 et 9 octobre 2004, le Cannet-des-Maures (Var). 23 novembre 2004 (Gard et Ardèche). Forêt Méditerranéenne 26 (1): 5-8.
- Binazzi A., 2005. *La cocciniglia del pino marittimo (Matsucoccus feytaudi Ducasse)*. In: Rapporto APAT 55/2005 (a cura di S. Lucci): 75-87.
- Ducci F., Fusaro E., Lucci S., Ricciotti L., 2007. *Strategies for finalizing Conifers experimental tests to the production of improved reproductive materials*. Proceedings of the Inter. Workshop MEDPINE3 "Conservation, Regeneration and restoration of Mediterranean Pines and their Ecosystems", (Valenzano-BA, 2005) Options médit., Serie A, n. 75: 99-104.
- Fusaro E., Ricciotti L., Righi F., 2005. *Confronto di provenienze di Pinus pinaster Aiton. Prospettive d'impiego di materiale resistente agli attacchi di Matsucoccus feytaudi Ducasse*. E-M Linea Ecologica, 6: 17-27.
- Fusaro E., 1997. *Risultati preliminari sulla sperimentazione in Italia di alcune provenienze mediterranee di Pinus pinaster Ait.* Monti e Boschi 48 (3): 48-53.
- Harfouche A., Kremer A., 2000. *Provenance hybridization in a diallel mating scheme of maritime pine (Pinus pinaster)*. I. Means and variance components. Canadian Journal of Forest Research 30: 1-9.
- Jactel H., Menassieu P., Ceria A., Burban C., Regad J., Normand S., Carcreff E., 1998. *Une pullulation de la cochenille Matsucoccus feytaudi provoque un début de dépérissement du Pin maritime en Corse*. Revue Forestière Française 50 (1): 33-45.
- Perrone, V., 2005. *Il reclutamento dei "materiali di base": Il pino marittimo nel Libro Nazionale dei Boschi da Seme*. In: Rapporto APAT 55/2005, Roma, pp. 131-132
- Saur E., Rotival N., Lambrot C., Trichet P. 1993. *Dépérissement du pin maritime en Vendée. Résistance au chlorure de sodium de 3 provenances géographiques dans différentes conditions édaphiques*. Elsevier, INRA. Annales des Sciences For. 50: 389-399.
- Schvester D., Ughetto F., 1986. *Differences in susceptibility to Matsucoccus feytaudi (Homoptera Margarodidae) in maritime pine (Pinus pinaster Ait.) according to provenance*. Annales des Sciences Forestières 43: 459-474.
- Vendramin G.G., Anzidei M., Madaghiele A., Bucci G., 1998. *Distribution of genetic diversity in P. pinaster Ait. As revealed by chloroplast microsatellites*. Theor. and appl. gen., 97: 456-463.
- Vennetier M., Ripet C., Chandioix O., 2005. *Recherche de la relation entre stations forestières et état sanitaire du pin maritime en Provence en rapport avec cochenille Matsucoccus feytaudi (Duc.)*. In: Actes, Journées d'études sur le pin maritime en région méditerranéenne. Forêt Méditerranéenne 26 (1): 23-34.



## PRIMI STUDI SU *BISCOGNIAUXIA MEDITERRANEA* IN SICILIA OCCIDENTALE

(\*) Dipartimento S.En.Fi.Mi.Zo., Sezione di Patologia vegetale e Microbiologia agraria, Università degli Studi di Palermo

(\*\*) Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Sezione di Patologia vegetale, Università degli Studi di Padova

È stata condotta un'indagine su un diffuso deperimento delle querce, all'interno di un'area della riserva naturale orientata "Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere e Gorgo del Drago", nelle contrade Pulpito del Re e S. Barbara (Corleone, PA). Campioni di organi sintomatici e di strutture miceliari associate alle alterazioni sono stati sottoposti alle opportune analisi. I saggi di laboratorio hanno consentito di isolare colonie fungine identificate con metodi tradizionali e molecolari come appartenenti a *B. mediterranea*. Tali ceppi hanno mostrato una variabilità morfologica in relazione all'ospite e all'epoca stagionale. I saggi di inoculazione artificiale hanno evidenziato, inoltre, l'attitudine patogenetica del micete su roverella, soprattutto in presenza di stress idrici.

*Parole chiave:* *Biscogniauxia mediterranea*, deperimento querce, Sicilia.

*Key words:* *Biscogniauxia mediterranea*, oak decline, Sicily.

*Mots clés:* *Biscogniauxia mediterranea*, déclin des chênes, Sicilie.

### 1. INTRODUZIONE

*Biscogniauxia mediterranea* (De Not.) O. Kuntze è una delle specie fungine maggiormente coinvolte nel deperimento del genere *Quercus*, in particolare, cerro (*Q. cerris* L.), sughera (*Q. suber* L.) e specie appartenenti al ciclo della roverella (*Q. pubescens* L., *Q. leptobalana* Guss., *Q. amplifolia* Guss., *Q. virgiliana* (Ten.) Ten., ecc.) in ambiente mediterraneo (Granata e Sidoti 2004; Granata *et al.*, 2004).

La sintomatologia comprende un disseccamento basipeto e progressivo della chioma e delle branche, ingiallimenti fogliari, piante filanti, emissione di rametti epicormici, cancri corticali associati ad essudati nerastri, imbrunimenti xilematici e stromi neri, estesi longitudinalmente sugli organi legnosi.

Recentemente, nella Riserva Naturale Orientata "Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere e Gorgo del Drago", in contrada Pulpito del Re e S. Barbara (Corleone, PA) si segnala una diffusa moria di esemplari di roverella con tipici attacchi di *B. mediterranea*. Inoltre, sulle piante colpite e su quelle abbattute, si rileva la diffusa presenza dei segni del patogeno.

Nel 2006 è stata avviata, quindi, un'indagine mirata allo studio dell'evoluzione del deperimento e all'accertamento del ruolo del micete nella manifestazione della sindrome, mediante osservazioni sulla variabilità morfo-genetica del fungo e sulla eventuale patogenicità degli isolati.

### 2. MATERIALI E METODI

All'interno della zona interessata dal deperimento è stata delimitata un'area di saggio (circa 1000 m<sup>2</sup>), nella quale sono state individuate 10 piante fortemente sintomatiche e con evidenti stromi carboniosi. Da queste, stagionalmente, sono state prelevate porzioni di stroma che, dopo osservazione allo stereomicroscopio, sono state poste in camera umida; la sporata così prodotta è stata seminata su substrato universale (Potato Dextrose Agar, PDA Oxoid). Le colonie ottenute, allevate in purezza e mantenute in tubo, sono state identificate mediante analisi convenzionali e molecolari. In particolare, le prime sono consistite in osserva-

zioni macro- e microscopiche, mentre per le altre è stata effettuata una PCR applicata al DNA totale estratto dal micelio di alcuni degli isolati (P1A, P1B e P9B), per amplificare parte dei geni dell'RNA ribosomiale, utilizzando i primers ITS4 e ITS5 (Causin *et al.*, 2005; Guo *et al.*, 2003, White *et al.*, 1990). Per i campioni saggiati è stata ottenuta la sequenza *forward* e *reverse* del tratto di DNA amplificato (BMR Genomics, Padova); successivamente, per ciascun campione è stata ottenuta una sequenza "consensus", sottoposta alla ricerca in banca dati NCBI (National Center for Biotechnology Information).

I saggi di patogenicità sono stati effettuati inoculando porzioni di colonie di un ceppo di *B. mediterranea* al di sotto di ferite corticali, effettuate sui fusticini di 26 piante di roverella, di tre anni di età e allevate in vivaio. I testimoni sono stati inoculati con agar sterile e tutte le ferite ricoperte con parafilm. Dopo l'inoculazione, metà delle piante è stata esposta alle condizioni di temperatura e umidità ambientale e sottoposta a stress idrico; le rimanenti, invece, in condizioni controllate (20 °C, luce naturale) e regolare irrigazione.

Trascorsi due mesi dalle inoculazioni artificiali sono stati effettuati saggi di reisolamento prelevando, in corrispondenza delle lesioni, piccole porzioni di fusto.

### 3. RISULTATI E DISCUSSIONI

Da 4 delle 10 piante saggiate (P1, P4, P9 e P10), sono state isolate 6 colonie, caratterizzate da micelio inizialmente bianco e lasso, ma presto grigio scuro e fiocoso, che, allevate in coltura pura a 25 e 30 °C., hanno raggiunto il diametro massimo di crescita nell'arco di 24h.

L'analisi dei caratteri microscopici ha evidenziato sia strutture agamiche (conidiofori e conidi) che gamiche (periteci, aschi e ascospore); in particolare, sono state osservate ife conidiofore con cellule conidiogene (simpoduli), portanti numerosi conidi unicellulari, tubolari o ellittici, ialini tipici del genere *Nodulisporium* Preuss. Inoltre, sono stati osservati periteci con aschi stipitati contenenti 8 ascospore lisce, di colore marrone scuro, fusoidali, unicellulari e con estremità leggermente arrotondate. I rilievi biometrici sono

stati effettuati su aschi, ascospore e conidi, impiegando un microscopio confocale laser (LSM 510 ZEISS; tab. 1).

Le osservazioni macro/microscopiche hanno consentito di identificare i ceppi isolati come appartenenti a *B. mediterranea*, evidenziando nel contempo una certa variabilità morfologica degli isolati in relazione all'ospite e all'epoca stagionale.

In particolare, l'isolato ottenuto nell'inverno 2006 dalla pianta P4 mostra tutti i caratteri tassonomici tipici di *B. mediterranea* var. *tipica* (dimensione aschi : 8,2 - 9,7 x 121 - 169,4 µm; dimensione ascospore 6 - 8,5 x 15,7 - 20 µm; Vannini, 1987), mentre tutte le altre colonie isolate dallo stesso e da altri ospiti hanno mostrato valori lievemente discostanti. Le analisi molecolari sulle colonie isolate dalle piante P1 e P9 confermano l'identificazione con metodi

tradizionali. Tali risultati convalidano l'ipotesi dell'influenza dell'ospite e dell'epoca di saggio sulla variabilità morfologica del fungo.

I saggi di patogenicità, hanno evidenziato la comparsa di lesioni cancerose e imbrunimenti xilematici, già dopo circa 30 gg dall'inoculazione con *B. mediterranea* e su tutte le piante indagate. In dettaglio, le piante esposte alle condizioni ambientali hanno mostrato sintomi più marcati, nessun sintomo, invece, è stato rilevato sulle piante testimone.

Dai saggi di reisolamento sono state ottenute, costantemente ed esclusivamente, colonie di *B. mediterranea*.

Lo studio condotto dimostra il ruolo patogenetico di *B. mediterranea* su roverella nelle zone boschive indagate e conferma, inoltre, la variabilità della specie fungina in relazione a fattori ecologici, precedentemente rilevata.



Figura 1. Sintomi di deperimento della quercia rilevati nell'area oggetto di studio: piante deboli e disseccate (a); cancri corticali, essudati nerastrati (b) e stromi carboniosi su piante in piedi ed abbattute (d), imbrunimenti xilematici (e, f).

Figure 1. Typical oak decay symptoms observed in the detected station: weak and dried plants (a); canker with blackish exudates (b); black stromata formed on living (c) and broken (d) plants; xylematic browning (e, f).  
Figure 1. Symptômes du dépérissement de chênes remarqués dans l'aire objet de recherche: plantes faible e desséchées (a); chancre cortical, exsudats noirâtres (b) et stroma carbonés sur plantes en pied et accablées (d), noircissements du xylèmes (e, f).

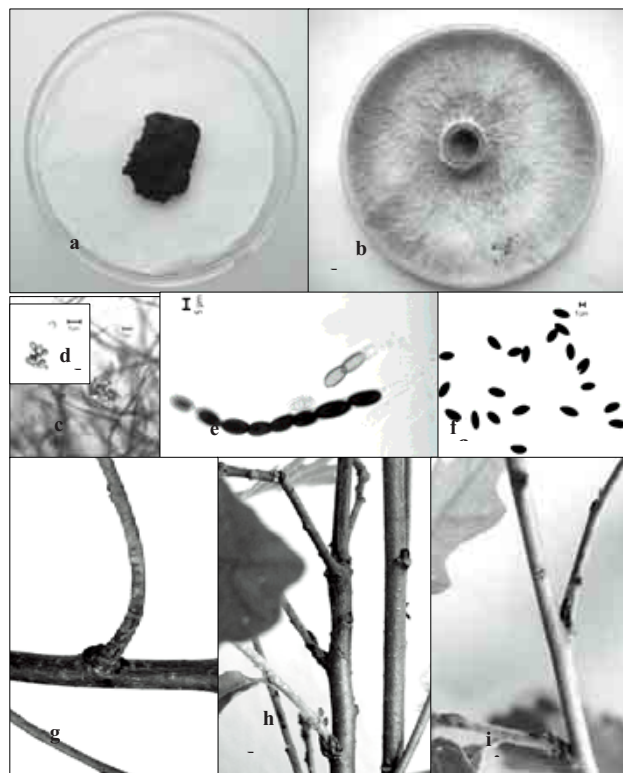


Figura 2. Caratteri morfologici di *B. mediterranea* (a-f): frammento di stroma carbonioso posto in camera umida (a); colonia accresciuta su PDA (b); strutture ifali, conidiogeni (c), conidi (d) aschi (e) ed ascospore (f). Saggi di inoculazione artificiale (g-i): lesioni cancerose su giovani rametti inoculati (g); disseccamento apicale (h); cancro ascellare (i).

Figure 2. Morphological features of *B. mediterranea* (a-f): portion of black stromata in moist chamber (a); colony grown on PDA (b); hyphal structures, conidiogenic (c), conidia (d) asci (e) and ascospores (f). Artificial inoculations tests (g-i): canker lesions on twig (g); apical drying (h); axillary canker (i).

Figure 2. Caractéristiques morphologiques de *B. mediterranea* (a-f): fragment de stroma carbonées en chambre umide (a); accroissement de colonie sur PDA (b); structures hyphales, conidiogenes (c), conidies (d) asques (e) et ascospores (f). Essais par le inoculations artificielle (g-i): les lésions cancéreuses sur les jeunes rameaux inoculées (g); dessiccation apex (h); cancer axillaires (i).

Dati biometrici ( $\mu\text{m}$ )	PERIODO					
	28/02/06	11/04/06	21/06/06			16/01/07
	P4	P4	P4	P9	P10	P1
aschi						
lunghezza	122.19	113.10	141.33	120.96	-	134.30
larghezza	9.52	8.68	10.72	10.78	-	12.74
asco spore						
lunghezza	17.83	14.33	17.03	19.05	17.73	16.14
larghezza	8.35	7.48	8.45	9.25	8.67	8.24
conidi						
lunghezza	6.13	4.97	5.64	5.14	5.64	5.54
larghezza	3.33	3.34	2.97	2.84	3.30	3.61

Tabella 1. Dati biometrici rilevati sulle strutture gamiche ed agamiche dei differenti ceppi di *B. mediterranea*, isolati dai diversi ospiti nel corso delle osservazioni.

Table 1. Biometrical data relived during the observations on the gamic and agamic structures of the several strains of *B. mediterranea* obtained from different hosts.

Tableau 1. Données biometric remarqués sur les structures gamique et agamique des différenux des souches de *B. mediterranea*, isolés de différents hôtes dans le cours des observations.

## SUMMARY

### FIRST STUDIES ON *BISCOGNIAUXIA* *MEDITERRANEA* IN WESTERN SICILY

A research on a widespread oaks decay in the oriented nature reserve "Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere e Gorgo del Drago", in locality Pulpito del Re and S. Barbara (Corleone, PA) was carried out. Samples of both symptomatic organs and fungal structures associated to the alterations were submitted to the usual isolation techniques; the obtained fungal colonies were identified by traditional and molecular methods as *Biscogniauxia mediterranea*. The strains of the mycete shown a morphological variability in function of different host and season. The artificial inoculation tests confirmed the pathogenicity of the fungus on healthy and hydric stressed plants of downy oak.

## RÉSUMÉ

### PREMIERES ETUDES SUR *BISCOGNIAUXIA* *MEDITERRANEA* DANS LA SICILIE OCCIDENTAL

A été menée une enquête sur une dépérissement généralisée de chênes, dans une vaste zone de réserve naturelle orientée "Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere e Gorgo del Drago", dans le localit  Pulpito del Re et S. Barbara (Corleone, PA). Les échantillons d'organes symptomatique et des structures fongiques associées à des modifications ont été soumis à une analyse appropriée. Des essais de laboratoire ont permis d'isoler les colonies fongiques, identifiés avec les méthodes traditionnelles et moléculaires, comme

appartenant à *B. mediterranea*. Ces souches ont montré une variabilit  morphologique par rapport à l'hôte et à saison. En outre, des essais d'inoculation artificielle ont montré l'attitude pathogénétique de myc te sur chêne pubescent, en particulier en présence de stress hydrique.

## BIBLIOGRAFIA

- Causin R., Scopel C., Grendene A., Montecchio L., 2005 - *An improved method for detection of Phytophthora cactorum (L.C.) Shr eter in infected plant tissues using PCR-based SCAR marker*. Journal of Plant Phtology; 87, 1, 25-35.
- Granata G., Sidoti A., 2004 - *Fungal endophytes on oak and the pathogenicity of Biscogniauxia mediterranea*. In: Ragazzi A., Moricca S., Della Valle I., Endophytism in forest trees. Accademia Italiana di Scienze Forestali.
- Granata G., Sidoti A., Tamburino V., 2004 - *Prove di patogenicit  di Biscogniauxia mediterranea su semenzali di cerro e roverella*. Micologia italiana, 33, 1, 34-39.
- Guo L.D., Huang G.R., Wang Y., He W.H., Zheng W.H., Hyde K.D., 2003 - *Molecular identification of white morphotype strains of endophytic fungi from Pinus tabulaeformis*. In Mycological Research, 107, 6, 680-688.
- Vannini A., 1987 - *Osservazioni preliminari sul deperimento del cerro (Quercus cerris L.) nell'Alto Lazio*. Informatore fitopatologico 9, 54-59.
- White T.M., Bruns T., Lee S., Taylor J., 1990 - *Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA for phylogenetics*. In Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J., White T.J. (Eds.). PCR protocols: a guide to methods and applications. Academic Press, San Diego, CA, 315-321.



## INCIDENZA DI *HETEROBASIDION ANNOSUM* S.L. IN FUSTAIE DI ABETE ROSSO IN AMBIENTE ALPINO

(\*) Dipartimento Valorizzazione Risorse Naturali, FEM-IASMA Research Centre, San Michele all'Adige, Trento

(\*\*) Dipartimento di Biotecnologie Agrarie, Università degli Studi di Firenze

L'*Heterobasidion annosum* s.l. è un patogeno fungino considerato il principale e più pericoloso agente di marciume radicale delle conifere in tutto l'emisfero boreale. Lo studio ha interessato 1832 piante di abete rosso distribuite in 65 transetti localizzati in Trentino Alto Adige e Lombardia. La zona presa in analisi presenta un indice di boscosità medio di oltre il 56% sul totale del territorio, di cui circa il 78% è di conifere. In questo contesto forestale si inserisce il presente studio che si prefigge l'obiettivo di valutare e stimare l'incidenza delle infezioni del patogeno fungino suddetto nei soprassuoli forestali. Dai risultati di questa indagine è emerso che l'agente patogeno è stato trovato in tutti i 65 transetti analizzati, anche se con diverse percentuali di incidenza. Tutte le tre specie di *Heterobasidion* presenti sulle Alpi sono state identificate. In 16 transetti sono state identificate due specie, mentre i rimanenti 49 transetti presentavano una sola specie. In nessun transetto è stata osservata la compresenza di tutte e tre le specie. Si è riscontrata una notevole variabilità di ceppaie infette tra i 65 transetti esaminati con un intervallo che varia dal 8% al 100%. Anche la media delle superfici infette delle ceppaie per località ha portato al riscontro di valori molto diversi tra loro: da un minimo di 5% ad un massimo del 78%. Un'accurata stima del danno risulta estremamente utile per creare un supporto scientifico su cui basare le politiche di gestione forestale, le pratiche selvicolturali e la lotta chimico-biologica da impiegare nel contenimento del patogeno.

*Parole chiave:* danni economici, funghi patogeni, marciumi radicali, *Piceetum subalpinum*, ceppaie.

*Key words:* economical damages, pathogenic fungi, root and butt rot, *Piceetum subalpinum*, stumps.

*Mots clés:* économique des dommages-intérêts, champignons pathogènes, racine et en bout de pourriture, *Piceetum subalpinum*, souches.

### 1. INTRODUZIONE

*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. è un fungo fitopatogeno descritto e classificato per la prima volta da Elias Magnus Fries nel 1821 con il binomio *Polyporus annosus* Fries.

In Trentino Alto Adige questa malattia fu descritta in un antico documento datato 1568, a cura del medico botanico senese Pietro Andrea Matthioli (1977) dove viene riportata in dettaglio la sintomatologia sulla pianta pur senza definire l'agente causale. Dopo questa segnalazione, bisogna attendere fino al 1800 per avere una completa descrizione da un altro italiano, l'abate Fornaini, che cita questo patogeno come diffusamente presente nelle piantagioni artificiali di abete bianco di Vallombrosa (Fornaini, 1804; 1825).

Nel 1978 Korhonen stabilì l'esistenza di 2 razze ospite-specifiche di *Heterobasidion annosum*. Una mostravano una spiccata preferenza di attacco per il genere *Pinus* spp., che chiamò "P" e l'altra per la specie *Picea abies* (L.) Karst, che chiamò "S" dall'inglese "spruce". In Italia, fu rivelata (Korhonen *et al.*, 1989; Capretti *et al.*, 1990) la presenza di un terzo gruppo intersterile ospite-specifico di *Abies alba* Mill., denominato "F" dall'inglese "fir". Recentemente questi tre gruppi intersterili hanno ottenuto ufficialmente il rango di specie. Quindi i suddetti gruppi P, S, F si chiamano rispettivamente *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. *sensu stricto*, *H. parviporum* Niem. e Korh. e *H. abietinum* Niem. e Korh. (Niemelä e Korhonen, 1998). Per facilità espositiva nel proseguo del presente lavoro al posto della nuova nomenclatura specifica verranno usati i vecchi nomi dei gruppi intersterili P, S e F.

La diffusione del patogeno può essere controllata prevenendo il contatto del fungo con i tessuti feriti mediante il trattamento chimico delle ceppaie o il trattamento biologico (Capretti *et al.*, 1994; Holdenrieder e Greig, 1998) con funghi competitori come *Phlebiopsis gigantea* ed altri saprofiti (Anselmi *et al.*, 1992). Le infezioni possono essere controllate anche con una adeguata pratica selvicolturale (Korhonen *et al.*, 1998), riducendo gli impianti monofiti con l'introduzione di piante non ospiti, che limitano i contatti radicali tra piante ospiti, eseguendo i diradamenti e i tagli delle piante in periodi molto siccitosi o molto freddi, dove è presente una bassa carica sporale. Nei soprassuoli naturali e in condizioni di equilibrio ecologico il parassita provoca danni esclusivamente su piante adulte e indebolite, generalmente sopra i 100 anni di età. Nei soprassuoli artificiali monofiti di *Picea abies*, *Abies alba* e *Pinus* spp. agisce invece come parassita primario fin dall'età giovanile delle piante ospiti. In tali contesti gli attacchi del parassita appaiono condizionati prevalentemente dallo stato di alterato equilibrio dei fattori microstazionali. Condizione derivata per lo più dalle precedenti utilizzazioni del suolo agrario e pascolivo o anche nei casi di drastica sostituzione del bosco naturale con colture da legno.

Sradicamenti e schianti conseguenti a marciume radicale, carie interna, riduzione della crescita, stato di sofferenza e mortalità delle piante sono tutti fattori che causano ingenti danni economici.

Nonostante il patogeno sia cospicuamente presente con tutte e tre le specie sulle Alpi italiane (La Porta e Ambrosi, 1997; La Porta 1999; La Porta *et al.*, 2002) e si verifichi una notevole velocità nella diffusione delle infezioni, so-



prattutto su *Picea abies* ed *Abies alba* (La Porta et al, 2005), relativamente pochi sono gli studi riguardanti l'incidenza e i danni economici effettuati sul settore alpino italiano e sul territorio nazionale. In Trentino Alto Adige da una estesa indagine svolta in 214 località si osservava che mediamente il 24% di queste era attaccato da *H. annosum* con una incidenza che aumentava proporzionalmente con l'età delle piante, dal 9,5% tra 40-70 anni fino a più del 50% per piante di 160 anni (Anselmi e Minerbi, 1989). La perdita di volume di legname in queste aree variava dal 2% al 37%, mentre uno studio dello stesso anno su abete rosso ha comportato una stima delle perdite pari al 9% del totale (Anon, 1989). Cantiani (1960) quantificava le perdite a causa di questo parassita a Vallombrosa (Appennino toscano) riferendo che nel decennio 1950-59 il danno aveva determinato un'utilizzazione anticipata del legname di circa il 70% in aggiunta alla normale ripresa programmata dal piano di assestamento. Nel decennio 1960-1969 nella stessa località questa percentuale risultò del 43% (La Marca, 1979), mentre da uno studio effettuato nell'1989 risultò che la percentuale di piante infette arrivava anche fino al 56% (Farina et al., 1990).

## 2. MATERIALE E METODI

### 2.1 Rilevamenti in bosco

Lo studio è stato condotto in 65 aree rappresentative delle peccete del Trentino Alto Adige e della Lombardia. Per ogni area si sono rilevati i seguenti parametri: l'esposizione, la pendenza media, la superficie, l'altitudine, l'altezza delle piante e la loro età indicativa. In tutte le aree analizzate sono stati creati dei transetti rettangolari di misure variabili per descrivere in forma analitica e grafica le ceppaie campionate e la loro relativa posizione. Sulle ceppaie veniva poi applicato un numero progressivo per identificarla, un righello come marcatore di scala per le analisi dei dati al computer e poi fotografata con una fotocamera digitale *Hewlett Packard Photosmart 618, 2.1 Mpixel*.

### 2.2 Analisi in laboratorio

Da un sottocampione delle ceppaie di ogni transetto che manifestavano segni di infezione sono stati prelevati dei campioni di legno che sono stati successivamente analizzati in laboratorio. Le analisi effettuate in laboratorio hanno riguardato principalmente due obiettivi: confermare la presenza di *Heterobasidion* e identificare le diverse specie del patogeno. Queste analisi sono state condotte secondo i protocolli messi a punto da Korhonen et al. (1992).

### 2.3 Analisi dei dati

Le analisi delle immagini delle ceppaie sono state elaborate utilizzando il programma *UTHSCSA Image Tool*, versione 2.00 per Windows. Dalla foto della ceppaia il programma permette di risalire al diametro della ceppaia, alla superficie totale della ceppaia e alla superficie interessata dal marciume.

Per la realizzazione delle mappe dei transetti è stato utilizzato il programma *Surfer32* versione 6.01.

## 3. RISULTATI

In tutti i 65 transetti analizzati sono state trovate ceppaie

afette da marciume. La percentuale di piante infette variava dal 8% al 100%. Le percentuali di superficie infetta delle ceppaie per transetto variavano dal 5% al 78%. La correlazione tra le percentuali di piante infette e le superfici infette delle ceppaie per transetto mostrava un  $R^2$  altamente significativo di 0,72 (Fig. 1). E' stata trovata una distribuzione delle frequenze decrescente tra le superfici infette delle ceppaie ripartite in classi calcolata con le 1032 piante infette (Fig. 2). La media delle piante infette per transetto è risultata essere del 57%. (Fig. 3). Questa elevata incidenza è rappresentata principalmente da un'unica tasca di marciume all'interno della ceppaia. Ci sono state alcune ceppaie con 2 tasche (12%) e ancora meno con 3 o più tasche (4%).

Una relazione rispettivamente tra la percentuale di ceppaie con marciume e l'estensione percentuale del marciume sulla ceppaia con i parametri stazionali e colturali quali l'altitudine, la pendenza, l'esposizione, l'incremento corrente e le piante/ha non ha mostrato nessuna relazione significativa.

Per quanto riguarda la parte di identificazione del fungo in laboratorio sono stati isolati diversi campioni di *H. annosum* per ogni transetto. La specie più rappresentata è stata l' S, seguita dall' F e infine dal P (Fig. 4). Per quanto riguarda la relazione tra la composizione delle specie ospiti e la presenza delle diverse specie del fungo, vi è una maggiore prevalenza dell' S in corrispondenza del suo ospite principale in tutti i transetti.

## 4. DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

La correlazione tra le percentuali di piante infette e le superfici infette delle ceppaie per transetto presenta un  $R^2$  altamente significativo. Questa correlazione suggerisce che non sono frequenti aree con alta incidenza di infezioni e con limitata diffusione di infezioni all'interno delle piante. Questi risultati possono essere in relazione con le pratiche di selvicoltura naturalistica adottate in questi boschi che non prevedono il diradamento giovanile, promuovendo così il processo di infezione di malattie fungine che si diffondono attraverso le connessioni radicali in popolamenti molto densi, piuttosto che un alto tasso di incidenza con piccole percentuali di infezioni in ogni albero. Ciò è in accordo con quanto osservato in altre località del Trentino, precedentemente investigate (La Porta e Ambrosi, 1997; La Porta, 1999). Tuttavia, pur non essendo inclusi in queste analisi, in alcuni soprassuoli puri di abete rosso in Trentino si sono registrate forme acute di diffusione del patogeno (La Porta e Ambrosi, 1998; La Porta et al., 2002).

E' interessante notare come l'altitudine dei transetti investigati vada da un minimo di 850 m s.l.m. ad un massimo di 1900 m s.l.m., con una media di 1527 m s.l.m.. In questo contesto più dell'80 % dei transetti sono posti a quote tra i 1400 ed i 1900 m s.l.m. e quindi totalmente all'interno della fascia fitoclimatica del *Picetum* (pecceta subalpina). Ciò sottolinea che il campione su cui sono stati ricavati i dati del presente studio non include, se non marginalmente, situazioni particolarmente stressante da un punto di vista ecologico almeno per quanto riguarda le condizioni della pianta ospite principale, l'abete rosso.

Dalla distribuzione delle frequenze della percentuale di marciume sull'area basimetrica delle 1032 ceppaie infette dal patogeno si evidenzia come le varie classi di piante attaccate dal fungo siano distribuite senza grandi variazioni

in tutte le classi di frequenza. Infatti, eccetto le tre classi 0-5%, 5-10% e 10-15% che superano le 80 ceppaie, le altre sono tutte inferiori con una sostanziale e progressiva diminuzione delle piante cariate. L'andamento decrescente delle frequenze è dovuto al fatto che oltre una certa estensione della carie la pianta non riesce più a tamponare le inevitabili alterazioni fisiologiche dovute alla crescita del fungo, come la disgregazione dei suoi tessuti conduttori e di sostegno. Questo risultato può essere anche spiegato con una maggiore suscettibilità a schianti per eventi atmosferici straordinari di piante con una percentuale di infezione maggiore a causa della perdita di integrità dell'apparato radicale.

Per quanto riguarda la presenza di diverse tasche di marciume sulla ceppaia, questo fenomeno può essere il risultato di molteplici processi di infezione in cui diverse radici sono colonizzate dallo stesso o da diversi ceppi del fungo (Swedjemark e Stenlid, 1993).

Tra l'incremento corrente e la percentuale di ceppaie con marciume c'è una moderata correlazione indiretta; in generale all'aumentare dell'incremento corrente si ha una diminuzione del marciume. Questo fenomeno si verifica perché i boschi con un elevato incremento corrente sono in genere boschi più giovani e vigorosi. Di conseguenza, almeno in teoria, meno soggetti ad attacchi di *Heterobasidion* (Anselmi e Minerbi, 1989). D'altra parte, l'incremento corrente stesso può a sua volta essere pesantemente influenzato da *Heterobasidion*, soprattutto se questo è ampiamente diffuso nel soprassuolo e all'interno dei tessuti legnosi dell'ospite (Froelich *et al.*, 1977; Pettersen *et al.*, 1995).

Le correlazioni tra la percentuale di ceppaie con marciume e l'estensione percentuale del marciume sulla ceppaia con l'esposizione ha prodotto un risultato abbastanza sorprendente. Per entrambi i parametri di marciume la prima correlazione evidenziava due direzioni preferenziali come disposizione dei transetti: la E/N-E e secondariamente la O/N-O.

Per quanto riguarda la parte di riconoscimento delle specie del fungo è stato interessante trovare in alcuni transetti

anche due specie contemporaneamente. La specie S è risultata la più rappresentata in quanto si trattava di popolamenti a larga maggioranza di *Picea abies*, se non quasi puri.

L'F è risultata la seconda specie ed in alcuni transetti è stata trovata insieme al P, dove comunque sono presenti non trascurabili quantità del suo ospite specifico. Per quanto riguarda il P c'è da aggiungere che sorprendentemente non è mai stato isolato in transetti dove comunque il pino nero è presente. Inoltre nei soli tre transetti dove è stato trovato associato con l'F, le percentuali di piante con marciume risultano particolarmente alte, tutte circa sopra al 80%. È interessante notare la presenza della specie F solo in alcuni transetti con una discreta presenza di *Picea abies* e una limitata presenza di altre conifere tra cui *Abies alba*, ma non viceversa. Questo può essere spiegato con una più bassa ospite-specificità della specie F come suggerito da alcuni autori (La Porta *et al.*, 2005) o ad una virulenza superiore in Italia rispetto alle sue normali attitudini in Europa centrale.

In conclusione, in relazione ai marciumi radicali lo stato fitosanitario dei boschi Trentini e Lombardi campionati in questo studio induce a proseguire lo sforzo per arrivare ad avere un quadro più completo della situazione che riguarda l'incidenza di *Heterobasidion*. Ciò risulta particolarmente importante in una situazione di progressivo invecchiamento delle cenosi forestali, anche causata degli scarsi tagli di utilizzazione eseguiti negli ultimi 40 anni, che rende i soprassuoli considerati sempre più suscettibili ad attacchi da parte di questo fungo.

#### RINGRAZIAMENTI

Si desidera ringraziare il Servizio Foreste della Provincia autonoma di Trento, il Dott. Elio Pezzoli e il Dott. Ramon Sora dell'Università degli Studi di Milano. Gli autori ringraziano il Dr. Holdenrieder, il Dr. Korhonen e il Dr. Bineau per aver fornito alcuni isolati fungini. Si ringrazia anche il tecnico P.A. Emanuel Endrizzi di FEM-IASMA Centro Ricerche per l'aiuto nella raccolta e negli isolamenti in laboratorio.

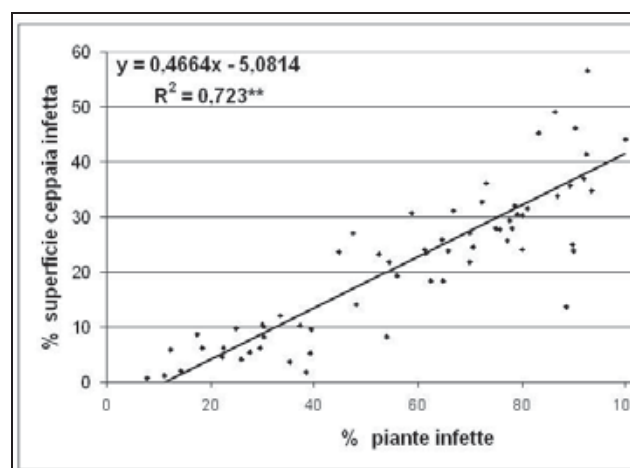


Figura 1. Correlazione tra la percentuale di superficie infetta delle ceppaie e la percentuale di piante infette per transetto.

Figure 1. Correlation between % stump surface infection and % of tree infected for transect.

Figure 1. Corrélation entre le pourcentage de surface affectée des souches et le pourcentage de plantes affectées pour transect.

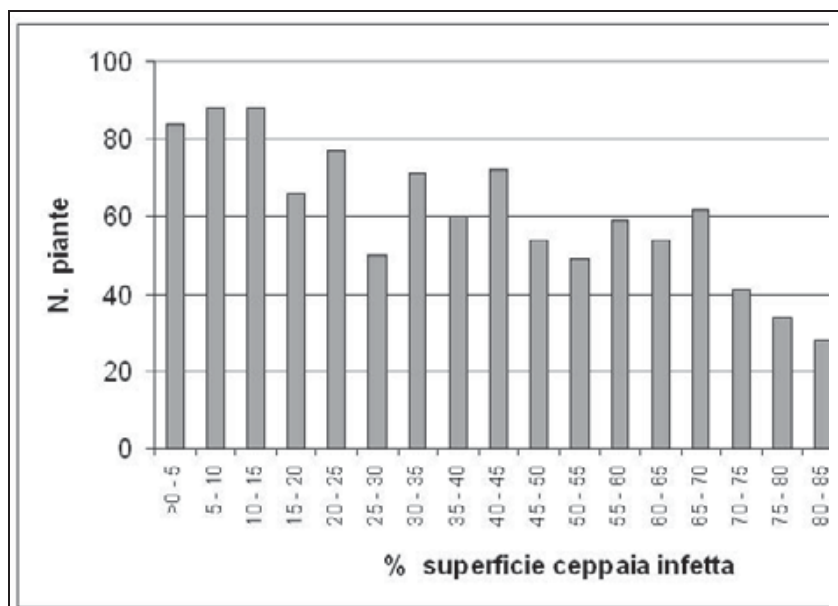


Figura 2. Distribuzione del numero di piante infette in relazioni alla superficie infetta delle ceppaie ripartita in classi.

Figure 2. Distribution of number of the trees infected in relation at classes of percentage of stump surface infection.

Figure 2. Distribution de nombre des arbres affectées réparties en classes selon la pourcentage de surface affectée des souches.

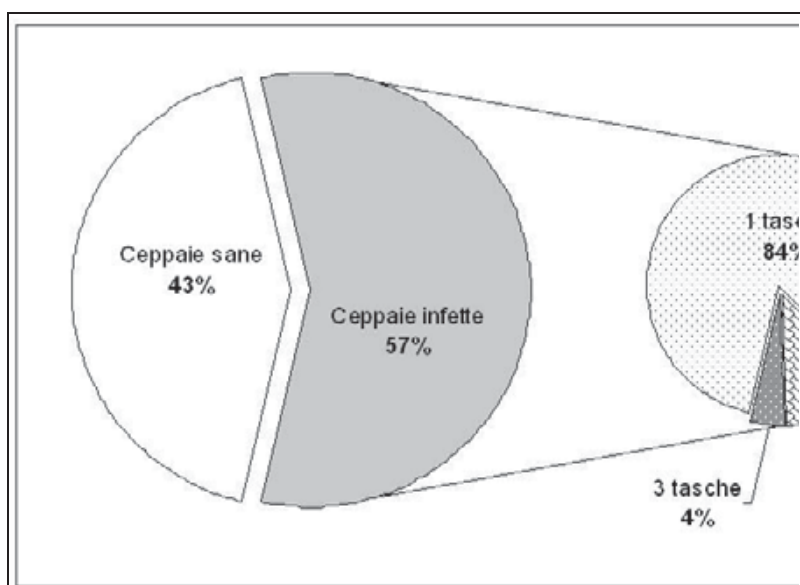


Figura 3. Percentuale delle 1832 ceppaie analizzate suddivise in sane ed infette, a sinistra; percentuale del numero di tasche di marciume presenti sulle ceppaie, a destra.

Figure 3. Percentages of healthy and Infected stumps based on a total number of 1832 stumps. In the smaller pie the proportion of pocket rot numbers for stump.

Figure 3. Pourcentage des 1832 souches échantillonnes saines et affectées par la carie, a gauche; pourcentage de souches avec une, deux et trois poches de pourriture parmi le souches affectées, a droite.

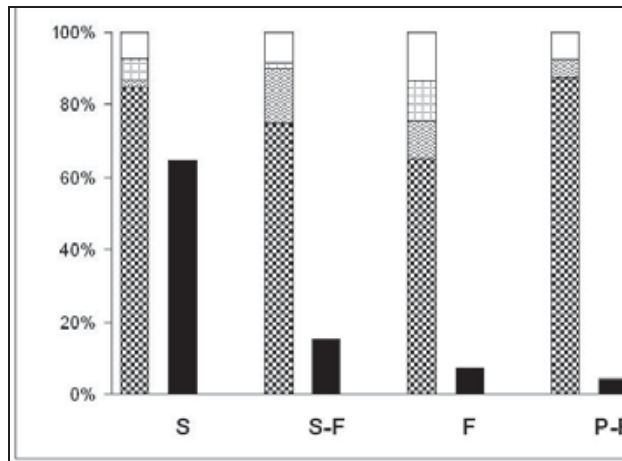


Figura 4. Distribuzione delle specie di *Heterobasidion* campionate (colonne nere) e composizione delle piante ospite nei transesti (colonne con trama): *Picea abies*; *Abies alba*; *Pinus* spp = *Pinus sylvestris*, *P. cembra*, *P. nigra*; altre = *Larix deciduas* e *Fagus sylvatica*.

Figure 4. Black columns represent the percentage of transects with different intersteril groups of *Heterobasidion*: S, F and P. The multilayer columns represent the average composition of different tree hosts in the transects: *Picea abies*; *Abies alba*; *Pinus* spp = *Pinus sylvestris*, *P. cembra*, *P. nigra*; others = *Larix deciduas* and *Fagus sylvatica*.

Figure 4. Distribution des trois groupes interstériles échantillonnes (colonnes noires) et composition des plantes hôte dans les transects (colonnes avec trama) : *Picea abies*; *Abies alba*; *Pinus* spp = *Pinus sylvestris*, *P. cembra*, *P. nigra*; autres = *Larix deciduas* et *Fagus sylvatica*.

## SUMMARY

### INCIDENCE ASSESSMENT OF *HETEROBASIDION ANNOSUM* S.L. IN SPRUCE FOREST IN ITALIAN ALPS

The incidence of natural infection of *Heterobasidion* spp. was surveyed in Norway spruce forest stands in the Eastern Italian Alps. The study interested 1832 trees distributed in 65 transects located in Trentino-Alto Adige and Lombardy. *Picea abies* was the main species in pure and mixed stands. The study area presents an average percentage over 56% of forest on the total land, where the conifers represent about 78% of the total forest. In this context was performed a study aiming to estimate the incidence of infections caused by the above mentioned fungal pathogen in the forest lands of the Southern Alps. The outcomes of this investigations showed that the pathogen was present in all the 65 transects analyzed, even though with rather different incidence. All three species of *Heterobasidion* present in the Alps were found in the survey. There were 16 transects with the presence of two species and 49 transects with the presence of only one species. A remarkable variability was found of infected stumps among the 65 transects with an interval ranging from 8% to 100%. The percentages of infected stump surface ranging between the transects from 5% to 78%. This study shows the recurrent and heavy presence of *Heterobasidion* species in the Alpine forests. From these preliminary data, the presence and the damages caused by this fungus appears surprisingly high. The ecological role of the *Heterobasidion* species and their

economic impact are discussed on the light of the possible silvicultural and biological actions to control the pathogen.

## RÉSUMÉ

### ÉVALUATION DE L'INCIDENCE D'*HETEROBASIDION ANNOSUM* S.L. DANS LA FORET D'ÉPINETTES EN LES ALPES ITALIENNES

*Heterobasidion annosum* s.l. est un champignon pathogène considéré le plus dangereux agent de la pourriture radical des conifères dans tout l'hémisphère boréal. La propagation d'*Heterobasidion annosum* a été étudiée sur environ 1832 épinettes de Norvège distribuées dans 65 transects situés dans les régions Trentino Alto Adige et Lombardia. Dans ces régions la forêt couvre environ le 56% du territoire, dont le 78% sont des conifères. Dans ce contexte forestier, s'insère cet étude qui se préfixe l'objectif d'évaluer et estimer l'incidence des infections du champignon pathogène dans les peuplements forestiers. Le pathogène a été trouvé dans tous les 65 transects analysés, même si avec divergées des pourcentages d'incidence. Un ou deux groupes de *H. annosum* ont été trouvés dans chaque transect, pendant que toutes et les trois les groupes n'ont été jamais trouvés dans le même transect. On a relevé une considérable variabilité de souches infectées parmi les 65 transects examinés avec un intervalle qui varie du 8% au 100%. Même la surface moyenne infectée par la carie dans les souches est très différentes entre les transects: d'un minimum de 5% à un maximum du 78%. Une estimation précise de dommages résulte extrêmement utile pour



créer un supporte scientifique sur lequel baser les politiques de gestion forestière et la bataille chimique-biologique à employer dans la limitation du pathogène.

#### BIBLIOGRAFIA

- Anon., 1989. *I nostri boschi sono ammalati?* Rapporto per l'anno 1989. Ispettorato per le foreste di Bolzano. Assessorato alle foreste, 1-40.
- Anselmi N., Minerbi S., 1989. *Root rots involved in forest decline in Italy*. Morrison D.J. (Ed.): Proceedings of 7<sup>th</sup> International Conference on Root and Butt Rots of forest trees; August 9-16 1988; Vernon and Victoria BC, Canada, 503-512.
- Anselmi N., Nicolotti G., Sanguineti G., 1992. *Antagonismo in vitro di Trichoderma spp. contro Basidiomycetes agenti di marciumi radicali di piante forestali*. Monti e Boschi 2, 57-59.
- Cantiani M., 1960. *Note sulla diffusione del marciume radicale nelle abetine di Vallombrosa*. L'Italia Forestale e Montana 4, 122-124.
- Capretti P., Korhonen K., Mugnai L., Romagnoli C., 1990. *An intersterility group of Heterobasidion annosum specialized to Abies alba*. European Journal of Forest Pathology 20, 231-240.
- Capretti P., Goggioli V., Moriondo F., 1994. *Lotta biologica e integrata contro Heterobasidion annosum*. Atti del Convegno "Innovazioni e Prospettive nella Difesa Fitosanitaria", Ferrara 24-25 Ottobre 1994, 383-385.
- Cowling E.B., Kelman A., 1964. *Influence of temperature on growth of Fomes annosus isolates*. Phytopathology 54, 373-378.
- Farina P., Capretti P., Mugnai L., 1990. *Gruppi intersterili di Heterobasidion annosum: osservazioni nella Foresta di Vallombrosa*. L'Italia Forestale e Montana 45, 347-370.
- Fornaini L., 1804. *Della coltivazione degli abeti*. Dissertazione. Stamperia Reale, Firenze.
- Fornaini L., 1825. *Saggio sopra l'utilità di ben conservare e preservare le foreste*. Stamperia Gaspere Ricci, Firenze.
- Fries E.M., 1821. *Systema mycologicum, sistens fungorum ordines, genera et species, huc usque cognitae, quas ad normam methodi naturalis determinavit atque*, 2 (1).
- Froelich R.C., Cowling E.B., Collicott L.V., Dell R.R., 1977. *Fomes annosus reduces height and diameter growth of planted slash pine*. Forest Science 23, 299-306.
- Holdenrieder O., Greig B., 1998. *Biological Methods of Control of Heterobasidion annosum*. Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R. and Hüttermann, A. (Ed.) (1998). *Heterobasidion annosum: Biology, ecology, impact and control*. CAB International, Wallingford. 235-258, 441-460.
- Korhonen K., 1978. *Intersterility groups of Heterobasidion annosum (Juurikäävän risteystymissuhteet)*. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, 94 (6), 1-25.
- Korhonen K., Capretti P., Moriondo F., Mugnai L., 1989. *A new breeding group of Heterobasidion annosum found in Europe*. Morrison D.J. (Ed.): Proceedings of 7<sup>th</sup> International Conference on Root and Butt Rots of forest trees; Aug. 9-16 1988; Vernon and Victoria BC, Canada, 20-26.
- Korhonen K., Bobko I., Hanso S., Piri T., Vasiliaskas A., 1992. *Intersterility groups of Heterobasidion annosum in some spruce stands in Byelorussia, Lithuania and Estonia*. European Journal Foresty Pathology 22, 384-391.
- Korhonen K., Delatour C., Greig B.J.W., Schönhar S. 1998. *Silvicultural control*. Woodward S., Stenlid J., Karjalainen R., Hüttermann A (Ed.). *Heterobasidion annosum*. Biology, ecology, impact and control. CAB International, 283-313.
- La Marca O., 1979. *Indagini auxometriche e selvicolturali su abete bianco (Abies alba Mill.) attaccato da Heterobasidion annosum (Fr.) Bref*. Annali Accademia Italiana Scienze Forestali 28, 17-41.
- La Porta N., 1999. *Modelli di diffusione dei gruppi intersterili di Heterobasidion annosum in diversi soprassuoli forestali trentini*. Ed. Atti del 2° Congresso Nazionale di Selvicoltura, Venezia, 24-27 giugno 1998. Vol. IV, 233-254.
- La Porta N., Ambrosi P., 1997. *Co-occurrence of intersterility groups of Heterobasidion annosum in mixed forests in Trentino - Eastern Italian Alps*. Ed. INRA Paris. Proceedings of 9<sup>th</sup> IUFRO Conference on Root and Butt Rots, in Carcans, France 31 Aug. 07 Sept. 1997, 437-438.
- La Porta N., Ambrosi P., 1998. *Marciume radicale da Heterobasidion annosum interessa giovani rimboschimenti di abete rosso*. Terra Trentina 6, 38-43.
- La Porta N., Ambrosi P., Grillo R., Korhonen K., 2002. *A study on the inoculum potential of Heterobasidion annosum in conifer stands of alpine forests*. Proceedings of the 5<sup>th</sup> Congress European Foundation for Plant Pathology: Biodiversity in Plant Pathology, Taormina 18-22 Sept. 2000: 289-294.
- La Porta N., Pedron L., Capretti P., 2005. *Heterobasidion annosum (ISG F, P and S) after pathogenity test on Abies alba and Picea abies, in Italian Alps*. Proceedings of 11<sup>th</sup> IUFRO International Conference on Root and Butt rots. Poznań and Białowieża, Poland 16-22 Aug. 2004, 346-355.
- Matthioli P.A., 1977. *I discorsi di Pietro Andrea Matthioli su De Materia medica di Dioscoride*. Fac-simile dell'edizione veneziana di Vincenzo Valgrisi del 1568. Roma, Stabilimento Tipografico Julia 2V, 1-1527.
- Niemelä T., Korhonen K., 1998. *Taxonomy of the genus Heterobasidion*. Woodward S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A (Ed.). *Heterobasidion annosum: Biology Ecology Impact and Control*. CAB International, 27-33.
- Pettersen J., Huse K.J., Solheim H., Venn K., 1995. *Economical and silvicultural aspects of root and butt rots in Norway spruce: a case study. Forest pathology research in the Nordic countries 1994*. Proceedings of the SNS-meeting in forest pathology at Skogbrukets Kurssenter. SNS, Biri, Norway, 27-29.
- Stenlid J., 1994. *Homokaryotic Heterobasidion annosum mycelia in stumps of Norway spruce*. Johansson M. & Stenlid J. (Eds.) In: Proceedings of 8<sup>th</sup> International Conference on Root and Butt Rots. Wik, Sweden and Haikko, Finland, Aug. 9-16, 1993. 249-253.
- Swedjemark G., Stenlid J., 1993. *Population dynamics of the root rot fungus Heterobasidion annosum following thinning of Picea abies*. Oikos 66: 2, 247-254.

## COMUNITÀ VEGETALE ED ECTOMICORRIZICA IN UNA SUGHERETA DEPERENTE

(\*) Dipartimento di Protezione delle Piante, Università degli Studi di Sassari

In una sughereta deperente del Nord Sardegna è stata indagata l'influenza dello stato sanitario delle piante di sughera sulla correlazione tra la diversità della comunità dei funghi ectomicorrizici e quella dei loro ospiti. Oltre al piano arboreo è presente lo strato arbustivo costituito da specie tipiche della macchia mediterranea.

Lo stato sanitario delle piante di sughera è stato rilevato attribuendo loro una «classe di deperimento» che varia da 0 (piante sane) e 3 (piante fortemente deperenti). Tale classe è definita in base al grado di trasparenza della chioma e all'incidenza dei sintomi tipici del deperimento.

Per l'indagine sono stati realizzati 40 transetti delimitati da due piante di sughera della stessa classe di deperimento. All'interno dei transetti è stata rilevata la presenza degli ospiti vegetali ectomicorrizici, ed è stato prelevato un campione di terreno di 10 cm di lato dal quale, in laboratorio, sono stati prelevati 15 frammenti radicali con 15 apici micorrizati. Le ectomicorricce sono state caratterizzate sia su base morfo-anatomica, sia mediante sequenziamento della regione ITS del DNA fungino. Sui dati delle due comunità, vegetale ed ectomicorrizica, sono stati calcolati gli «indici di diversità» di Shannon e il «coefficiente di correlazione» di Spearman.

I risultati mostrano che nei transetti formati da piante malate la biodiversità delle due comunità è nettamente correlata, mentre tale correlazione non è evidente in quelli formati dalle piante sane.

Ciò indica che nelle sugherete deperenti la componente arbustiva è fondamentale per il mantenimento della diversità della comunità ectomicorrizica, costituendo una garanzia alla corretta funzionalità dell'ecosistema.

*Parole chiave:* deperimento delle querce, biodiversità, ecosistema, comunità ectomicorrizica.

*Key words:* oak decline, biodiversity, ecosystem, ectomycorrhizal community.

*Mots clés:* dépérissement des chênes, biodiversité, écosystème, communauté ectomycorhizienne.

### INTRODUZIONE

La quercia da sughero (*Quercus suber* L.) rappresenta una specie forestale di grande importanza ecologica ed economica in molte aree del bacino mediterraneo. Infatti, la copertura boschiva costituita dalle sugherete, oltre a caratterizzarle dal punto di vista ambientale e paesaggistico, fornisce la materia prima per la filiera industriale del sughero, un'attività economica di rilevanza primaria.

Da circa 30 anni i boschi di questa specie sono però minacciati da una grave malattia nota come "deperimento delle querce". Questa sindrome si manifesta in seguito al verificarsi di fattori avversi abiotici e biotici che inducono condizioni di stress nelle piante: tali condizioni favoriscono gli attacchi di funghi patogeni di debolezza o "opportunisti", che aggravano il degrado vegetativo delle piante fino alla morte (Franceschini *et al.*, 2006; Kabrick *et al.*, 2008).

L'insorgenza di questi fenomeni è una diretta conseguenza di profonde alterazioni nello stato di equilibrio tra le varie componenti degli ecosistemi forestali, con riduzione di funzionalità. Sul mantenimento di questa rivestono un ruolo fondamentale le comunità di funghi ectomicorrizici, cioè quei funghi che instaurano con le radici delle piante un rapporto simbiotico dal quale entrambi i bionti traggono notevoli vantaggi. Le comunità di questi funghi hanno un ruolo multifunzionale negli ecosistemi, grazie alla loro elevata ricchezza in specie, a un'ampia diversità ecologica e alla specificità d'interazione con le piante ospiti (Mc Afee e Fortin,

1986; Molina *et al.*, 1992; Finlay, 2004). La conservazione della biodiversità di queste comunità è quindi un presupposto fondamentale non solo per garantire l'equilibrio funzionale di un ecosistema, ma anche per salvaguardare la biodiversità della comunità vegetale (Kernaghan, 2005).

A tale riguardo, con la presente ricerca si è voluto indagare sulle relazioni tra la comunità di funghi ectomicorrizici e la comunità vegetale ospite in un soprassuolo forestale interessato da deperimento.

### MATERIALI E METODI

Lo studio è stato effettuato in una sughereta deperente della Sardegna settentrionale, situata in agro di Berchidda (Prov. Olbia-Tempio) a un'altitudine di circa 200 m s.l.m. e con esposizione totale. Il clima è tipicamente mediterraneo, con estate asciutta, inverno mite e precipitazioni concentrate tra fine autunno e primavera; la piovosità media annua è di 400-600 mm. Il suolo poco profondo deriva dal disfacimento di rocce granitiche e presenta un pH di 5,5. Il piano dominante del bosco è formato da piante disetanee di *Q. suber* con pochi elementi sparsi di *Q. ilex*; quello dominato è costituito da *Arbutus unedo*, *Cistus* spp., *Erica* spp. e, in misura minore, da altre specie arbustive tipiche della macchia mediterranea evoluta.

Nel bosco si riscontrano piante in diversi stadi di deperimento e persino piante morte. Lo stato di salute delle sughere è stato rilevato valutando sia il grado di trasparenza della chioma sia la presenza di sintomi

(necrosi corticali, cancri, essudati, carie, rami epicormici) su fusto e branche (Franceschini *et al.*, 2002). In base a queste valutazioni, è stata attribuita a ciascuna pianta una classe di deperimento (CD) utilizzando una scala empirica di valori compresa tra 0 e 3, dove 0 = pianta sana, 1 = pianta con grado di deperimento lieve, 2 = medio, 3 = grave. Per ciascuna classe sono state individuate 10 coppie di piante e, considerando le piante di ogni coppia come limiti ideali, è stato costruito un transetto rettangolare rappresentante l'unità campione su cui è stata svolta l'indagine.

I transetti differiscono tra loro per la composizione del substrato arbustivo, rispecchiando l'eterogeneità tipica degli ecosistemi naturali dominati dalla sughera. A tal proposito, per descrivere la comunità vegetale sono stati rilevati in ogni transetto l'abbondanza (numero di individui per ciascuna specie), la frequenza (numero di transetti in cui compare la stessa specie) e il numero totale di individui delle specie ospiti che formano associazioni ectomicorriziche (*Q. suber*, *A. unedo*, *Cistus* sp. ed *Erica* sp.).

Per lo studio della comunità ectomicorrizica, dal centro di ogni transetto è stato prelevato con una vanga un cubetto di terreno di 10 cm di lato (Horton e Bruns, 1998). Ogni campione è stato siglato con una lettera che indica lo stato di salute della pianta (s = sano, d = deperente), un numero corrispondente alla classe di deperimento, e un'altra lettera per indicare i campioni provenienti dai diversi transetti della medesima classe.

In laboratorio i campioni di terreno sono stati lavati con acqua corrente per eliminare la terra in eccesso, e da ciascuno di essi sono stati prelevati 15 frammenti radicali con 15 apici micorrizzati vivi. La vitalità di questi è stata valutata osservando allo stereomicroscopio il colore e la turgidità dei medesimi (Harvey *et al.*, 1976). Ciascun apice micorrizico è stato assimilato ad un morfotipo in base alle sue caratteristiche morfologiche (Agerer, 1987-2002) e a quelle anatomiche di maggior valore tassonomico, quali: struttura del mantello, presenza e tipo di cistidi, presenza e tipo di rizomorfe (Agerer, 2006). Alcune micorrize di ciascun morfotipo sono state conservate a -20°C in 700 µl di CTAB buffer per le successive analisi biomolecolari (Richard *et al.*, 2005).

L'identificazione biomolecolare delle ectomicorrize è stata eseguita attraverso PCR e successivo sequenziamento della regione ITS del DNA fungino. Quest'ultimo è stato estratto con il metodo di Doyle e Doyle (1987), sospeso in 100 µl di TE buffer a pH 8 e poi conservato a 4°C per le successive analisi. L'amplificazione della regione ITS (ITS1, 5.8S e ITS2) è stata ottenuta mediante PCR utilizzando le coppie di oligonucleotidi ITS1F e ITS4 (White *et al.*, 1990), oppure ITS1F e ITS4B (Gardes e Bruns, 1993). Gli amplificati sono stati sequenziati con il metodo automatico (sequenziatori ABI 3730XL a 96 capillari e ABI 3100 a 16 capillari, Università di Padova, BMR-Genomics servizio sequenziamento di DNA; [www.bmr-genomics.it](http://www.bmr-genomics.it)) e le sequenze ottenute sono state confrontate con quelle presenti nei database GenBank e UNITE (Kõljalg *et al.*, 2005), utilizzando il programma Blast (Altschul *et al.*, 1990). Il taxon più prossimo è stato identificato secondo il criterio di Landeweert e coll. (2003).

In ciascun campione di terreno sono stati rilevati l'abbondanza delle specie ectomicorriziche (numero di apici ectomicorrizici riferibili alla stessa specie) e la loro frequenza (numero di campioni in cui compare la stessa specie ectomicorrizica).

Inoltre, per entrambe le comunità ospiti e simbiotici è stata misurata la ricchezza in specie (numero totale di specie ectomicorriziche o vegetali osservate) e sono stati calcolati la diversità, mediante l'indice di Shannon (Shannon e Weaver, 1949), e la ripartizione degli individui tra le specie (*evenness*), applicando l'indice di Pielou (Pielou, 1969). È stato scelto l'indice di Shannon come parametro descrittivo delle due comunità poiché riassume sia la ricchezza in specie che l'*evenness* (Magurran, 1988), parametri che invece da soli non consentono di caratterizzare in modo esaustivo la struttura di una comunità.

Infine, per valutare la correlazione esistente tra la biodiversità della comunità ectomicorrizica e quella della comunità vegetale è stato utilizzato il coefficiente di correlazione di Spearman (Spearman, 1904).

## RISULTATI

Il rilievo delle specie ospiti ha consentito di osservare in totale 315 individui (Tab. 1). In tutti i transetti la sughera era accompagnata da almeno una delle altre specie; transetti con tutti e quattro gli ospiti vegetali erano presenti in tutte le classi di deperimento, mentre quelli con una sola specie arbustiva erano diffusi soprattutto nella classe 0. Il maggiore e il minor numero di individui ospiti sono stati rilevati nei transetti con CD = 3.

Dai 40 campioni di terreno prelevati dai transetti sono state isolate in totale 9000 ectomicorrize (225 apici micorrizzati per ogni campione), distribuite in 81 specie. I campioni con il maggiore e minore numero di specie fungine provenivano entrambi da transetti con CD = 0.

Per quanto riguarda l'indice di Shannon, la maggiore diversità è stata osservata in un transetto con CD = 0 per la comunità ectomicorrizica e con CD = 3 per quella vegetale; invece la diversità minore è stata rilevata, rispettivamente, in transetti con CD = 2 e CD = 1.

Il valore più alto di *evenness* è stato rilevato nella comunità ectomicorrizica osservata in un transetto con CD = 1, mentre il valore più basso appariva in un transetto con CD = 3. Riguardo alla comunità vegetale, non sono emerse particolari differenze per questo parametro fra le diverse classi di deperimento.

Dall'analisi dei valori di diversità delle due comunità, ectomicorrizica e vegetale, risulta che la correlazione tra queste due grandezze è piuttosto bassa e supportata da una significatività statistica minima ( $\tau = 0,289$ ,  $p\text{-value} = 0,081$ ). Infatti, come si può osservare nella figura 1, i vari punti che rappresentano i diversi transetti appaiono abbastanza dispersi. Tuttavia, se si raggruppano i valori in base alla classe di deperimento delle piante di sughera che delimitano i transetti, si può notare una minore dispersione per le classi 2 e 3 (Fig. 2). Ciò indicherebbe una possibile influenza dello stato di salute delle piante sulla correlazione tra la diversità delle due comunità di organismi. In particolare, dall'analisi dei valori riportati in tabella 2, si può rilevare che nelle classi di deperimento

0 e 1 la correlazione è bassa e non è statisticamente significativa; viceversa, nel caso delle classi 2 e 3 si ha una netta correlazione tra le due grandezze, supportata da significatività statistica.

Appare pertanto verosimile che, nel caso in esame, l'interdipendenza tra la biodiversità della comunità vegetale e quella della comunità ectomicorrizica aumenta e diventa sempre più evidente al peggiorare dello stato sanitario delle piante di sughera.

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Diversi studi hanno mostrato l'esistenza di una correlazione positiva tra il numero di ospiti vegetali e quello di simbionti fungini (Ishida *et al.*, 2006); pochi tuttavia hanno messo in relazione la biodiversità delle due comunità.

Nella presente indagine è stato rilevato che i valori maggiori nelle due comunità in termini sia di *evenness* sia di diversità, si hanno nei transesti delimitati da piante di sughera in buone condizioni sanitarie e indicano come lo stato di salute delle piante possa influenzare la comunità ectomicorrizica, in accordo con quanto riportato da diversi autori (Montecchio *et al.*, 2004; Peter *et al.*, 2008). Ciò potrebbe essere legato alla riduzione dell'attività vegetativa delle piante malate, che determina una minore disponibilità di carboidrati per i simbionti fungini (Saikkonen *et al.*, 1999).

I risultati mostrano che la correlazione esistente tra la diversità delle due comunità simbionti è evidente solo nei transesti formati da piante che versano nelle peggiori condizioni sanitarie, mentre in quelli formati da piante sane la correlazione è bassa e non supportata da significatività statistica.

Si può ipotizzare che, laddove esiste una ridotta diversità della comunità vegetale, la sughera è capace di sostenere la biodiversità della comunità ectomicorrizica fin quando mantiene una buona efficienza vegetativa, come nel caso del transetto "d1e": questo, pur con il più basso valore di diversità della comunità vegetale, presenta un'elevata diversità di quella ectomicorrizica. Le sughere deperenti, al contrario, hanno una minore capacità di sostenere la simbiosi, come nel transetto "d2m": in questo, ad un basso valore di diversità della comunità vegetale è associata una ridotta diversità di quella ectomicorrizica. Invece, nei transesti con elevata diversità della comunità vegetale, sebbene le piante di sughera si trovino in precarie condizioni sanitarie si sono osservati valori elevati di diversità della comunità ectomicorrizica, come nel transetto "d3a".

Queste osservazioni trovano una spiegazione se si considera che molte specie ectomicorriziche presentano bassi livelli di specificità d'ospite (Bruns *et al.*, 2002): ciò consente loro di associarsi alle specie vegetali che presentano la maggiore efficienza vegetativa, garantendosi la possibilità di sopravvivenza. Nel caso in esame, la comunità arbustiva costituisce un rifugio per quella ectomicorrizica quando peggiorano le condizioni sanitarie della sughera. In tale contesto la presenza della componente arbustiva riveste un ruolo determinante nel salvaguardare la biodiversità in senso generale e rappresenta una riserva di inoculo di funghi ectomicorrizici indispensabile per il reinsediamento del bosco (Wiensczyk *et al.*, 2002).

I risultati della presente ricerca, seppure parziali, forniscono alcune utili indicazioni per ulteriori indagini

sulle relazioni tra le diverse componenti biotiche degli ecosistemi forestali. Da un punto di vista pratico, suggeriscono l'opportunità di valutare attentamente l'esecuzione di interventi (come il decespugliamento) che possono determinare un'eccessiva semplificazione della biodiversità, soprattutto in ecosistemi fragili come le sugherete colpite da deperimento.

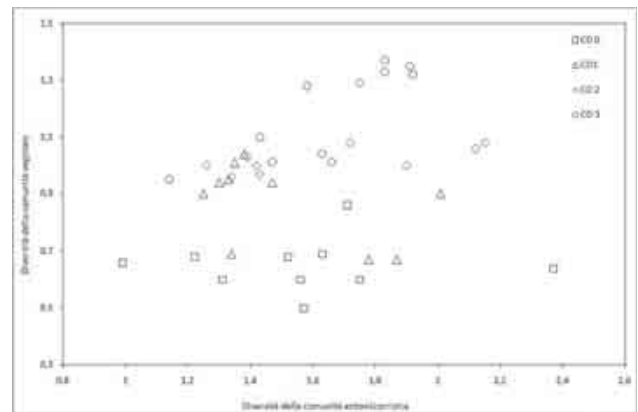


Figura 1. Grafico di dispersione dei transesti in base ai valori di diversità delle comunità ectomicorrizica (in ascisse) e vegetale (in ordinate).

Figure 1. Dispersal graph of transects on the basis of diversity values of ectomycorrhizal (abscissae) and vegetal (ordinates) communities.

Figure 1. Graphique de dispersion des transests sur la base des valeurs de diversité des communautés ectomycorhizienne (en abscisse) et végétale (en ordonnées).

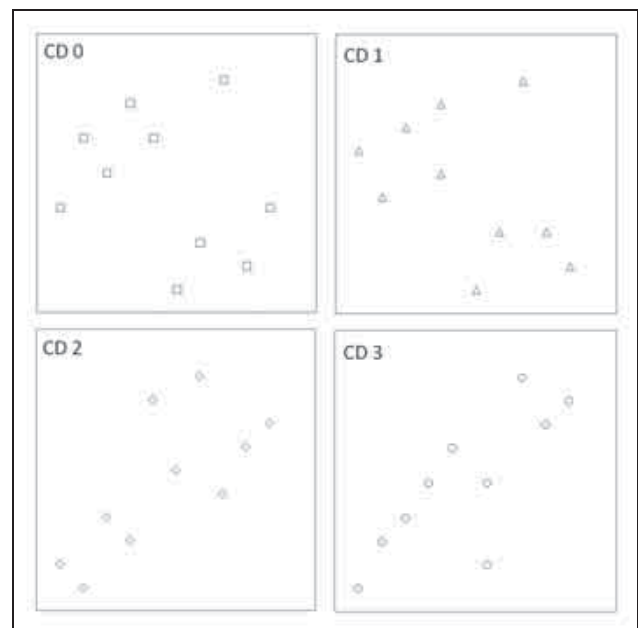


Figura 2. Grafici di dispersione dei transesti raggruppati in base alla classe di deperimento delle piante di sughera che li delimitano (in ascisse è riportata la diversità della comunità ectomicorrizica, in ordinate quella della comunità vegetale).

Figure 2. Dispersal graph of transects grouped on the basis of the decline class of cork oak plants included (diversity of ectomycorrhizal community in abscissae and of vegetal one in ordinates).

Figure 2. Graphique de dispersion des transests groupés sur la base de la classe de dépérissement des plantes qui les forment (en abscisse la diversité de la communauté ectomycorhizienne, en ordonnées celle de la communauté végétale).



Transetto	Classe di deperimento	Comunità ectomicorrizica				Comunità vegetale			
		s	r	h	eh	s	r	h	eh
s0a	0	225	5	1,14	0,71	5	3	0,95	0,59
s0b	0	225	6	1,34	0,75	6	2	0,69	0,39
s0c	0	255	11	1,83	0,76	5	4	1,33	0,83
s0d	0	225	11	1,78	0,74	5	2	0,67	0,42
s0e	0	225	9	1,87	0,85	5	2	0,67	0,42
s0g	0	225	6	1,47	0,82	6	3	1,01	0,56
s0h	0	225	8	1,56	0,75	7	2	0,60	0,31
s0i	0	225	8	1,47	0,71	9	3	0,94	0,43
s0l	0	225	8	1,43	0,69	8	3	0,97	0,47
s0m	0	225	16	2,37	0,86	6	2	0,64	0,36
d1a	1	225	11	1,72	0,72	8	3	1,08	0,52
d1b	1	225	8	1,25	0,60	8	3	0,90	0,43
d1c	1	225	7	1,34	0,69	7	3	0,96	0,49
d1d	1	225	6	1,71	0,95	11	3	0,86	0,36
d1e	1	225	8	1,57	0,76	5	2	0,50	0,31
d1g	1	225	8	1,39	0,67	10	3	1,03	0,45
d1h	1	225	8	1,42	0,68	9	3	1,00	0,45
d1i	1	225	10	2,01	0,87	10	3	0,90	0,39
d1l	1	225	8	1,26	0,61	9	3	1,00	0,45
d1m	1	225	9	1,75	0,80	7	2	0,60	0,31
d2a	2	225	10	1,66	0,72	6	3	1,01	0,56
d2b	2	225	8	1,75	0,84	11	4	1,29	0,54
d2c	2	225	8	1,58	0,76	10	4	1,28	0,56
d2d	2	225	7	1,52	0,78	7	2	0,68	0,35
d2e	2	225	9	1,90	0,87	7	3	1,00	0,52
d2g	2	225	9	1,33	0,61	10	3	0,95	0,41
d2h	2	225	12	2,12	0,85	9	3	1,06	0,48
d2i	2	225	6	1,31	0,73	7	2	0,60	0,31
d2l	2	225	12	2,15	0,87	7	3	1,08	0,55
d2m	2	225	4	0,99	0,71	8	2	0,66	0,32
d3a	3	225	12	1,91	0,77	7	4	1,35	0,70
d3b	3	225	8	1,63	0,78	4	3	1,04	0,75
d3c	3	225	8	1,83	0,88	10	4	1,37	0,59
d3d	3	225	10	1,63	0,71	9	2	0,69	0,31
d3e	3	225	9	1,22	0,56	7	2	0,68	0,35
d3g	3	225	9	1,92	0,87	8	4	1,32	0,64
d3h	3	225	7	1,30	0,67	10	3	0,94	0,41
d3i	3	225	9	1,35	0,61	15	3	1,01	0,37
d3l	3	225	6	1,38	0,77	11	3	1,04	0,43
d3m	3	225	6	1,43	0,80	6	3	1,10	0,61

Tabella 1. Parametri ecologici delle comunità ectomicorriziche e vegetali (s = numero di individui; r = ricchezza in specie; h = indice di Shannon; eh = indice di Pielou).

Table 1. Ecological parameters of vegetal and ectomycorrhizal communities (s = member number; r = species richness; h = Shannon's index; eh = Pielou's index).

Tableau 1. Paramètres écologiques (s = nombre d'individus; r = richesse en espèces; h = indice de Shannon; eh = indice de Pielou).

CD	Correlazione (t)	p-value bilaterale	Significatività statistica
0	-0,390	0,265	NS
1	-0,262	0,464	NS
2	0,721	0,019	*
3	0,784	0,009	**
Codici di significatività 1 " NS " 0,1 " . " 0,05 " * " 0,01 " ** " 0,001 " *** " 0,000			

Tabella 2. Correlazioni tra gli indici di Shannon delle comunità vegetale ed ectomicorrizica.  
Table 2. Correlations between Shannon's indexes of vegetal and ectomycorrhizal communities.

Tableau 2. Corrélations entre les indices de Shannon des communautés végétale et ectomycorrhizienne.

## SUMMARY

### VEGETAL AND MYCORRHIZAL COMMUNITY IN A DECLINING CORK-OAK FOREST

In a declining cork-oak forest in North Sardinia, the influence of the plant health status on the correlation between the diversity of the communities of ectomycorrhizal fungi and their hosts was investigated. Over the arboreal plane, also the typical maquis species are present.

The cork-oak health status was established by means of a «decline scale» of four classes, from 0 (healthy plant) to 3 (severely diseased plant), based on crown transparency and incidence of typical decline symptoms (epicormic shoots, wood decay, cankers, necrosis, exudates).

For this research, 40 transepts delimited by two cork-oak trees of the same decline class were realized. At their inside, the presence of ectomycorrhizal hosts was taken and a soil sample was collected from each one. From these, in laboratory 15 root pieces with 15 mycorrhized tips were extracted. The ectomycorrhizae have been characterized both on the morpho-anatomical base and through sequencing the ITS region of the fungal DNA. Then, the Shannon's «diversity index» and the Spearman's «correlation coefficient» were calculated for both vegetal and ectomycorrhizal communities.

The results show that the biodiversity of both communities is clearly correlated in the transepts formed by diseased plants, whereas such a correlation doesn't appear in those with healthy plants. This points out that in the declining cork-oak stands the shrub population is essential for preserving the diversity of ectomycorrhizal community, assuring the right functionality of the ecosystem.

## RÉSUMÉ

### COMMUNAUTÉ VÉGÉTALE ET MYCORRHIZIENNE D'UNE SUBÉRAIE DÉPÉRISANTE

L'influence de l'état sanitaire des plantes de chêne liège sur la corrélation entre la diversité des communautés des champignons ectomycorhiziens et de leur hôtes a été étudié. Outre le plan arborescent, les espèces typiques du maquis méditerranéen est aussi présente.

L'état sanitaire des chênes liège a été relevé au moyen d'une «échelle de dépérissement» de quatre classes, de 0 (plante saine) à 3 (plante fortement dépérissante). Tel indice est défini selon la transparence de la couronne des arbres et l'incidence des symptômes du dépérissement.

Pour la recherche, dans 40 transepts délimités par deux plantes de chêne-liège de la même classe de dépérissement on a relevé les hôtes ectomycorhiziens présents, et on a prélevé aussi un petit cube de sol de 10 cm du quel, au laboratoire, 15 fragments racinaires avec 15 apex mycorhisés ont été extraits. Les mycorhizes ont été caractérisées soit sur la base morpho-anatomique, soit après séquentiement de la région ITS de l'ADN fongique. Sur les données des deux communautés, végétale et ectomycorhizienne, on a calculé l'«indice de diversité» de Shannon et le «coefficient de corrélation» de Spearman.

Les résultats montrent que dans les transepts constitués par plantes malades la biodiversité des deux communautés est fortement corrélée, alors que telle corrélation n'est pas évidente dans ceux-là formés par plantes saines.

Cela indique que dans les subéraies dépérissantes la composante arbustive est fondamentale pour le maintien de la diversité de la communauté ectomycorhizienne, puisqu'elle constitue une garantie pour la correcte fonctionnalité de l'écosystème.

## BIBLIOGRAFIA

- Agerer R., 1987-2002 - *Colour Atlas of Ectomycorrhizae*. Einhorn-Verlag Eduard Dietenberger, Schwäbisch Gmünd.
- Agerer R., 2006 - *Fungal relationships and structural identity of their ectomycorrhizae*. Mycological Progress, 5: 67-107.
- Altschul S., Gish W., Miller W., Myers E.W., Lipman D.J., 1990 - *Basic local alignment search tool*. Journal of Molecular Biology, 215: 403-410.
- Bruns T.D., Bidartondo M.I., Taylor D.L., 2002 - *Host specificity in ectomycorrhizal communities: What do the exceptions tell us?* Integrative and Comparative Biology, 42: 352-359.
- Doyle J.J., Doyle J.L., 1987 - *A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue*. Phytochemical Bulletin, 19: 11-15.
- Finlay R.D., 2004 - *Mycorrhizal fungi and their multifunctional roles*. Mycologist, 18: 91-96.
- Franceschini A., Maddau L., Serrra S., Pulina M.A., 2002 - *Methodological approaches to outline control strategies of cork oak decline in Sardinia (Italy)*. IOBC/wprs Bulletin, 25 (5): 17-20.
- Franceschini A., Nieddu S., Deriu L., Linaldeddu B.T., Ruiu P.A., 2006 - *Incidenza del deperimento della quercia da sughero e comunità fungine endofitiche in sugherete della Sardegna centrale*. In: «Ricerca e Sughericoltura - Risultati di un triennio d'indagini nelle sugherete della Provincia di Nuoro», a cura di P. Luciano e A. Franceschini. Composita, Sassari, p. 67-76.
- Gardes M., Bruns T.D., 1993 - *ITS primer with enhanced specificity for basidiomycetes - Application to the identification of mycorrhizae and rusts*. Molecular Ecology, 2: 113-118.
- Harvey A.E., Larsen M.J., Jurgensen M.F., 1976 - *Distribution of ectomycorrhizae in a mature douglas-fir/larch forest soil in Western Montana*. Forest Science, 22: 393-398.
- Horton T.R., Bruns T.D., 1998 - *Multiple-host fungi are the most frequent and abundant ectomycorrhizal types in a mixed stand of Douglas fir (Pseudotsuga menziesii) and bishop pine (Pinus muricata)*. New Phytologist, 139: 331-339.
- Ishida T.A., Nara K., Hogetsu T., 2006 - *Host effects on ectomycorrhizal fungal communities: insight from eight host species in mixed conifer-broadleaf forests*. New Phytologist, 174: 430-440.
- Kabrick J.M., Dey D.C., Jensen R.G., Wallendorf M., 2008 - *The role of environmental factors in oak decline and mortality in the Ozark Highlands*. Forest Ecology and Management, 225: 1409-1417.

- Kernaghan G., 2005 - *Mycorrhizal diversity: Cause and effect?* *Pedobiologia*, 49: 511-520.
- Kõljalg U., Larsson K.H., Abarenkov K., Nilsson R.H., Alexander I.J., Eberhardt U., Erland S., Høiland K., Kjoller R., Larsson E., Pennanen T., Sen R., Taylor A.F.S., Tedersoo L., Vralstad T., Ursing B.M., 2005 - *UNITE: a database providing web-based methods for the molecular identification of ectomycorrhizal fungi*. *New Phytologist*, 166: 1063-1068.
- Landeweert R., Leeflang P., Kuyper T.W., Hoffland E., Rosling A., Wernans K., Smit E., 2003 - *Molecular identification of ectomycorrhizal mycelium in soil horizons*. *Applied and Environmental Microbiology*, 69 (1): 327-333.
- Magurran A.E., 1988 - *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, Princeton, N.Y. 192 pp.
- Mc Afee B.J., Fortin J.A., 1986 - *The influence of pH on the competitive interactions of ectomycorrhizal mycobionts under field conditions*. *Canadian Journal of Forest Research*, 17: 859-864.
- Molina R., Massicotte J., Trappe J.M., 1992 - *Specificity phenomena in mycorrhizal symbioses: community ecological consequences and practical applications*. In: «Mycorrhizal functioning», A. Allen Ed. Chapman and Hall, New York, p. 357-420.
- Montecchio L., Causin R., Rossi S., Mutto Accordi S., 2004 - *Change in ectomycorrhizal diversity in a declining Quercus ilex coastal forest*. *Phytopathologia Mediterranea*, 43 (1): 26-34.
- Peter M., Ayer F., Cudlin P., Egli S., 2008 - *Belowground ectomycorrhizal communities in three Norway spruce strands with different degrees of decline in the Czech Republic*. *Mycorrhiza*, 18: 157-169.
- Pielou E.C., 1969 - *An Introduction to Mathematical Ecology*. John Wiley and Sons, New York. 292 pp.
- Richard F., Millot S., Gardes M., Selosse M.A., 2005 - *Diversity and specificity of ectomycorrhizal fungi retrieved from an old-growth Mediterranean forest dominated by Quercus ilex*. *New Phytologist*, 166: 1011-1023.
- Saikkonen K., Ahonen Jonnarth U., Markkola A.M., Helander M., Tuomi J., Roitto M., Ranta H., 1999 - *Defoliation and mycorrhizal symbiosis: a functional balance between carbon sources and below-ground sinks*. *Ecological Letters*, 2: 19-26.
- Shannon C.E., Weaver A., 1949 - *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, IL.
- Spearman C.E., 1904 - *Proof and measurement of association between two things*. *American Journal of Psychology*, 15: 72-101.
- Wiensczyk A.M., Gamiet S., Durall D.M., Jones M.D., Simard S.W., 2002 - *British Columbia: A summary of current research and conservation strategies*. *Brithish Columbia Journal of Ecosystems and Management*, 2 (1): 1-20.
- White T.J., Bruns T.D., Lee S.B., Taylor J.W., 1990 - *Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics*. In: «PCR protocols - a guide to methods and applications», M.A. Innis, D.H. Gelfand, J.J. Sninsky, T.J.White Eds. Academic Press, New York, p. 315-322.

## DANNOSITÀ E CONTROLLO DI *OPHELIMUS MASKELLI* (ASHMEAD) SU *EUCALYPTUS CAMALDULENSIS* IN VIVAIO

(\*) Dipartimento di Scienze Entomologiche, Fitopatologiche, Microbiologiche agrarie e Zootecniche, Università degli Studi di Palermo

Per valutare la dannosità di *Ophelimus maskelli* su *Eucalyptus camaldulensis* in vivaio, e l'efficacia di argille e insetticidi sistemici per il suo controllo, nel 2007 è stata condotta, in un vivaio forestale siciliano, una sperimentazione su semenzali di un anno. Il monitoraggio quindicinale dei voli dell'eulofide è stato effettuato da gennaio a novembre con trappole cromotropiche. Sono state confrontate tre tesi, di 36 piante ciascuna, trattate mensilmente da metà aprile a settembre, con imidacloprid, caolino+bagnante adesivo e bagnante adesivo, ed un testimone non trattato. L'accrescimento delle foglie e gli eventi piovosi hanno richiesto due ulteriori trattamenti con il caolino per mantenere una copertura uniforme. L'altezza delle piante e il diametro al colletto sono stati misurati a marzo e novembre. Mensilmente, a partire da luglio, sei piante di ciascuna tesi sono state prelevate per registrare il numero di foglie infestate e di galle per foglia. In novembre sono state esaminate con lo stesso metodo le rimanenti dodici piante di ciascuna tesi. I dati sono stati elaborati utilizzando l'ANOVA a una via, seguita dal test di Tukey ( $p < 0,05$ ).

Le catture di adulti hanno fatto registrare due picchi, il 15 giugno (9.960 individui/trappola), ed il 21 settembre (2.154 adulti). I primi segnali d'infestazione sulle nuove foglie dell'anno sono stati registrati a luglio. A novembre, la percentuale di foglie infestate e il numero di galle/foglia sulle piante trattate con caolino+bagnante adesivo è risultata statisticamente inferiore rispetto a tutte le altre tesi; l'altezza totale delle piante e il diametro al colletto non hanno evidenziato differenze significative fra le diverse tesi.

*Parole chiave:* *O. maskelli*, vivaio, *E. camaldulensis*, dannosità, controllo.

*Key words:* *O. maskelli*, nursery, *E. camaldulensis*, damage, control.

*Mots clés:* *O. maskelli*, pépinière, *E. camaldulensis*, dégât, contrôle.

### 1. INTRODUZIONE

Nell'ultimo decennio è stata registrata in Italia la presenza dei due eulofidi galligeni di *Eucalyptus* spp., *Ophelimus maskelli* (Ashmead) e *Leptocybe invasa* Fisher et La Salle (Arzone e Alma, 2000; Viggiani e Nicotina 2001; Bella e Lo Verde, 2002; Viggiani *et al.*, 2002; Bagnoli e Roversi, 2004). In particolare *O. maskelli* causa, con le punture di ovideposizione, la formazione di piccole galle pustoliformi, che, se in numero elevato, provocano una caduta anticipata delle foglie attaccate (Protasov *et al.*, 2007). I maggiori danni alle piante sono stati rilevati soprattutto in vivaio e su piante giovani, in particolare in colture a ciclo breve impiantate per la produzione di biomassa (Bagnoli e Roversi, 2004; Laudonia, 2005; Facciotto e Mughini, 2007; Mughini *et al.*, 2007). In Italia è stato recentemente avviato con successo un programma di lotta biologica classica per il controllo di *O. maskelli*, con l'introduzione di un suo parassitoide, l'eulofide *Closterocerus chamaeleon* (Girault) (Laudonia *et al.*, 2006; Rizzo *et al.*, 2007 a, b, Caleca *et al.*, in stampa).

Considerato che abitualmente le piantine commercializzate per la realizzazione di nuovi impianti sono quelle di due anni, e che in presenza di forte attacco da parte del galligeno queste non possono essere vendute, nel 2007 è stata svolta in un vivaio forestale siciliano una ricerca per valutare la dannosità dell'eulofide *O. maskelli* su piante di *E. camaldulensis*, nonché l'efficacia di argille e insetticidi sistemici per il suo controllo.

### 2. MATERIALI E METODI

La ricerca è stata condotta nel periodo gennaio-novembre 2007 in un vivaio forestale nel comune di Castronovo di Sicilia (Pa). Il monitoraggio dei voli dell'eulofide è stato effettuato utilizzando tre trappole cromotropiche adesive, di colore giallo di 27x22,5 cm, trattate con collante su entrambe le facce. Le trappole sono state poste in campo sulle piantine di *E. camaldulensis* utilizzate per la ricerca nei mesi della prova e sostituite ogni 15 giorni circa. I dati termopluviometrici utilizzati sono provenienti dalla stazione agrometeorologica di Cammarata (Ag) e forniti gentilmente dal Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano (SIAS).

Sono state messe a confronto tre tesi, costituite da 36 piante ciascuna e trattate rispettivamente con imidacloprid (Confidor, 1 ml/l di acqua), caolino (Surround WP, 50 g/l di acqua) + bagnante adesivo (Base, 7 ml/l di acqua) e solo con bagnante adesivo (Base, 7 ml/l di acqua), oltre ad un testimone non trattato. L'aggiunta del bagnante al caolino si è resa necessaria per migliorare la scarsa adesività di quest'ultimo sulle foglie, verificata durante prove svolte nell'anno precedente. Inoltre, per valutare l'effetto del bagnante nei confronti del galligeno, questo è stato utilizzato senza essere associato ad altri prodotti. I trattamenti sono stati eseguiti mensilmente, da metà aprile, periodo in cui si registra la comparsa degli adulti della prima generazione annua (Protasov *et al.*, 2007), a settembre. La copertura delle piante con il caolino, quando risultava ridotta dall'accrescimento delle foglie o da eventi piovosi, valuta-



bili da un semplice controllo visivo, è stata ripristinata con due ulteriori trattamenti (11 giugno e 4 luglio). Da luglio, sei piante di ciascuna tesi sono state mensilmente esaminate in laboratorio, contando le foglie sane e infestate e, su queste ultime, il numero di galle. Gli stessi rilievi sono stati effettuati a novembre, sulle rimanenti dodici piante. L'altezza delle piante e il diametro al colletto sono stati misurati all'inizio e alla fine della prova. I dati sono stati elaborati utilizzando l'ANOVA a una via, seguita dal test di Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 3. RISULTATI E DISCUSSIONE

La presenza di *O. maskelli* nelle trappole è stata riscontrata durante tutto il periodo della ricerca, anche se soltanto da maggio in poi si sono superati i 10 adulti per trappola (Fig. 1). La popolazione ha fatto registrare due picchi, rispettivamente di 9.960 adulti per trappola il 15 giugno e di 2.154 catture il 21 settembre. Il picco registrato in settembre è risultato molto più basso di quello di giugno, probabilmente anche per l'andamento climatico del periodo tra fine giugno e fine agosto, in cui le temperature massime hanno più volte superato i quaranta gradi (Fig. 2). Il mancato rilevamento dell'atteso picco primaverile (Protasov *et al.*, 2007; oss. pers.), potrebbe essere dovuto sia all'assenza quasi totale di foglie già infestate sulle piantine sia al fatto che queste non avevano ancora foglie idonee all'ovideposizione. Sulla base di tali osservazioni, è accertato che *O. maskelli* compie in Sicilia almeno due generazioni annue, mentre va verificata con ulteriori indagini la presenza di un picco primaverile di sfarfallamento.

La presenza di galle di *O. maskelli* sulle foglie dell'anno è stata riscontrata a partire da luglio, probabilmente per i bassi livelli di popolazione del galligeno in campo e soprattutto per la ridotta disponibilità di foglie suscettibili all'attacco; infatti, il germogliamento delle piantine è iniziato a fine maggio, ed è noto che l'eulofide ovidepone solo su foglie di almeno 35-40 giorni di età (Protasov *et al.*, 2007). Alla fine della prova, soltanto nella tesi trattata con caolino + bagnante adesivo la percentuale di foglie attaccate (Fig. 3) è stata significativamente inferiore rispetto al testimone (21,4% e 50% rispettivamente); la tesi trattata con imidacloprid (52 % di foglie infestate) non ha evidenziato differenze significative dal testimone, mentre sulle piante trattate con il solo bagnante adesivo si è avuta una percentuale di foglie infestate significativamente superiore a tutte le altre tesi (73,4%). Analogamente, il trattamento con caolino + bagnante adesivo ha fatto registrare un numero medio di 22 galle per foglia (Fig. 4), significativamente inferiore a tutte le altre tesi. Nella tesi trattata con imidacloprid si sono avute in media 81 galle per foglia, valore statisticamente inferiore rispetto al testimone (158 galle per foglia); infine le piante trattate con il bagnante adesivo hanno fatto registrare valori intermedi fra imidacloprid e testimone (117 galle per foglia). Tali risultati evidenziano che una forte riduzione dell'attacco è stata ottenuta solo con un prodotto quale il caolino, la cui azione antiovideponente è nota in rapporto a diversi altri insetti, quali *Ceratitis capitata* (Wiedemann) e *Bactrocera oleae* (Rossi) (Lo Verde e Lo Verde, 2005; Caleca e Rizzo, 2007). I valori di altezza e diametro al colletto, che all'inizio della prova non differivano statisticamente fra le tesi, nell'ultimo rilievo

effettuato in novembre, in presenza dei livelli di attacco riscontrati e limitatamente al periodo considerato (Tab. 1), non hanno di nuovo evidenziato differenze significative fra le diverse tesi. Considerato che uno dei principali effetti negativi dell'infestazione è rappresentato dalla caduta delle foglie, tanto più precoce quanto più alto è il numero di galle (Protasov *et al.*, 2007), non è da escludere che l'impatto del galligeno sull'accrescimento si evidenzi dopo il secondo anno di età.

### 4. CONCLUSIONI

L'attività di ovideposizione di *O. maskelli* in assenza di interventi di difesa determina livelli di infestazione che rendono invendibili le piantine di due anni di età. L'unico tra i prodotti saggianti che ha ridotto significativamente sia la percentuale di foglie attaccate che il numero di galle per foglia è risultato il caolino + bagnante, la cui azione nei confronti dei fitofagi è di natura fisica. Infatti il sottile strato di argilla che si forma sulla superficie fogliare ostacola l'ovideposizione. Per quanto riguarda l'imidacloprid, prodotto sistemico, sarebbe utile accertare gli eventuali livelli di mortalità delle larve dell'eulofide all'interno delle galle; tuttavia gli eventuali effetti su popolazioni naturalmente così abbondanti sono difficili da valutare e probabilmente non hanno impatto sui livelli di infestazione e di danno; inoltre, anche sulla base dei risultati conseguiti, l'uso costante nel vivaio di tale principio attivo, caratterizzato peraltro da elevata tossicità, non appare a nostro avviso consigliabile. Il numero di trattamenti sulle piantine di eucalip- può essere ridotto tenendo conto sia della disponibilità di foglie suscettibili, sia della fenologia del galligeno.

### RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano B. Marino e G. Di Grigoli, rispettivamente proprietario e direttore tecnico del Vivaio in cui sono state svolte le prove; S. Marrella e C. Corsino, per la collaborazione durante la raccolta dei dati; B. Massa per la traduzione del riassunto in francese.

TESI	Altezza fusto (cm)	Err.Std.	Diametro al colletto (mm)	Err. Std.
Caolino	104,96	9,89	10,28	0,79
Imidacloprid	97,83	9,08	9,89	0,67
Bagnante	90,38	8,51	8,90	0,56
Testimone	81,50	2,12	8,42	0,29

Tabella 1. Altezza e diametro al colletto delle piante delle diverse tesi misurate alla fine della prova. Non sono state registrate differenze significative fra le tesi.

Table 1. Height and diameter at the base of the stem of the plant trunk of plants of different thesis measured at the end of test. Not statistically significant differences between of the thesis recorded.

Tableau 1. Hauteur et diamètre de plantes de différentes thèses mesurés à la fin de l'expérimentation. Il n'y avait pas des différences significatives entre la thèses.

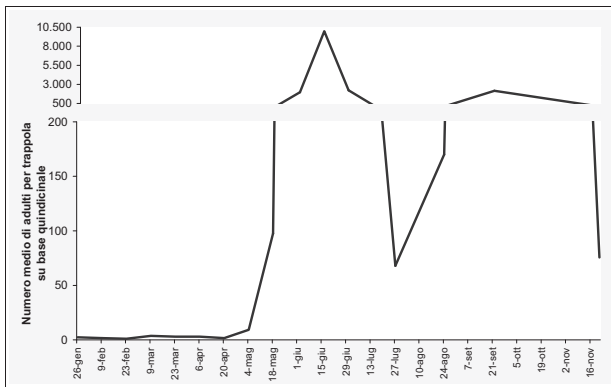


Figura 1. Andamento delle catture di *Ophelimus maskelli*.  
Figure 1. Trend of captures of *Ophelimus maskelli*.  
Figure 1. Captures de *Ophelimus maskelli*.

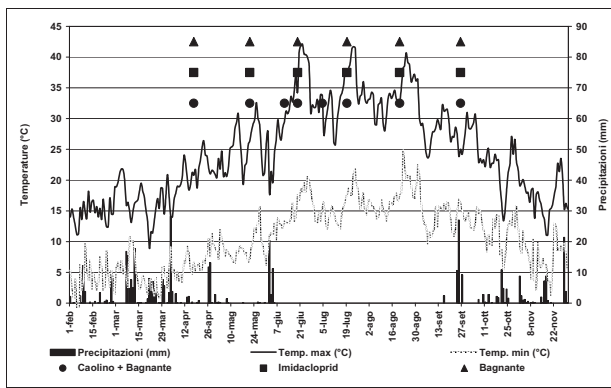


Figura 2. Andamento termopluviometrico nella stazione di Cammarata (AG) (dati SIAS, Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano) e trattamenti effettuati durante la prova.  
Figure 2. Thermo-pluviometric trend in the Cammarata (AG) station and treatments performed during the test.  
Figure 2. Température et précipitations dans la station thermopluviométrique de Cammarata (AG) et traitements effectués pendant l'expérimentation.

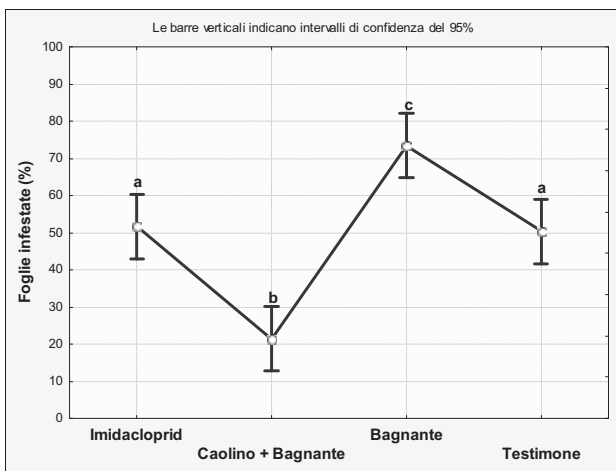


Figura 3. Percentuale media di foglie infestate riscontrata a novembre nelle piante delle diverse tesi. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (ANOVA a una via seguita da test di Tukey,  $p < 0,05$ ).  
Figure 3. Average percentage of infested leaves in November found in plants of different thesis. Different letters denote statistically significant differences (ANOVA 1-way followed by Tukey post-hoc test;  $p < 0,05$ ).  
Figure 3. Pourcentage moyen de feuilles infestées en Novembre dans les plantes de différentes thèses. Les différentes lettres indiquent différences statistiquement significatives (ANOVA suivie par le test de Tukey,  $p < 0,05$ ).

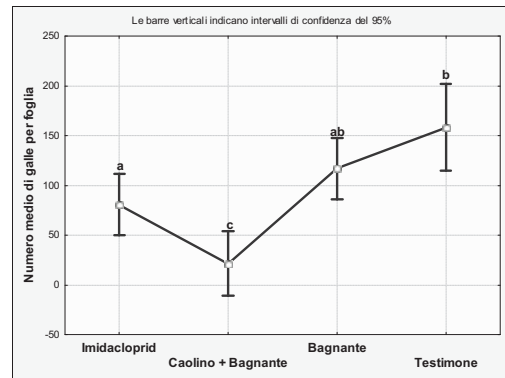


Figura 4. Numero medio di galle per foglia registrato a novembre nelle piante delle diverse tesi. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (ANOVA a una via seguita da test di Tukey,  $p < 0,05$ ).  
Figure 4. Mean value of gall per leaf recorded in November in the plants of different thesis. Different letters denote statistically significant differences (ANOVA 1-way followed by Tukey post-hoc test;  $p < 0,05$ ).  
Figure 4. Nombre moyen de feuilles de galles observées en Novembre dans les plantes de différentes thèses. Les différentes lettres indiquent des différences statistiquement significatives (ANOVA suivie par le test de Tukey,  $p < 0,05$ ).

## SUMMARY

### CONTROL OF *OPHELMUS MASKELLI* (ASHMEAD) ON *EUCALYPTUS CAMALDULENSIS* DEHN. IN A SICILIAN NURSERY

A research was carried out from January to November 2007 in a Sicilian nursery, to evaluate the damage level due to *Ophelimus maskelli* Ashmead on *Eucalyptus camaldulensis* Dehn and the effectiveness of clays and systemic products in the control of the eulophid. The adult population of *O. maskelli* was monitored every 15 days using three yellow sticky traps. Three different treatments were compared with an untreated control, each applied on 36 plants: imidacloprid, kaolin+adhesive wetting and adhesive wetting; sprayings were applied every month from April to November; kaolin treatments were repeated when rain washed out the clay layer. In March and November the height and the diameter of trunk at basal level were measured. From July on, six plants from each treatment were analyzed in order to record the number of attacked leaves and the number of galls per leaf; moreover, at the end of the trial, the remaining twelve plants were examined using the same method. Data were statistically analysed using 1-way ANOVA, followed by Tukey test ( $p < 0,05$ ). *O. maskelli* catches showed two peaks, on the 15<sup>th</sup> of June (9960 adults per trap) and on the 21<sup>th</sup> of September (2154 adults per trap). First galls on leaves were recorded in July. On November, both the percentage of attacked leaves and the number of galls per leaf on plants treated with kaolin + adhesive wetting was significantly lower than the other treatments. Plants treated with adhesive wetting showed a percentage of attacked leaves significantly higher than all the other treatments, including the control; the number of galls per leaf on plants treated with adhesive wetting was not different from both control and imidacloprid, while the latter showed values significantly lower than control. The height and trunk diameter did not show significant differences among the different treatments. Kaolin + adhesive wetting resulted the only effective treatment in re-

ducing the infestation. Further information on the phenology of *O. maskelli* and on the presence of susceptible leaves, can reduce the number of treatments to guarantee the production of plants characterized by a good quality for sale.

## RÉSUMÉ

### PREMIERES DONNEES SUR LE DEGAT PAR *OPHELMIMUS MASKELLI* (ASHMEAD) SUR *EUCALYPTUS CAMALDULENSIS* EN PEPINIÈRE

En 2007 les auteurs ont conduit dans une pépinière forestière sicilienne une expérimentation sur plantes d'*Eucalyptus camaldulensis* âgées un an, pas parasitées par l'Eulophidae galligène *Ophelimus maskelli*; le but de cette expérimentation a été celui-là d'évaluer le degré du dégât par *O. maskelli* sur plantes d'*E. camaldulensis* en pépinière et l'efficacité du contrôle avec le kaolin et les insecticides systemiques. Tous les quinze jours, de janvier à novembre, ils ont monitoré le vol de l'Eulophidae, par des pièges adhésif jaunes. Ils ont également comparées trois thèses, chacune de 36 plantes, traitées chaque mois d'avril jusqu'à septembre, respectivement avec imidacloprid, kaolin + mouillant-adhésif baigneur et mouillant-adhésif baigneur, et un témoin pas traité. En cas de pluie, le traitement avec kaolin a été répété. En suite, tous les mois, sur douze plantes de chaque thèse, ils ont enregistré le nombre de feuilles saines et parasitées (avec le nombre de galles presentes). Enfin, en novembre, ils ont compté les feuilles saines et parasitées (avec le nombre de galles presentes) sur les autres plantes de chaque thèse. De plus, ils ont mesuré au début et à la fin de l'expérimentation l'hauteur des plantes et le diamètre à la base. L'élaboration statistique des données a été faite avec ANOVA suivie par le test de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Ils ont observé un premier pic de 9.960 adultes en moyenne pour chaque piège le 15 juin, suivi par un second de 2.154 adultes en septembre. Dès juillet ils ont observés les premiers signes d'infestation sur les jeunes feuilles de l'an. Le pourcentage des feuilles parasitées a été statistiquement inferieur dans la thèse traitée avec kaolin + mouillant-adhésif baigneur (21,4%), comparée avec le témoin (50%), le mouillant-adhésif baigneur (73,4%) et imidacloprid (52%), qui à son tour n'a pas résulté statistiquement different du témoin et il a résulté inferieur seulement au mouillant-adhésif baigneur.

Le nombre des galles par feuille sur les plantes traitées avec kaolin + mouillant-adhésif baigneur a été statistiquement inferieur avec tous les autres. Le imidacloprid a résulté statistiquement inferieur du témoin. à la fin de l'expérimentation, ils n'ont pas observée difference statistique entre les mesures de l'hauteur et du diamètre des plantes des differentes thèses.

Ultérieures recherches sont necessaires pur réduire le nombre des traitements en fonction soit de la presence de feuilles susceptibles soit du niveau de la population du phytophage.

## BIBLIOGRAFIA

- Arzone A., Alma A., 2000 - *Eulofide galligeno dell'Eucalypto in Italia*. Informatore fitop., 50 (12): 43-46.
- Bagnoli B., Roversi P.F., 2004 - *Annotazioni morfologiche e biologiche su un Eulofide di recente introduzione in Italia galligeno fogliare su Eucalypto*. In: Atti XIX Congresso Nazionale italiano di Entomologia, Catania 10-15 giugno 2002: 955-960.
- Bella S., Lo Verde G., 2002 - *Presenza nell'Italia Continentale e in Sicilia di Ophelimus prope eucalypti (Gahan) e Aprostocetus sp., galligeni degli Eucalypti (Hymenoptera Eulophidae)*. Naturalista sicil. S. IV 26 (3-4): 191-197.
- Caleca V., Rizzo R., 2007 - *Tests on the effectiveness of kaolin and copper hydroxide in the control of Bactrocera oleae (Gmelin)*. IOBC/WPRS Bulletin 30 (9): 87-93.
- Caleca V., Rizzo M.C., Lo Verde G., Rizzo R., Buccellato V., Luciano P., Cao O., Palmeri V., Grande S.B., Campolo O., 2009 - *Diffusione di Closterocerus chamaeleon (Girault) introdotto in Sicilia, Sardegna e Calabria per il controllo biologico di Ophelimus maskelli (Ashmead) (Hymenoptera, Eulophidae), galligeno esotico sugli eucalypti*. Atti III Congr. Nazionale di Selvicoltura, Taormina 16-19 ottobre 2008.
- Facciotto G., Mughini G., 2007 - *Scelta variatale e tecniche di coltivazione dei cedui a corta rotazione*. Convegno Progetto Bioenerlegno. Ottimizzazione della filiera di produzione di biomasse ligno-cellulosiche. Biella, 28 settembre 2007. [http://www.forlener.it/docs/FAC\\_MUGFor107.pdf](http://www.forlener.it/docs/FAC_MUGFor107.pdf).
- Laudonia S., 2005 - *Catture di Ophelimus eucalypti (Gahan) (Hym.: Eulophidae) imenottero galligeno dell'Eucalyptus con trappole cromotropiche e prove di controllo*. In: Atti del XX Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Assisi (Pg) 13-18 Giugno 2005, Firenze: 295.
- Laudonia S., Viggiani G., Sasso R., 2006 - *Parassitoide esotico in aiuto degli eucalypti*. Inf. agr. 40: 74.
- Lo Verde G., Lo Verde V., 2005 - *Controllo di Ceratitis capitata (Wiedemann) con l'uso di caolino nell'agrumicoltura biologica*. XX Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Perugia-Assisi 13-18 giugno 2005, Firenze: 234.
- Mughini G., Gras M., Facciotto G., 2007 - *Eucalyptus clones selection in Central-Southern Italy for biomass production*. 15th European Conference and exhibition, Berlin, Germany 7-11 May 2007. ISBN -978-88-894°7-59-X. ISBN 3-936338-21-3. 3 pp.
- Protasov A., La Salle J., Blumberg D., Brand D., Saphir N., Assael F., Fisher N., Mendel Z., 2007 - *Biology, revised taxonomy and impact on host plants of Ophelimus maskelli, an invasive gall inducer on Eucalyptus spp. in the Mediterranean Area*. Phytoparasitica, 35 (1): 50-76.
- Rizzo M.C., Lo Verde G., Rizzo R., Buccellato V., Caleca V., 2006 - *Introduzione di Closterocerus sp. in Sicilia per il controllo biologico di Ophelimus maskelli Ashmead (Hymenoptera, Eulophidae) galligeno esotico sugli eucalypti*. Bollettino di Zoologia agraria e di Bachicoltura, 38: 237-248.
- Rizzo M.C., Lo Verde G., Rizzo R., Buccellato V., Caleca V., 2007 - *Release and establishment of Closterocerus chamaeleon (Girault) in Sicily for biological control of Ophelimus maskelli Ashmead (Hymenoptera, Eulophidae), exotic wasp on Eucalyptus trees*. In: Abstracts X European Workshop on Insect Parasitoids, Erice Sept. 17-21 2007. X European Workshop on Insect Parasitoids. Erice (TP). Sept. 17-21 2007, Palermo, (Italy): 125.
- Viggiani G., Laudonia S., Bernardo U., 2002 - *Aumentano gli insetti dannosi agli eucalypti*. Inf. agr. 12: 86-87.
- Viggiani G., Nicotina M., 2001 - *L'Eulofide galligeno fogliare degli eucalypti Ophelimus eucalypti (Gahan) (Hymenoptera: Eulophidae) in Campania*. Boll. Zool. Agr. Bachic. 33 (1): 79-82.



PRIMI REPERTI IN SICILIA SU DIFFUSIONE E BIOLOGIA DI *LEPTOGLOSSUS OCCIDENTALIS* HEIDEMANN (HETEROPTERA: COREIDAE), CIMICE AMERICANA DEI SEMI DELLE CONIFERE

(\*) Dipartimento SENFIMIZO, Università degli Studi di Palermo

(\*\*) Via Sandro Botticelli, 15 90144 Palermo

In questo lavoro si riportano i primi dati raccolti in Sicilia sulla diffusione e la biologia di *L. occidentalis* Heidemann, un insetto originario dell'America settentrionale dove è considerato dannoso alle conifere per la produzione di semi. I dati in nostro possesso datano i primi ritrovamenti di *L. occidentalis* al settembre 2002 in una località vicino Gangi (PA), mentre la prima segnalazione pubblicata per la Sicilia è relativa ad alcune catture effettuate a Niscemi (CL) nel 2003. Il coreide è distribuito in tutte le province dell'isola (30 siti), da località vicino al livello del mare fino a località di montagna, ed è stato raccolto su strobili e piante di *Pinus halepensis* Miller, *P. laricio* Poiret e *P. pinea* L., *P. nigra* J.F. Arnold e *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, ma anche nei pressi e dentro i fabbricati. Femmine del coreide poste in laboratorio su germogli di *P. menziesii* a temperatura di  $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$  e con U.R. del 80% hanno deposto fino a 148 uova a distanza di 3 giorni se raccolte alla fine di maggio e dopo 73-92 giorni se raccolte in novembre. Per le femmine che hanno deposto in laboratorio, l'ovideposizione si è protratta in media per 35 giorni. In laboratorio si sono ottenuti adulti del coreide non prima di 61 giorni dalla deposizione.

Sulla base dei dati raccolti non si può desumere il numero di generazioni che *L. occidentalis* compie nelle diverse aree della Sicilia, ma al momento non pare siano più di due all'anno.

Parole chiave: *Leptoglossus occidentalis*, Coreidae, Pinaceae, pinoli.

Key words: *Leptoglossus occidentalis*, Coreidae, Pinaceae, pine nuts.

Mots clés: *Leptoglossus occidentalis*, Coreidae, Pinaceae, noix de pin.

## 1. INTRODUZIONE E STATO DELL'ARTE

*Leptoglossus occidentalis* Heidemann, comunemente detto cimice americana dei semi delle conifere, è un eterottero appartenente alla famiglia dei coreidi. È largamente distribuito nelle regioni del Nord America occidentale ed i risultati di numerose indagini indicano che la specie si nutre sui semi di molte conifere commercialmente importanti (Koerber, 1963).

Gli adulti sono robusti, allungati e sono abili volatori. Le tibie delle zampe posteriori hanno un'espansione a forma di foglia da cui deriva il nome inglese di questo insetto *leaf footed conifer seed bug*. Nel continente americano compie una generazione all'anno in USA e Canada (Hedlin *et al.*, 1981), anche se può iniziarse una seconda (Bates, 1999), mentre fino a tre generazioni sono segnalate in Messico (Cibrian-Tovar *et al.*, 1986). In Italia settentrionale, è stato rilevato che la cimice compie sicuramente due generazioni (Bernardinelli e Zandigiacomo, 2002).

*L. occidentalis* è stato per la prima volta trovato in Italia nel 1999 in Lombardia e nel Veneto (Villa *et al.*, 2001). Da quel momento parecchi esemplari sono stati raccolti in differenti località anche in Italia centrale e meridionale.

*Trichopoda pennipes* (Diptera: Tachinidae) rappresenta un agente di controllo biologico frequentemente riscontrato nei riguardi di *L. occidentalis* soprattutto negli USA e nel Canada (Ridge-O'Connor, 2001). Altri parassitoidi accertati sono *Gryon pennsylvanicum* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae), *Anastatus pearsalli* Ashmead (Hym.: Eupelmidae) e *Ooencyrtus* spp. (Hym.: Encyrtidae) (Bates e Borden, 2004). In Italia sono state rinvenute uova di *L. occidentalis* parassitizzate da *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy) (Hym.: Eupelmidae) e un adulto parassitizzato da un

dittero tachinide non identificato (Bernardinelli e Zandigiacomo, 2002).

In questo lavoro si riportano i primi dati raccolti in Sicilia sulla diffusione e la biologia di *L. occidentalis*, all'inizio di uno studio rivolto anche ai suoi antagonisti naturali e alla sua dannosità ai pinoli del pino domestico (*Pinus pinea* L.).

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1 Analisi bibliografica e dati di campo sulla diffusione di *L. occidentalis* in Sicilia

La ricerca bibliografica è stata effettuata utilizzando le banche dati del Sistema Bibliotecario di Ateneo dell'Università degli Studi di Palermo: C.A.B. Abstracts (1972-2008/04) e Biological Abstract (2004-2008/04). Inoltre, sono state utilizzate le seguenti risorse bibliografiche aggiuntive: il motore di ricerca internet Google Scholar e la banca dati ISI Web of Knowledge.

Allo scopo di conoscere la diffusione in Sicilia di *L. occidentalis*, a partire da maggio '07 è iniziata la raccolta di tutte le informazioni riguardanti segnalazioni e catture dell'insetto da parte di esperti, dottorandi di ricerca e professori della facoltà di Agraria di Palermo, ma anche alle catture occasionali della cimice. Poi sulla base degli avvistamenti è iniziato il monitoraggio in varie località dell'isola, tra cui Licodia Eubea (CT) (400 m s.l.m.), Nicolosi (CT) (1.150 m s.l.m.), Piana degli Albanesi (PA) (860 m s.l.m.), Montagna Grande (TP) (260 m s.l.m.), Castellana Sicula (PA) (950 m s.l.m.), Piazza Armerina (EN) (690 m s.l.m.) e Portella Colla-Isnello (PA) (1.430 m s.l.m.).



Gli insetti sono stati catturati a mano con l'ausilio di un retino entomologico, mentre per i rami che si trovavano più in alto il retino veniva legato ad un prolungo di 3 metri. Dopo la raccolta gli insetti sono stati trasferiti in laboratorio e sistemati nelle piastre di plastica Petri per conteggiarli.

## 2.2 Allevamento di *L. occidentalis*

Gli insetti raccolti sono stati immessi in cassette di legno dotate di una parete con rete, in modo da garantire il passaggio dell'aria e di un tetto in vetro per poter osservare il loro comportamento. Tutto il materiale è stato poi posto in camera climatizzata con un fotoperiodo di L:D 12/12, una temperatura di 22°C ± 1 e con U.R. dell' 80%. Queste cassette contenevano rametti di pino d'aleppo, pino domestico, pino nero o di Abete di Douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), possibilmente con strobili, dei pinoli sguosciati e una provetta con cotone idrofilo inumidito. L'osservazione degli insetti avveniva ogni due-tre giorni.

Parte delle uova deposte in laboratorio nel periodo invernale è stata conservata dentro le capsule in cella frigo a 7-8 °C per esporle quali uova sentinella all'eventuale azione dei parassitoidi nei periodi più caldi, mentre 54 uova deposte da quattro femmine sono state mantenute in cella climatica all'interno di barattoli di plastica per osservare la sopravvivenza media dei vari stadi e la durata dello sviluppo in adulto. Gli altri individui dei vari stadi giovanili raccolti in campo sono stati posti in allevamento con le stesse modalità prima precisate per seguirne lo sviluppo.

## 2.3 Indagine sulla presenza di antagonisti naturali di *L. occidentalis* in Sicilia

Sulla base della ricerca bibliografica, a partire dal mar. '08 è iniziata la ricerca di uova e adulti. Non appena sono stati avvistati i primi adulti sono iniziate le esposizioni delle ovature sentinella, realizzando 3 prove a Portella Colla nell'area rimboscita a *P. menziesii* e una prova a Palermo presso il giardino della sez. di Entomologia del Dip. SENFIMIZO; le uova del coreide da noi conservate in cella frigo a 7-8 °C sono state incollate alcune su cartoncino bianco altre sugli aghi e inserite nei sacchetti di rete. I sacchetti, contenevano anche adulti maschi di *L. occidentalis*, vista l'influenza del feromone maschile sull'attrattività di alcuni parassitoidi (Yasuda, 1998). L'esposizione delle uova è stata condotta dal 26 giu. al 15 lug. '08 ed ha riguardato gruppi di 8, 9, 10, 24 e 26 uova per sacchetto, per un totale di 87 uova. In seguito sono state realizzate altre 6 esposizioni con soli adulti, nella speranza che le femmine ovideponessero all'interno del sacchetto.

In laboratorio alcune uova conservate in frigo sono state esposte a due parassitoidi oofagi. Due uova sono state esposte a *Gryon bosellii* Mineo et Szabó allevato su *Gonocerus acuteangulatus* (Goeze) nella sez. di Entomologia del Dip. SENFIMIZO, nove sono state esposte a *Trissolcus semistriatus* Nees sfarfallato da uova di pentatomidi raccolte su *P. pinea*.

## 2.4 Indagine sulla dannosità sui pinoli del pino domestico in Sicilia

Notizie sulla produttività delle pinete siciliane di *P. pinea* sono state richieste sia all'Azienda Foreste Demaniale della Regione Siciliana sia ad un'azienda di raccolta e lavorazione dei pinoli.

## 3. RISULTATI

### 3.1 Diffusione di *L. occidentalis* in Sicilia

I dati in nostro possesso datano i primi ritrovamenti di *L. occidentalis* in Sicilia al set. '02 in una località nei pressi di Gangi (PA), quando sono stati notati nugoli del coreide in volo attorno a grandi alberi di *P. pinea*, mentre la prima segnalazione di *L. occidentalis* pubblicata per la Sicilia è relativa ad alcune catture effettuate a Niscemi (CL) ai primi del nov. '03 (Tescari, 2004).

Dal 2002 fino all'estate del 2008 sono stati catturati e da noi identificati e/o segnalati da fonti attendibili parecchi esemplari di *L. occidentalis*, nello specifico: 126 adulti di cui 57 femmine, 61 maschi e 8 non identificati, 37 ninfe di II età, 18 ninfe di I età, 21 neanidi di III età, 34 neanidi di II età e 33 neanidi di I età. Gli insetti non identificati provengono da esemplari a noi non pervenuti oppure solamente fotografati e reperibili nella pagina web naturamediterraneo.com/forum.

Le informazioni relative agli esemplari identificati, distinte per provincia, sono le seguenti: PALERMO: Gangi, Gangi Vecchio, pineta di *P. pinea*, set. '02, (4 adulti), leg. A. Carapezza; Castelbuono, nov. '03 (1 adulto), leg. S. Zafarana; 15 dic. '04, fotografia su sito web naturamediterraneo.com; Petralia Sottana, 16 ago. '04 (2 ♀♀), leg. A. Carapezza; Bagheria, Monte Catalano, nov. '04 (1 adulto), leg. B. Massa; Polizzi Generosa, centro abitato, dic. '04 (1 adulto), leg. B. Massa; Monreale, Borgo Molara, 16 dic. '05 (1 ♀), 10 dic. '05 (1 ♂), 14 gen. '06 (1 ♀), 24 nov. '07 (1 ♂), leg. B. Massa; Capaci, Mandria Zarcati su *Eucalyptus*, 16 dic. '06, fotografia su sito web naturamediterraneo.com; Piana degli Albanesi, Riserva Naturale Serre della Pizzuta, pineta di *Pinus halepensis* Miller, 4 mar. '07, fotografia su sito web naturamediterraneo.com, 4 ott. '07, (5 ♂♂, 2 ♀♀, 3 ninfe II, 1 neanide III), 3 set. '08, (11 neanidi I), leg. M. Maltese e V. Caleca; Cinisi, Piano Margi, 27 ott. '07, (1 ♀), leg. R. Lo Duca; Villagrazia di Carini, 28 ott. '07 (1 ♂) e 5 nov. '07 (1 ♂), leg. G. Perricone; Palermo, Facoltà di Agraria, 29 ott. '07 (1 ♂), 8 gen. '08 (1 ♀), leg. B. Massa; abitazione in Via L. da Vinci, 24 gen. '08 (1 ♀), leg. H. Tsolakis; Castellana Sicula, pressi e dentro Agriturismo Terravecchia, 28 nov. '07, (17 ♂♂ e 12 ♀♀), 8 dic. '07 (2 ♂♂ e 8 ♀♀), leg. M. Maltese e V. Caleca; Isnello, Portella Colla rimboscimento a *P. menziesii*, 26 giu. '08 (1 ♂), 4 lug. '08 (4 neanidi I, 1 neanide II, 4 ♂♂), 8 lug. '08 (1 ♂), 15 lug. '08 (2 corion di uova, 4 neanidi I, 8 neanidi II, 14 neanidi III, 6 ninfe I, 1 ♂ e 1 ♀), 22 lug. '08 (2 neanidi II, 1 neanide III, 9 ninfe I, 5 ninfe II e 1 ♀), 31 lug. '08 (1 uovo deposto da femmina esposta per 7 giorni, 13 ninfe II), 7 ago. '08 (3 neanidi II, 4 neanidi III, 1 ninfa I, 4 ninfe II, 2 ♀♀ e 2 ♂♂), 26 ago '08 (1 neanide III, 1 ninfa I, 3 ninfe II, 2 ♀♀ e 5 ♂♂), 9 set. '08 su *Pinus nigra* J.F. Arnold (14 corion di uova e 14 neanidi I, 1 ninfa I, 2 ninfe II, 2 ♀♀ e 1 ♂), leg. M. Maltese e V. Caleca; AGRIGENTO: Agrigento, mar. '03 (1 ♂), leg. G. Rallo; Sambuca di Sicilia, abitazione civica, 27 mar. '05 (1 ♂ morto), leg. A. Carapezza; CALTANISSETTA: Riserva Naturale Sughereta di Niscemi, nov. '03 (1 adulto), leg. S. Zafarana; MESSINA: Messina, Annunziata, 26 feb. '04 (1 ♂), leg. C. Baviera; Mistretta, mar. '07 (1 ♀), 22 ott. '07 (1 ♂), 28 ott. '07 (1 ♂), 2 nov. '07 (1 ♀), leg. M. Cannata; Ucria, 23 nov. '07 (2 ♀♀), leg. G. Perricone; RAGUSA:

Marina di Modica: 16 ott. '04 (1 adulto) leg. A. Carapezza; CATANIA: Licodia Eubea, Demanio Forestale Marineo-Cozzarelli, pineta di *P. halepensis*, 5 ott. '05 (7 ♀♀, 5 ♂♂, 6 ninfe II), leg. R. Lo Duca; Paternò, Piano Tavola, 1 nov. '05 (1 ♂ e 1 ♀), leg. R. Lo Duca; Nicolosi, pineta di *Pinus laricio* Poiret, 26 mag. '07 (1 ♀), leg. M. Maltese e V. Caleca; Linguaglossa, abitazione civica, 3 gen. '08 (3 ♂♂ e 2 ♀♀ morti, leg. V. Caleca; TRAPANI: Marsala, Contrada Pispisia, pressi di pineta di *P. halepensis*, 11 giu. '07 (1 ninfa II), 7 nov. '07 (1 ♀), 16 nov. '07 (1 ♀ morta), 17 mar. '08 (1 ♀), leg. M. Maltese; Montagna Grande, 11 nov. '07 (1 adulto) fotografia su sito web naturamediterraneo.com/; Montagna Grande, su *P. pinea*, 20 mar. '08 (8 uova rinsecchite), 30 ago. '08 (1 adulto, 1 ♂, 20 neanidi II), leg. M. Maltese; ENNA: Monte Sambughetti, 18 set. '07 (1 ♀), R. Lo Duca; Valguarnera, 2 nov. '07, fotografia su sito web naturamediterraneo.com/; Piazza Armerina, azienda Pinoli Garretta su *P. pinea*, 29 nov. '07 (1 ♂), 1 mar. '08 (1 ♂ e 1 ♀), leg. D. Garretta; SIRACUSA: Monte Lauro, su *P. pinea*, alcuni esemplari avvistati dal Sig. D. Garretta.

Analizzando le catture, come mostrato in Fig. 1, si evince che il coreide risulta distribuito in tutte le province dell'isola (30 siti di raccolta), da località vicino al livello del mare (20 m s.l.m.) fino a località di montagna (fino a 1.430 m s.l.m.), ciò dimostra la grande capacità dell'insetto di adattarsi alle differenti condizioni climatiche presenti in Sicilia.

Come mostrato dal Graf. 1, i campionamenti realizzati da noi e da altri raccoglitori, dal 2002 ad oggi, hanno interessato tutto l'anno solare ad eccezione della prima quindicina di febbraio e di maggio. La maggiore facilità nel riscontrare gli adulti si ha dalla fine di settembre ai primi di dicembre cioè quando il *L. occidentalis* tende ad aggregarsi nelle piante ospiti oppure nei muri o persino dentro le abitazioni di montagna per lo svernamento. Sporadici sono stati i ritrovamenti degli adulti durante l'estate, molto scarsi quelli in primavera. Dopo 21 campionamenti effettuati dal 3 mar. al 9 set. '08 abbiamo preso atto della difficoltà di rinvenimento delle uova del coreide sulle piante ospiti, infatti sono stati trovati soltanto 16 corion di uova tra il 15 lug. ed il 9 set. '08 nella località di Portella Colla. Altre 8 uova sono state rinvenute ma poiché erano rinsecchite, non sono state rappresentate nel grafico.

### 3.2 Biologia di *L. occidentalis*

La metodica impiegata nell'allevamento ha consentito il completo sviluppo dell'insetto. Ciò è rappresentato nel Graf. 2, il quale mostra la durata in giorni di ciascuno stadio a partire dall'ovideposizione. Nelle condizioni di allevamento (22 °C±1, U.R. 80%) lo sgusciamiento avviene in media dopo 12 giorni, la prima muta dopo altri 4 giorni, la seconda e la terza muta dopo 10 giorni dalla precedente e la quarta muta dopo 11 giorni. Lo stadio di ninfa di II° età è quello che mediamente dura di più, circa 15 giorni. Dalle uova di partenza si sono ottenuti adulti del coreide in media dopo 61÷75 giorni dall'ovideposizione.

Nella Tabella 1 vengono riportati i dati sulle ovideposizioni di *L. occidentalis* allevato in laboratorio in cella climatica. Quattro femmine del coreide hanno deposto da 30 fino a 148 uova a distanza di almeno 3 giorni per quella raccolta già gravida alla fine di mag. '07 e dopo almeno 73 giorni per quelle raccolte in nov. e dic. '07. L'ovideposizione si è protratta in media per 35 giorni. In particolare per la femmina

catturata ad Ucria (ME) è stato notato che delle 148 uova deposte circa la metà erano raggrinzite, caratteristica, finora, mai riportata dalla bibliografia.

La tabella sulla sopravvivenza (Tab. 2) mette in evidenza che in allevamento la maggiore mortalità si verifica negli stadi di neanide di II e III età, rispettivamente con una percentuale del 39,8 e del 24,8% rispetto alle uova di partenza. La sopravvivenza della ninfa di I età è risultata pari al 51,4%, mentre circa il 56% delle ninfe di II età muta con successo ad adulto. Delle 41 ninfe di II età che sono diventate adulte, 23 erano maschi e 18 erano femmine. Partendo dalle 54 uova di cui è stato possibile seguire il completo sviluppo, il 5,5 % ha raggiunto lo stadio adulto; la percentuale media risultante da tutti gli individui sviluppatasi nell'allevamento a partire anche da altri stadi è stata maggiore della precedente (7,5%), probabilmente per le migliorate tecniche di allevamento.

### 3.3 Indagine sulla presenza di antagonisti naturali di *L. occidentalis* in Sicilia

Gli adulti catturati nelle varie località della Sicilia non hanno mostrato segni di parassitizzazione da parte di ditteri tachinidi.

Dal monitoraggio in campo, sono stati trovati 16 corion di uova da cui erano sgusciate le neanidi.

Dalle esposizioni di ovature sentinella non è stata osservata parassitizzazione suggerendo l'importanza di dover utilizzare le uova fresche, cioè appena deposte dagli adulti. Nelle successive 6 prove di insacchettamento di maschi e femmine di *L. occidentalis* è stato deposto un solo uovo che non è stato parassitizzato.

In laboratorio l'esposizione delle uova della cimice alla femmina di *G. bosellii* non ha dato alcun risultato, anzi, lo scelionide ha mostrato un comportamento indifferente; nella seconda prova, le femmine di *Trissolcus* hanno mostrato interesse verso tali uova tanto che, in 4 uova su 9 è stata osservata un'apparente ovideposizione ma non è sfarfallato alcun adulto.

È da segnalare in allevamento una pesante infestazione di acari parassiti afferenti alla famiglia Pyemotidae che hanno portato alla morte 30 adulti. Si è potuto appurare che tali acari provenivano da altri materiali casualmente presenti nella stessa cella climatica.

### 3.4 Indagine sulla dannosità sui pinoli del pino domestico in Sicilia

Sulla base di alcune notizie che ci sono state fornite da un'azienda di raccolta di strobili e lavorazione dei pinoli in Sicilia, possiamo ipotizzare un calo di produttività dei pinoli pari a circa l'80% negli ultimi 5-6 anni provocato dagli attacchi di questa cimice. Tali informazioni purtroppo non sono supportate da alcun dato ufficiale e sono perfino contrastanti con i pochi dati disponibili relativi alla produzione di pigne di *P. pinea* nei demani forestali della Regione Siciliana, i quali segnalano notevoli oscillazioni e talvolta (Prov. di Catania) incrementi.

## 4. CONCLUSIONI

I nostri risultati indicano che in Sicilia la cimice americana dei semi delle conifere non è molto abbondante, ma è ampiamente distribuita in tutta l'isola.

Ancora non si può desumere esattamente il numero di generazioni che *L. occidentalis* completa nelle diverse aree della Sicilia, ma al momento si può ipotizzare l'esistenza di due generazioni nelle località di bassa quota, mentre in quelle di montagna (> 1.000 m s.l.m.) è probabile che compia soltanto una generazione.

Non è stato riscontrato alcun parassitoide del coreide né nelle poche uova ritrovate né sugli individui dei vari stadi. Gli acari parassiti della famiglia Pyemotidae che hanno portato alla morte di molti adulti sono da considerare nemici naturali riscontrati nell'allevamento.

È da puntualizzare, inoltre, che le esposizioni sentinella potrebbero non aver fornito alcun risultato non solo per l'assenza di parassitoidi, ma per il disturbo apportato dalla colla e per la mancata idoneità delle uova conservate in frigo per alcuni mesi.

Per quanto riguarda la produzione dei pinoli, la sua dannosità è stata accertata (Benassai *et al.*, 2008), ma la stima dei danni in Sicilia è ancora da verificare. Resta il fatto che questo coreide non arreca danni alle piante ospiti ma può risultare fastidioso quando, in autunno, entra nelle abitazioni alla ricerca di un sito per lo svernamento, anche perché se molestati emettono un odore sgradevole.



Figura 1. Località in cui *L. occidentalis* è stato trovato in Sicilia dal 2002.  
Figure 1. Localities in which *L. occidentalis* was found in Sicily since 2002.  
Figure 1. Localités où *L. occidentalis* a été trouvé en Sicile depuis 2002.

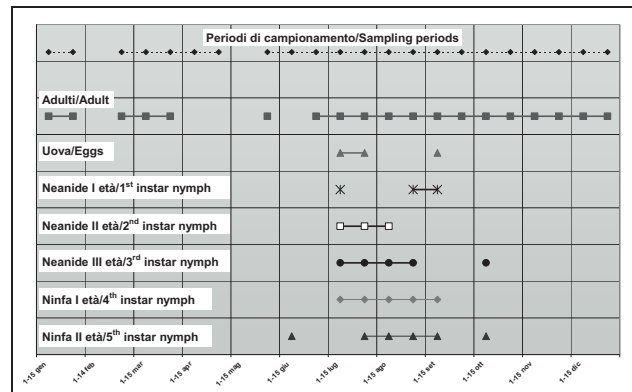


Grafico 1. Rinvenimento di individui dei diversi stadi di *L. occidentalis* in Sicilia dal 2002.

Graphic 1. Recovery of various instars of *L. occidentalis* in Sicily since 2002.

Graphique 1. Recouvrement de diverses stades de *L. occidentalis* en Sicile depuis 2002.

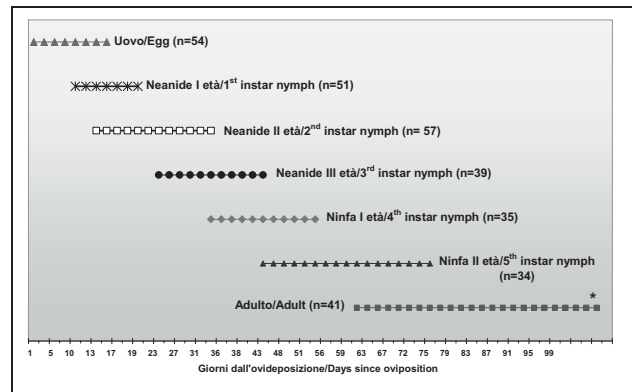


Grafico 2. Durata dei diversi stadi di sviluppo di *L. occidentalis* in laboratorio a 22 °C ± 1, U.R. 80% (valori estremi in giorni). \* Sei adulti vivi al 15 Set. '08.

Graphic 2. Duration of various developmental instars of *L. occidentalis* in the laboratory at 22 °C ± 1, R.H. 80% (extreme values as days). \* Six adults living on 15 Sep. '08.

Graphique 2. Durée de divers stades de développement de *L. occidentalis* en laboratoire à 22 °C ± 1, H.R. 80% (valeurs extrêmes en jours). \* Six insectes vivent au 15 Sep. '08.

Femmina ovideponente e località di cattura	Data cattura	Periodo di ovideposizione		N° di uova deposte	N° totale di uova
		Giorni dalla cattura	Tot gg.		
♀1 Nicolosi (CT)	26 Mag. '07	1 - 3	3	30	30
♀1 Ucria (ME)	23 Nov. '07	73 - 93	63	36	148
		94 - 114		72	
		115 - 127		40	
♀1 Castellana Sicula (PA)	28 Nov. '07	87 - 107	56	42	66
		108 - 127		24	
♀2 Castellana Sicula (PA)	8 Dic. '07	92 - 106	18	30	30

Tabella 1. Ovideposizione di *L. occidentalis* in laboratorio a 22 °C ± 1, U.R. 80%.

Table 1. Oviposition of *L. occidentalis* in the laboratory at 22 °C ± 1, R.H. 80%.

Tableau 1. Oviposition de *L. occidentalis* en laboratoire à 22 °C ± 1, H.R. 80%.

Stadio	n.	Insetti passati allo stadio successivo	Sopravvivenza nello stadio (%)	Sopravvissuti dalle uova di partenza (% media)	Mortalità in ciascuno stadio in rapporto alle uova di partenza (% media)
Uova	54	51	94,4	94,4	5,6
Neanide I età	51	49	96,1	90,7	3,7
Neanide II età	57	32	56,1	50,9	39,8
Neanide III età	39	25	51,3	26,1	24,8
Ninfa I età	35	28	51,4	13,4	12,7
Ninfa II età	34	19	55,9	7,5	5,9
Da uovo ad adulto	54			5,5	

Tabella 2. Sopravvivenza media dei vari stadi di *L. occidentalis* in laboratorio a 22 °C ± 1, U.R. 80%.  
Table 2. Average survival of various instars of *L. occidentalis* in the laboratory at 22 °C ± 1, R.H. 80%.  
Tableau 2. Survie moyenne de diverses stades de *L. occidentalis* en laboratoire à 22 °C ± 1, H.R. 80%.

## SUMMARY

### FIRST REPORT IN SICILY ON DIFFUSION AND BIOLOGY OF *LEPTOGLOSSUS OCCIDENTALIS* HEIDEMANN (WESTERN CONIFER SEEDS BUG)

In this paper the first data on the distribution and biology of *L. occidentalis* in Sicily are reported; this bug, belonging to the family Coreidae, originates from North America, where it is regarded as a serious pest of conifer seed orchards. The first Sicilian specimens of *L. occidentalis* were found in September 2002 near Gangi (PA), while the first collecting data published until now refer to November 2003 in Niscemi (CL). The coreid is distributed in all Sicily provinces (30 collecting sites), from the sea level to 1.430 m a.s.l. on the mountains; it was collected on cones and plants of *Pinus halepensis* Miller, *P. laricio* Poiret, *P. pinea* L., *P. nigra* J.F. Arnold and *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, and also inside or near buildings. Females fed in laboratory (at 22 °C ± 1 and 80% U.R.) on *P. menziesii* shoots layed up to 148 eggs, beginning oviposition after 3 days when collected at the end of May and after 73 days when collected in November. In the laboratory the oviposition period lasted 35 days on average; adults were obtained 61 days after oviposition.

Our field and laboratory data did not allow to ascertain the number of yearly generations of *L. occidentalis* in Sicily, but they should not be more than 2.

## RÉSUMÉ

### PREMIÈRES DONNÉES EN SICILE SUR LA DIFFUSION ET LA BIOLOGIE DE *LEPTOGLOSSUS OCCIDENTALIS* HEIDEMANN

Les auteurs reportent les premières données sur la diffusion et la biologie en Sicile de *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, insect d'origine de l'Amérique septentrionale, considéré nuisable aux conifères produisant semence. En Sicile il a été reporté pour la première fois à Niscemi (Caltanissetta) en 2003, mais les auteurs l'ont capturé en 2002 dans une localité proche de Gangi (Palermo). Actuellement la diffusion du Coreidae interesse

tous les provinces de l'île (30 sites), dès localités près de la mer jusqu'à localités de montagne; il a été trouvé sur les strobiles et les plantes de *Pinus halepensis* Miller, *P. laricio* Poiret et *P. pinea* L., *P. nigra* J.F. Arnold et *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, et même à l'intérieur d'immeubles. En laboratoire, sur les bourgeons de *P. menziesii*, avec 22 °C ± 1 de température et 80% d'U.R., les femelles de *L. occidentalis* ont pondue jusqu'à 148 œufs; après trois jours quand elles avaient été collectées en Mai, et après 73 jours si elles avaient été collectées en Novembre. En laboratoire, la ponte s'est prolongée en moyenne 35 jours et les adultes ont été obtenus 61 jours après la ponte.

Maintenant il n'est pas possible établir le nombre annuel des générations de cette espèce de Coreidae en Sicile, qui au moment semblent être deux.

## BIBLIOGRAFIA

- Bates S.L., 1999 – *Impact of feeding by the western conifer seed bug, Leptoglossus occidentalis Heidemann (Hemiptera: Coreidae), on yield, seed storage reserves and seedling vigour in Douglas-fir*. Master of Pest Management thesis, Simon Fraser University, Burnaby, B.C.: 59 pp.
- Bates S.L., Borden J.H., 2004 – *Parasitoids of Leptoglossus occidentalis Heidemann (Heteroptera: Coreidae) in British Columbia*. Journal of the Entomological Society of British Columbia, 101: 143-144.
- Benassai D., Feducci M., Innocenti M., Capretti P., Tiberi R., 2008 – *Danni alla fruttificazione del pino domestico: indagine sulle cause e sulle perdite di produzione in Toscana*. Linea Ecologica 2 (4-6): 59-65.
- Bernardinelli I., Zandigiacomo P., 2002 – *First record of conifer seed bug (Leptoglossus occidentalis) in Friuli-Venezia Giulia*. Notiziario-ERSA, 2002; 15(5): 44-46.
- Cibrian-Tovar D.B., Hebel B.H., Yates H.O., Mendez-Montiel J.T., 1986 – *Leptoglossus occidentalis Heidemann*. In: Cone and seed insects of the Mexican conifers. USDA Forest Science, Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, North Carolina: 55-58.
- Hedlin A.F., Yates H.O., Cibrian Tovar D., Ebel B.H., Koerber T.W., Merkel E.P., 1981 – *Cone and seed insects of North American Conifers*. Canadian Forestry Service, Ottawa,



- USDA Forest Service, Washington D.C and Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos, Mexico: 122 pp.
- Koerber T.W., 1963 – *Leptoglossus occidentalis (Hemiptera: Coreidae), a newly discovered pest of coniferous seed*. Annals of the Entomological Society of America, 56: 229-234.
- Ridge-O'Connor G.E., 2001 – *Distribution of the western conifer seed bug, Leptoglossus occidentalis Heidemann (heteroptera: Coreidae) in Connecticut and parasitism by a tachinid fly Trichopoda pennipes (F.) (Diptera: Tachinidae)*. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 103 (2): 364-366.
- Villa M., Tescari G., Taylor S.J., 2001 – *Nuovi dati sulla presenza in Italia di Leptoglossus occidentalis (Heteroptera: Coreidae)*. Bollettino della Società Entom. Italiana, 133(2):101-112.
- Tescari G., 2004 – *First record of Leptoglossus occidentalis (Heteroptera: Coreidae) in Croatia*. Entomologica Croatia, 8: 73-75.
- Yasuda K., 1998 – *Function of the Male Pheromone of the Leaf-Footed Plant Bug, Leptoglossus australis (Fabricius) (Heteroptera: Coreidae) and Its Kairomonal Effect*. Japan Agricultural Research Quarterly, 32 (3): 161-165.

## APPLICAZIONE DI ANTIOSSIDANTI PER PROTEGGERE PIANTE SENSIBILI CONTRO I DANNI DA OZONO

(\*) *Istituto per la Protezione delle Piante, CNR, Sesto Fiorentino, Firenze*

L'ozono è l'inquinante atmosferico di maggiore preoccupazione per le foreste. Nell'emisfero settentrionale, i suoi livelli di base sono aumentati da 2 a 4,5 volte rispetto all'età pre-industriale e, nonostante la diminuzione nell'emissione di precursori, sono ancora in continua crescita. Sebbene molte questioni rimangano ancora insolte, oggi abbiamo un quadro dettagliato di come l'ozono influenzi le foreste a livello cellulare e fogliare, mentre le informazioni a livello di pianta e di ecosistema forestale sono ancora frammentarie. Uno dei più interessanti interrogativi ancora aperti è se l'ozono influenzi la crescita degli alberi forestali. Il motivo principale di questa lacuna conoscitiva è che gli esperimenti sono stati condotti in condizioni controllate, su semenzali e per periodi di tempo relativamente brevi, il che non consente di estrapolarne i risultati alle piante adulte in campo. Oggi sono state messe a punto due tecniche per studiare gli effetti dell'ozono sugli alberi in foresta: la fumigazione in piena aria e l'applicazione di antiossidanti. Questo lavoro analizza la seconda tecnica, elencando gli antiossidanti di possibile utilizzo e concentrandosi sul composto finora di maggior successo, l'etilendiurea (EDU), e sulle sue applicazioni a piante forestali. I risultati suggeriscono che l'applicazione di antiossidanti può essere utilizzata per scopi scientifici (determinazione dei meccanismi di azione e degli effetti dell'ozono), diagnostici (determinazione del coinvolgimento dell'ozono nell'espressione di sintomi visibili sulla vegetazione naturale) e, nel caso dell'EDU, anche pratici (protezione di individui sensibili contro i danni da ozono).

*Parole chiave:* alberi, etilendiurea, EDU, ozono.

*Key words:* trees, ethylenediurea, EDU, ozone.

*Mots clés:* arbres, éthylènediurea, EDU, ozone.

### 1. INTRODUZIONE

L'ozono (O<sub>3</sub>) è l'inquinante atmosferico di maggiore preoccupazione per le foreste (Paoletti *et al.*, 2007a), non solo per il suo continuo aumento, ma anche per i suoi conclamati effetti negativi sulla vegetazione (Paoletti, 2007). I suoi livelli di base sono cresciuti da 2 a 4,5 volte rispetto all'epoca preindustriale e, nonostante il 36% di riduzione nell'emissione dei precursori nell'Unione Europea (dal 1990 al 2004; EEA, 2007), stanno ancora crescendo dello 0,5–2% all'anno (Vingarzan, 2004). L'inquinamento da O<sub>3</sub> è poi un problema tipicamente forestale, perché le concentrazioni in aree rurali sono sempre più alte di quelle in città, soprattutto a causa dell'elevato inquinamento da monossido di azoto nell'aria cittadina, che sposta l'equilibrio della reazione verso la degradazione dell'O<sub>3</sub> (Paoletti, 2007). Sebbene rimangano ancora molti interrogativi sugli effetti dell'O<sub>3</sub> sulle foreste, oggi abbiamo un quadro accurato di ciò che avviene a livello cellulare e fogliare (cioè una cascata di risposte biochimiche, fisiologiche e morfologiche) e, in parte, anche a livello di albero e di copertura forestale (effetti su ciclo del carbonio, riproduzione, idrologia, predisposizione ad altri fattori di stress, biodiversità) (Paoletti, 2007). Una delle domande ancora insolte è se (e quanto) l'ozono influenzi la crescita degli alberi forestali (Manning, 2005). Il motivo principale di queste lacune conoscitive è che gli esperimenti sono stati condotti in condizioni controllate (camere chiuse o camere a cielo aperto), non rappresentative delle reali condizioni di campo. Bassa illuminazione, alte temperature, idrologia alterata, elevata umidità, forte ventilazione, giovani piante in vaso, condizioni non limitanti eccetto che per l'O<sub>3</sub>, regimi di O<sub>3</sub> non

realistici, esclusione di competizione e parassiti, piante di controllo in aria priva di O<sub>3</sub>, sono alcuni dei principali difetti di questi esperimenti. Trasferire i risultati da piante giovani a alberi adulti provoca ulteriori problemi, perché le dimensioni delle piante influenzano la conduttanza stomatica, l'allocazione del carbonio per la difesa e la riparazione dei danni, la fenologia fogliare e l'ambiente esterno alla pianta (Paoletti, 2007).

Oggi sono state messe a punto due tecniche per studiare gli effetti dell'ozono sugli alberi in foresta: la fumigazione in piena aria e l'applicazione di antiossidanti. Questo lavoro analizza la seconda tecnica, elencando gli antiossidanti di possibile utilizzo e concentrandosi sul composto finora di maggior successo, l'etilendiurea (EDU), e sulle sue applicazioni ad alberi forestali.

### 2. ANTIOSSIDANTI NATURALI E DI SINTESI

Un certo numero di sostanze chimiche, soprattutto di sintesi, sono state valutate come protettivi per piante sensibili all'ozono. Fra gli antiossidanti naturali, si annoverano: 1) acido ascorbico e suoi derivati (Freebairn, 1960; Freebairn e Taylor, 1960; Siegel, 1962; Yoshida *et al.*, 1994; Macher e Wasescha, 1995; Wenzel *et al.*, 1995; Zheng *et al.*, 2000; Archambault *et al.*, 2000); 2) regolatori di crescita tipo auxine (Siegel, 1962; Adedipe e Ormrod, 1972), citochinine (Adedipe e Ormrod, 1972; Runeckles e Resh, 1975; Tomlinson e Rich, 1993), gibberelline (Adedipe e Ormrod, 1972) e acido abscissico (Fletcher *et al.*, 1972); 3) flavonoidi (Blum e Didyk, 2006); 4) poliamine (Ormrod e Beckerson, 1986; Bors *et al.*, 1989). Solo l'eritorbato di sodio è stato però usato su piante forestali (Elsik and Flagler,

1994; Manning *et al.*, 2003). Comunque, questi composti naturali sono sempre risultati meno efficaci del più importante antiossidante di sintesi, l'etilendiurea, nel ridurre i sintomi da ozono.

Nel 1978, il gruppo di Carnahan mostrò che la N-[2-(2-oxo-1-imidazolidinil)etil]-N'-fenilurea (etilendiurea, abbreviata EDU) era capace di proteggere *Phaseolus vulgaris* dai danni acuti da O<sub>3</sub>. Da allora, vari esperimenti hanno confermato la sua efficacia su piante agricole e forestali, e dimostrato l'impatto dell'O<sub>3</sub> su crescita e produzione (McClenahan, 1979; Weidensaul, 1980; Cathey e Heggestad, 1982; Miller *et al.*, 1984; Roberts, 1987; Kostka-Rick e Manning, 1992; Lee *et al.*, 1981, 1997; Bortier *et al.*, 2001; Manning *et al.*, 2003; Paoletti *et al.*, 2007b, 2008). L'EDU viene applicata come spray fogliare, per irrigazione al suolo, o per iniezione o infusione al fusto (Manning, 2000; Bortier *et al.*, 2001; Paoletti *et al.*, 2007c). Per essere efficace, l'EDU deve essere applicata con regolarità perché muovendosi solo per via xilematica (Gatta *et al.*, 1997) non può essere ritraslocata nelle foglie di neo-formazione ed inoltre si degrada lentamente nel tempo (Gatta *et al.*, 1997). L'applicazione deve essere preceduta da esperimenti dose-risposta, perché dosi eccessive inducono fitossicità (Manning, 2000).

Il meccanismo di azione dell'EDU non è chiaro. Gli effetti sulla conduttanza stomatica, e quindi sulla limitazione dell'assorbimento di O<sub>3</sub> attraverso gli stomi, sono contrastanti (Roberts *et al.*, 1985, 1987; Roberts, 1987; Paoletti *et al.*, 2008). Dato che l'EDU contiene azoto, si è postulato che svolgesse un'azione fertilizzante, contrastando così gli effetti negativi dell'O<sub>3</sub>. In realtà, la somministrazione di EDU non aumenta il contenuto fogliare di azoto (Paoletti *et al.*, 2008). Del resto, un'analogia quantità di azoto non svolge alcuna azione protettiva dall'O<sub>3</sub> in mancanza dell'intera molecola di EDU (Godzik e Manning, 1998). In genere, si pensa che l'EDU conferisca tolleranza all'O<sub>3</sub> attraverso l'induzione dei sistemi enzimatici coinvolti nell'eliminazione delle sostanze di ossidazione e dei radicali liberi prodotti nelle foglie in risposta all'assorbimento di O<sub>3</sub> (Batini *et al.*, 1995; Astorino *et al.*, 1995; Ranieri e Soldatini, 1995; Paoletti *et al.*, 2008).

### 3. APPLICAZIONI DI EDU AD ALBERI ADULTI E ARBUSTI

L'applicazione di EDU ad alberi adulti è tecnicamente difficile. Non è possibile spruzzarla sulle chiome. Usarla per irrigazione implica grandi quantità di EDU e l'impossibilità di standardizzarne la dose, perché non è possibile determinare quanta EDU sarà assorbita. I metodi che hanno finora fornito risultati migliori sono l'iniezione nel tronco, tramite una pompa a bassa pressione, e l'infusione nel fusto, sfruttando la forza di gravità. Il metodo gravitazionale è mutuato dall'applicazione di insetticidi sistemici all'Ippocastano per contenere le infestazioni del minatore fogliare *Cameraria ohridella*. Entrambi i metodi necessitano di un foro di entrata nel fusto. Il primo metodo è stato applicato a giovani talee di Pioppo, *Populus x euramericana* 'I-214' e *P. deltoides x maximowiczii* 'Eridano' nella pianura padana (Isola Serafini, estati 1991-1992, Ainsworth *et al.*, 1996; Ainsworth e Ashmore, 1992) e *Populus nigra* in Belgio (Bortier *et al.*, 2001). Il secondo metodo, in cui la soluzione è assorbita nei vasi xilematici gra-

zie alla traspirazione (Figura 1), è stato sperimentato su piante adulte di Frassino maggiore nel torinese (stagione vegetativa 2005, Paoletti *et al.*, 2007b,c, 2008). La concentrazione efficace è risultata essere 450 ppm EDU, corrispondente a 13-26 mg m<sup>-2</sup> foglia, applicata ogni tre settimane. Questa dose è molto più alta dei 25 mg EDU pianta<sup>-1</sup> iniettati da Bortier *et al.* (2001) in semenzali di pioppo, e simile ai 3 g EDU pianta<sup>-1</sup> che Ainsworth *et al.* (1996) applicarono ai loro giovani pioppi nel corso di una singola estate. Del resto, la dimensione dei frassini trattati da Paoletti *et al.* (2007b,c, 2008) è molto superiore a quella dei pioppi di Bortier *et al.* (2001) e Ainsworth *et al.* (1996), che avevano un diametro medio di 64 mm e 12 mm, rispettivamente, dato che il diametro a petto d'uomo dei frassini variava da 13 a 17 cm.

Alla fine della stagione vegetativa, i danni fogliari da ozono sono risultati significativamente ridotti rispetto ai frassini infusi con acqua (Paoletti *et al.*, 2007c). Questo effetto è stato osservato a tre livelli nella chioma, a testimonianza che l'infiltrazione gravitazionale di EDU è in grado di proteggere chiome intere. In contrasto con Ainsworth *et al.* (1996), Paoletti *et al.* (2007b, 2008) hanno trovato che l'applicazione di EDU, e quindi la protezione dall'O<sub>3</sub> ambiente (32,5 ppm h AOT40), stimolava la crescita dei getti (lunghezza e diametro) e il numero di foglie (riducendone l'abscissione), ma non modificava le radici fini (lunghezza, biomassa e numero di apici) e l'altezza e il diametro della pianta intera. Del resto è improbabile che un solo anno di trattamento possa avere effetti sensibili sull'incremento diametrico e longitudinale di piante di 16-31 anni di età.

Sia Ainsworth *et al.* (1996), sia Paoletti *et al.* (2008) hanno trovato che l'applicazione di EDU non influenza gli scambi fotosintetici, il che porta a sconsigliarne l'uso per studiare gli effetti dell'O<sub>3</sub> sull'assimilazione del carbonio, dato che uno dei primi eventi fisiologici conseguenti all'esposizione all'O<sub>3</sub> è in genere proprio la riduzione della fotosintesi (Paoletti, 2007). Può sorprendere che l'EDU stimoli la crescita senza influenzare l'assimilazione del carbonio. In realtà, l'EDU attiva le difese antiossidanti: meno carbonio viene usato per la riparazione dei danni da O<sub>3</sub> e può essere usato per la detossificazione e la crescita (Paoletti *et al.*, 2008).

Nonostante i successi ottenuti nella protezione dai danni da O<sub>3</sub> e nella determinazione dei meccanismi di danno da O<sub>3</sub>, l'infusione gravitazionale richiede almeno 12 fori sul fusto (due fori sui lati opposti ogni 21 giorni da Maggio a Settembre). Ulteriori fori devono essere praticati nel caso di assorbimento inefficiente. Il che ovviamente porta a sconsigliare trattamenti a lungo termine che invece sono necessari per determinare gli effetti dell'O<sub>3</sub> sulla crescita di organismi dalla lunga vita come gli alberi. Indagini preliminari tramite irrigazione al suolo sono in corso di svolgimento sugli stessi frassini precedentemente trattati per infusione gravitazionale (Figura 1). La somministrazione di 500 ml di EDU in soluzione (450 ppm) direttamente in 12 fori (5 cm di diametro, 10 cm di profondità) praticati nel suolo e distribuiti uniformemente a una distanza di 50-60 cm dalla base del tronco ha portato a una riduzione dei sintomi, seppure non significativa, nella stagione di crescita 2007 (Paoletti *et al.*, in stampa a).

Quando le piante sono di dimensioni ridotte, è possibile

applicare l'EDU spruzzandola sulle foglie insieme ad un bagnante. Sempre nel torinese, piante di *Hibiscus syriacus* cv. Minerva ogni anno mostravano sintomi fogliari plausibilmente da ozono. L'applicazione di EDU per via fogliare (300 ppm ogni settimana) ha ridotto sensibilmente (-75%) i sintomi confermando l'ozono come agente causale (Paoletti *et al.*, in stampa\_b). Semenzali ottenuti da semi provenienti dalle stesse piante sono stati esposti all'ozono in camera a cielo aperto filtrate (no O<sub>3</sub>) e non filtrate (+30 ppb O<sub>3</sub>). I sintomi ottenuti erano analoghi a quelli osservati in campo (Figura 2), così confermando non solo il coinvolgimento dell'O<sub>3</sub> nella sintomatologia di campo, ma anche l'ereditabilità della sensibilità all'O<sub>3</sub> (Paoletti *et al.*, in stampa\_b).

#### 4. CONCLUSIONI

L'etilendiurea si è dimostrata il composto antiossidante di maggior efficacia nel proteggere la vegetazione dai danni da ozono. Nel caso degli alberi forestali, la concentrazione più efficace è risultata essere 450 ppm EDU, corrispondente a 13-26 mg m<sup>2</sup> foglia, applicata ogni tre settimane. L'applicazione può essere effettuata per iniezione nel tronco (a bassa pressione o per gravità), ma, comportando la realizzazione di numerosi fori sui fusti, può essere raccomandata solo per trattamenti di breve durata mirati alla protezione di individui sensibili all'ozono. Sono in corso esperimenti per mettere a punto un'applicazione non invasiva, tramite irrigazione al terreno, che permetta di determinare gli effetti a lungo termine dell'ozono sulla crescita forestale. L'uso di EDU ha comunque fornito importanti informazioni sui meccanismi di danno dell'ozono. Quando l'applicazione è tecnicamente fattibile, l'EDU può essere inoltre raccomandata come metodo di diagnosi degli effetti dell'ozono sulla vegetazione in campo.



Figura 1. Applicazioni di etilendiurea a Frassini adulti tramite infiltrazione nel tronco (a sinistra) e irrigazione al terreno (in alto a destra, irrigazione diretta in fori distribuiti attorno alla base della pianta; in basso a destra, irrigazione effettuata tramite un contenitore con ugelli multipli).  
Figure 1. EDU application to adult ash trees: left, gravitational infusion into a stem; right top, drench into soil holes distributed around a trunk base; right down, drench by an irrigation tube equipped with several drip emitters.  
Figure 1. Les applications d'éthylènediurea au adultes Frènes travers les infiltrations dans le tronco (a gauche) et l'irrigation du terrain (en haut a droite, irrigation directe dans les trous distribues autour la plante, en bas a droite, irrigation effectué al aide d'un récipient avec des injecteurs multiples).



Figura 2. Danni da ozono su *Hibiscus syriacus* cv. Minerva, riprodotti su semenzali in condizioni controllate (a sinistra) e osservati in campo (a destra).

Figure 2. Ozone visible injury in *Hibiscus syriacus* cv. Minerva, as recorded in seedlings after O<sub>3</sub> exposure in open-top chambers (left) and in adult plants in the field (right).

Figure 2. Dégâts causés par l'ozone au *Hibiscus syriacus* cv. Minerva, reproduit aux jeunes plantes dans les conditions contrôlées (a gauche) et observés en champ (a droite).

#### SUMMARY

##### ANTIOXIDANT APPLICATION PROTECTS ADULT TREES AGAINST OZONE INJURY

Ozone is the air pollutant of most concern for forests. In the Northern Hemisphere, ozone levels have increased 2-4.5 times compared to the pre-industrial age. In spite of a reduction in precursors emission, background levels are still increasing. Although many questions are still open, we now know a great deal about how ozone affects forest at the cell/leaf level. Knowledge about plant/ecosystem level is still imperfect. One of the most important open questions is the impact of ozone on forest growth. The main reason of this knowledge gap is that reductionist experiments, i.e. short-term controlled conditions on young plants, do not allow to extrapolate results to adult trees in the forest. Two new techniques allow to study ozone effects on adult trees in field conditions: open-air fumigation, and antioxidant application. The aim of this work is to analyse the latter technique, to list the possible antioxidants, and to focus on the most successful compound (ethylenediurea or EDU), and on EDU application to forest trees. The results suggest that antioxidant application can be used to understand ozone action and effects, and EDU can be used to diagnose ambient ozone effects on field vegetation and even to protect ozone-sensitive trees.

#### RÉSUMÉ

##### L'APPLICATION D'ANTIOXYDANTS POUR PROTEGER DES PLANTES SENSIBLES CONTRE LES DEGATS CAUSES PAR L'OZONE

L'ozone représente le polluant atmosphérique le plus inquiétant pour les forêts. Dans l'hémisphère septentrionale, ses niveaux de base sont augmentés de 2 au 4,5 fois depuis l'ère préindustrielle, bien que l'émission des précurseurs est diminuée, ils continue augmenter. Bien que beaucoup des questions restent encore sans réponses, aujourd'hui on a une illustration détaillée comment l'ozone influence les forêts au niveau cellulaire et de la feuille, qu que les informations au niveau de la plante et de l'écosystème forestière sont encore incomplètes. Un des plus intéressants interrogations qui sont encore ouverts est si



l'ozone influence à la croissance des arbres forestières. Le motif principal de cette lacune est déterminé par les expériences contrôlées dans les jeunes plantes et par des périodes relativement brefs, en conséquence ca ne permet pas d'obtenir des résultats sur les plantes adultes dans le champ. Aujourd'hui on a mis à la disposition deux techniques pour étudier les effets d'ozone sur les arbres dans la forêt: l'exposition au l'ozone en pleine air et l'application des antioxydants. Ce travail analyse la deuxième technique, exposant la liste des antioxydants de possible utilisation en se concentrant sur le composé de majeur succès jusqu'au aujourd'hui, l'éthylènediurea (EDU), et sur ses applications aux arbres forestiers. Les résultats suggèrent que l'application des antioxydants peut être utilisé pour obtenir les résultats scientifiques (détermination des mécanismes d'action et des effets de l'ozone), diagnostiques (détermination d'implication de l'ozone sur l'expression des symptômes visible sur la végétation naturelle), et dans le cas d'EDU aussi pratiques (protection des individus sensibles contre dégâts de l'ozone).

#### BIBLIOGRAFIA

- Adedipe N.O., Ormrod D.P., 1972 - *Hormonal Regulation of ozone phytotoxicity in Raphanus sativus*. Zeitschrift für Pflanzenphysiologie, 68: 254-258.
- Ainsworth N., Ashmore M.R., 1992 - *Assessment of ozone effects on beech (Fagus sylvatica) by injection of a protectant chemical*. Forest Ecology and Management, 51: 129-136.
- Ainsworth N., Fumagalli I., Giorcelli A., Mignanego L., Schenone G., Vieto L., 1996 - *Assessment of EDU stem injections as a technique to investigate the response of trees to ambient ozone in field conditions*. Agriculture Ecosystems and Environment, 59: 33-42.
- Archambault D., Slaski D.J., Li J.J., 2000 - *Ozone protection in plants. The potential use of chemical protectants to measure oxidant damage in Alberta crops*. Report prepared for the Air Research Users Group. Alberta Environment, Edmonton, Alberta: 43 pp.
- Astorino G., Margani I., Tripodo P., Manes F., 1995 - *The response of Phaseolus vulgaris L. cv. Lit. to different dosages of the anti-ozonant ethylenediurea (EDU) in relation to chronic treatment with ozone*. Plant Science, 111: 237-248.
- Batini P., Ederli L., Pasqualini S., Antonielli M., Valenti V., 1995 - *Effects of ethylenediurea and ozone in detoxificant ascorbic-ascorbate peroxidase system in tobacco*. Plant Physiology and Biochemistry, 33: 717-723.
- Blum O., Didyk N., 2006 - *Ambient ozone phytodetection with sensitive clover (Trifolium subterraneum L. Cv. Geraldton) in Ukraine*. In: Arapis G. et al. editors. Ecological Risk Assessment and Multiple Stressors. Ecotoxicology. Springer, Netherlands: 279-289.
- Bors W., Langebartels C., Michel C., Sandermann Jr. H., 1989 - *Polyamines as radical scavengers and protectants against ozone damage*. Phytochemistry, 28: 1585-1595.
- Bortier K., Dekelver G., De Temmerman L., Ceulemans R., 2001. *Stem injection of Populus nigra with EDU to study ozone effects under field conditions*. Environmental Pollution, 111: 199-208.
- Carnhan J.E., Jenner E.L., Wat E.K.W., 1978 - *Prevention of ozone injury to plants by a new protectant chemical*. Phytopathology, 68: 1225-1229.
- Cathey H.M., Heggstad H.E., 1982 - *Ozone sensitivity of woody plants: modification by ethylenediurea*. Journal of the American Society for Horticultural Science, 107: 1042-1045.
- EEA, 2007 - *Air pollution in Europe 1990-2004*. European Environment Agency, Report No 2/2007: pp. 79.
- Elsik C.G., Flagler R.B., 1994 - *Effects of EDU and ozoban on the response of shortleaf pine to ozone*. Bulletin of the Ecological Society of America, 75 (2): 7-11.
- Fletcher R., Adedipe N., Ormrod D., 1972 - *Abscisic acid protects beans leaves from ozone-induced phytotoxicity*. Canadian Journal of Botany, 50: 2389-2391.
- Freebairn H., 1960 - *The prevention of air pollution damage to plants by the use of vitamin C sprays*. Journal of the Air Pollution Control Association, 10: 314-317.
- Freebairn H., Taylor O., 1960 - *Prevention of plant damage from air-borne oxidizing agents*. Proceedings of the American Society of Horticultural Science, 76: 693-699.
- Gatta L., Mancino L., Federico R., 1997 - *Translocation and persistence of EDU (ethylenediurea) in plants: the relationship with its role in ozone damage*. Environmental Pollution, 96: 445-448.
- Godzik B., Manning W.J., 1998 - *Relative effectiveness of ethylenediurea and consituen amounts of urea and phenylurea in prevention of ozone injury to tobacco*. Environmental Pollution, 103: 1-6.
- Kostka-Rick R., Manning W.J., 1992 - *Effects and interactions of ozone and the anti-ozonant EDU at different stages of radish (Raphanus sativus L.) development*. Journal of Experimental Botany, 43: 1621-1631.
- Lee E.H., Bennett J.H., Heggstad H.E., 1981 - *Retardation of senescence in red clover leaf discs by a new antiozonant N-(2- (2 - oxy-l-imidazolidinyl)-ethyl)-N'- phenylurea*. Plant Physiology, 67: 347-350.
- Lee E.H., Upadhyaya A., Agrawal M., Rowland R.A., 1997 - *Mechanisms of ethylenediurea (EDU) induced ozone protection: reexamination of free radical scavenger systems in snap bean exposed to O<sub>3</sub>*. Environmental and Experimental Botany, 38: 199-209.
- Macher F., Wasescha M., 1995 - *Damage by ozone and protection by ascorbic acid in barley leaves*. Journal of Plant Physiology, 147: 469-473.
- Manning W.J., 2000 - *Use of protective chemicals to assess the effects of ambient ozone on plants*. In: Agrawal S.B., Agrawal M. editors, Environmental Pollution and Plant Responses. Lewis Publishers, Boca Raton. 247-258.
- Manning W.J., 2005 - *Establishing a cause and effect relationship for ambient ozone exposure and tree growth in the forest: Progress and an experimental approach*. Environmental Pollution, 137: 443-454.
- Manning W.J., Flagler R.B., Frenkel M.A., 2003 - *Assessing plant response to ambient ozone: growth of ozone-sensitive loblolly pine seedlings treated with ethylenediurea or sodium erythorbate*. Environmental Pollution, 126: 73-81.
- McClenahan J.R., 1979 - *Effects of ethylene diurea and ozone on the growth of tree seedlings*. Plant Disease Reporter, 63: 320-323.

- Miller J.E., Pursley W.A., Heagle A.S., 1984 - *Effects of ethylenediurea on snap bean at a range of ozone concentrations*. Journal of Environmental Quality, 23: 1082-1089.
- Ormrod D.P., Beckerson D.W., 1986 - *Polyamines as anti-ozonants for tomato*. Horticultural Science, 21: 1070-1071.
- Paoletti E., 2007 - *Ozone impacts on forests*. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 2 (No. 68): 13 pp.
- Paoletti E., Bytnerowicz A., Andersen C., Augustaitis A., Ferretti M., Günthardt-Goerg M.S., Innes J., Johnson D., Karnosky D., Luangjame J., Matyssek R., McNulty S., Müller-Starck G., Musselmann R., Percy K., 2007a - *Impacts of air pollution and climate change on forest ecosystems - emerging research needs*. The Scientific World Journal, 7(S1): 1-8.
- Paoletti E., Contran N., Manning W.J., 2007b - *Ethylenediurea (EDU) affects the growth of ozone-sensitive and tolerant Ash (Fraxinus excelsior) trees under ambient O<sub>3</sub> conditions*. The Scientific World Journal, 7(S1): 128-133.
- Paoletti E., Contran N., Manning W.J., Castagna A., Ranieri A., Tagliaferro F., 2008 - *Protection of ash (Fraxinus excelsior) trees from ozone injury by ethylenediurea (EDU): roles of biochemical changes and decreased stomatal conductance in enhancement of growth*. Environmental Pollution, 155: 464-472.
- Paoletti E., Contran N., Manning W.J., Ferrara A.M., in stampa\_a - *Use of the antiozonant EDU to protect vegetation under Mediterranean conditions: case studies from Italy*. Environmental Pollution.
- Paoletti E., Ferrara A.M., Calatayud V., Cerveró J., Giannetti F., Sanz M.J., Manning W.J., in stampa\_b - *Deciduous shrubs for ozone bioindication: Hibiscus syriacus as an example*. Environmental Pollution.
- Paoletti E., Manning W.J., Spaziani F., Tagliaferro F., 2007c - *Gravitational infusion of ethylenediurea (EDU) into trunks protected adult European ash trees (Fraxinus excelsior L.) from foliar ozone injury*. Environmental Pollution, 145: 869-873.
- Ranieri A. Soldatini G.F., 1995 - *Detoxification system in bean plants grown in polluted air: effects of the antioxidant EDU*. Agricoltura Mediterranea, 125: 375-386.
- Roberts B.R., 1987 - *Photosynthetic response of yellow-poplar seedlings to the antioxidant chemical ethylenediurea*. Journal of Arboriculture, 13: 154-158.
- Roberts B.R., Jensen K.F., Cathey M., 1985 - *Modification of ozone sensitivity in tree seedlings by ethylenediurea: soil application vs stem application*. Journal of the American Horticultural Society, 110: 178-180.
- Roberts B.R., Wilson L.R., Cascino J.J., Smith G.P., 1987 - *Autoradiographic studies of ethylene diurea distribution in woody plants*. Environmental Pollution, 45: 81-86.
- Runeckles V.C., Resh H.M., 1975 - *Effects of cytokinins on responses of bean leaves to chronic ozone treatment*. Atmospheric Environment, 9: 749-753.
- Siegel S.M., 1962 - *Protection of plants against airborne oxidants: Cucumber seedlings at extreme ozone levels*. Plant Physiology, 37: 261-266.
- Tomlinson H., Rich S., 1973 - *Anti-senescent compounds reduce injury and steroid changes in ozonated leaves and their chloroplasts*. Phytopathology, 63: 903-906.
- Vingarzan R., 2004. *A review of surface O<sub>3</sub> background levels and trends*. Atmospheric Environment, 38: 3431-3442.
- Weidensaul T.C., 1980 - *N-(2-(2-oxo-1-imidazolidinyl)-ethyl)-N'-phenylurea as a protectant against ozone injury to laboratory fumigated pinto bean plants*. Phytopathology, 70: 42-45.
- Wenzel A.A., Schlautmann H., Jones C.A., Küppers K., Mehlhorn H., 1995 - *Aminoethoxyvinylglycine, cobalt and ascorbic acid all reduce ozone toxicity in mung beans by inhibition of ethylene biosynthesis*. Physiologia Plantarum, 93: 286-290.
- Yoshida M., Nouchi I., Toyama S., 1994 - *Studies on the role of active oxygen in ozone injury to plant cells. II. Effect of antioxidants on rice protoplasts exposed to ozone*. Plant Science, 95: 207-212.
- Zheng Y., Lyons T., Ollerenshaw J.H., Barnes J.D., 2000 - *Ascorbate in the leaf apoplast is a factor mediating ozone resistance in Plantago major*. Plant Physiology and Biochemistry, 38: 403-411.

## ALCUNI ASPETTI FITOSANITARI NELLA “FORESTA” DELLA CITTÀ DI ROMA

(\*) Centro di Ricerca per la Patologia Vegetale, Roma

All'interno della città di Roma, tre Ville storiche (Villa Ada, Villa Pamphili e Villa Borghese) costituiscono un pregevole patrimonio, che si estende per una superficie complessiva di circa 434 ettari.

Il Comune di Roma ha promosso uno studio per individuare l'eziologia delle alterazioni e delle morie che venivano frequentemente osservate a carico di soggetti di *Pinus pinea*, con lo scopo di indirizzare le delicate scelte gestionali.

Inizialmente è stata condotta un'indagine per valutare se avversità di natura abiotica fossero implicate nei fenomeni di deperimento. In seguito sono stati effettuati sopralluoghi in stagioni differenti e sono stati raccolti campioni di terreno, di legno da radici e fusto di piante sintomatiche, e basidiomi. Gli isolati, ottenuti in coltura pura, sono stati identificati sulla base delle caratteristiche morfologiche.

Lo studio ha permesso di individuare alcuni agenti di carie e/o di marciume radicale noti per la loro capacità di alterare la stabilità delle piante attaccate: *Heterobasidion annosum*, *Phaeolus schweinitzii*, *Armillaria mellea*, *Ganoderma* spp.

I risultati sinora ottenuti hanno evidenziato che i fenomeni di deperimento e di moria riscontrati sono indotti da più fattori, di natura biotica e abiotica, e sono probabilmente questi ultimi, e in particolare gli squilibri idrici, che aprono la strada ai funghi individuati. L'azione di questi patogeni incide notevolmente sulla sicurezza, per l'incolumità dei fruitori, e porta ad un'alterazione della qualità ambientale delle Ville, a seguito della perdita di particolari *microhabitat* e dell'espansione di specie esotiche e infestanti quali robinia ed ailanto. Infine, con il modificarsi dell'originario assetto forestale, si assiste ad una alterazione significativa del paesaggio storico.

*Parole chiave:* paesaggio storico, patogeni fungini, verde urbano, gestione.

*Key words:* historical landscape, fungal pathogens, urban forestry, management.

*Mots clés:* paysage historique, pathogènes, forêt urbaine, aménagement.

### 1. INTRODUZIONE

Le aree a verde, all'interno della città di Roma, occupano all'incirca l'8 % della superficie urbana, di cui il 20 % (645 ha) è rappresentato dalle Ville Storiche (Mirabile, 2004). In questo contesto il pino domestico assume un ruolo molto importante poiché è stato diffusamente utilizzato nell'arredo urbano ed in particolare come principale essenza all'interno delle Ville nobiliari. Per questo, l'immagine della città di Roma è fortemente caratterizzata da questa specie che è venuta ad assumere un'importanza oltre che paesaggistica, anche storico-culturale. Si può parlare, quindi, di paesaggio storico che non solo riveste una funzione ecologico-ambientale e sociale-ricreativa, ma contraddistingue l'identità di Roma, dove il pino domestico ha acquisito un'importanza culturale pari a quella degli edifici storici delle Ville.

Attualmente la conservazione di queste aree risulta particolarmente complessa, sia per l'elevata età degli esemplari arborei, sia per i diversi fattori di stress biotici e abiotici, sia per l'elevata pressione antropica.

Questi fenomeni possono favorire l'insorgenza di deperimenti e di morie, ma la conoscenza delle problematiche che concorrono alla comparsa delle alterazioni e lo studio delle malattie assumono un ruolo fondamentale per la tutela di tale patrimonio e costituiscono un prezioso contributo nella scelta dei più appropriati interventi di manutenzione e gestione.

Lo studio ha interessato principalmente impianti di pino domestico siti all'interno di tre Ville Storiche: Villa Ada, Villa Pamphili e Villa Borghese ed ha avuto lo scopo di valutare la presenza ed il ruolo svolto dai funghi agenti di

carie e di marciume radicale nei fenomeni di deperimento, di moria e nell'evoluzione del paesaggio storico.

### 2. MATERIALI E METODI

#### 2.1 Siti di studio

In ciascuna delle Ville Storiche di Roma sono stati definiti i siti oggetto di studio, sia in collaborazione con i relativi referenti del Servizio Giardini, sia per mezzo di osservazioni su immagini satellitari *QuickBird* del 2005. Queste aree sono rappresentate, per la maggior parte, da impianti di pino che mostrano fenomeni di deperimento o presentano soggetti particolarmente alterati.

##### 2.1.1 Villa Doria Pamphili

La Villa ha una superficie di 207 ha di cui 49 ha circa sono occupati da impianti di pino domestico. Lo studio ha interessato due pinete di 100 anni di età, distanti tra loro 1,5 km.

La prima (A) ha una superficie di 1,5 ha ed è ubicata all'interno di un'area precedentemente adibita a vivaio. Le piante mostrano notevoli dimensioni, ma apparati radicali superficiali e poco espansi.

La seconda (B), di 5 ha di superficie, è caratterizzata dalla presenza di nuclei di pini abbattuti a seguito di morie. In queste aree sono stati reimpiantati numerosi esemplari di pino domestico come risarcimento per le fallanze.

##### 2.1.2 Villa Ada

Ha una superficie di circa 163 ha, 56,5 dei quali occupati da impianti di pino domestico. Lo studio ha interessato tre pinete di età compresa tra i 50 ed i 100 anni.

La prima (C), di 1,9 ha di superficie, ha un'età di 90-100 anni, ed è ubicata sulla cima di un rilievo ad una quota di 56 m s.l.m.. Gli esemplari presentano notevoli dimensioni e si osservano schianti lungo la pendice.

La seconda (D) ha una superficie di 15,5 ha ed un'età pari a 90 - 100 anni. È sita in un'area interessata da fenomeni di eccesso idrico. L'impianto appare rado e sono visibili numerose piante a terra ed esemplari secchi, ma ancora in piedi.

La terza (E), di 1,3 ha, è la più recente, avendo un'età che si aggira attorno ai 50 - 60 anni, ed è ubicata in una zona a nord della Villa, denominata Monte Antenne. L'impianto, probabilmente, è stato eseguito con postime di scarsa qualità su terreno di riporto. Gli esemplari sono di grandi dimensioni, ma presentano apparati radicali poco espansi e piuttosto danneggiati. Nel suolo si riscontrano fenomeni di eccesso idrico.

Lo studio ha interessato, oltre ai pini, un impianto di sughere che presentava gravi fenomeni di deperimento con eccessi idrici nel terreno.

### 2.1.3 Villa Borghese

Ha una superficie di circa 108 ha, 27,6 ha dei quali occupati da impianti di pino domestico. Tra le tre è quella che presenta un flusso antropico maggiore data la sua particolare ubicazione nel centro storico di Roma.

Lo studio è stato focalizzato principalmente su una pineta (F) di 4,4 ha costituita da esemplari più vecchi e maestosi di circa 100 - 120 anni e nuovi impianti di 40 anni di età, a sostituzione di quelli morti. In tutta l'area sono presenti zone sottoposte a periodici fenomeni di eccesso idrico.

All'interno della Villa, inoltre, sono stati esaminati singoli esemplari di pino domestico e di cedro abbattuti perché morti in piedi.

Infine, alcuni sopralluoghi hanno interessato soggetti di pino domestico all'interno della limitrofa Villa Medici.

### 2.2 Monitoraggio, isolamento, identificazione

Tutte le aree monitorate e campionate sono state georiferite attraverso l'utilizzo dello strumento GPS (*Global Positioning System*) Garmin 60C.

Le indagini sono state rivolte in primo luogo all'individuazione delle possibili avversità abiotiche tramite un'accurata osservazione del contesto ambientale in cui le piante vegetano. È stata posta particolare attenzione a tutti quei fattori che possono indurre un generale stato di indebolimento negli esemplari arborei, come eccesso e/o carenza idrica, substrato pedologico inidoneo, spazio insufficiente per il normale sviluppo ed accrescimento, causa anche di carenza di luce. Inoltre sono state reperite notizie riguardanti la storia degli impianti di pino domestico, sia per quanto riguarda il tipo di postime utilizzato sia per eventuali lavori di scavo che possano aver danneggiato gli apparati radicali.

I rilievi sono stati concentrati principalmente nei periodi piovosi, più favorevoli alla formazione di basidiomi; numerosi sopralluoghi sono stati, inoltre, effettuati a seguito di segnalazione di schianti e cadute di singoli soggetti da parte dei responsabili della gestione del verde nelle Ville.

Per lo studio degli eventuali patogeni fungini sulle piante che mostravano segni di deperimento sono stati raccolti campioni di legno, in prossimità delle zone alterate, spesso al livello del colletto e delle radici. Sono inoltre stati preleva-

ti tutti i basidiomi e, laddove presente, micelio fungino tra legno e corteccia, per le successive indagini in laboratorio.

Per individuare la possibile presenza di *Heterobasidion annosum*, si è fatto ricorso alla raccolta dell'inoculo aereo tramite il metodo delle rotelle trappola (James e Cobbs, 1984; Edman e Gustafsson, 2003).

Dai campioni di legno prelevati e dal contesto dei basidiomi rinvenuti sono stati effettuati isolamenti su vari tipi di terreno di coltura quali agar patata-destrosio, agar malto e due terreni selettivi (Kuhlman e Hendrix, 1962; Chang, 1995). L'identificazione dei carpofori e dei miceli ottenuti è stata effettuata mediante l'osservazione delle caratteristiche microscopiche e macroscopiche.

Infine, le immagini satellitari *QuickBird* del 2005 sono state confrontate con le foto aeree del volo AIMA 1994 al fine di evidenziare se, nell'arco di 11 anni, fossero visibili importanti evoluzioni del paesaggio.

### 3. RISULTATI E DISCUSSIONE

Le indagini hanno rivelato che, tra i fattori di natura abiotica, il principale disturbo è di tipo antropico, legato sia alla realizzazione di scavi e di potature che provocano ferite, facile via d'entrata per patogeni fungini, sia al calpestio ed al conseguente costipamento del suolo. Le grosse radici affioranti vengono logorate e disseccano; le altre possono subire delle lesioni, con il distacco della corteccia e l'apertura di una via d'accesso per i parassiti. Inoltre, il suolo si comprime e diviene asfittico, l'acqua non viene più assorbita né trattenuta, ma scorre superficialmente, favorendo l'erosione. Un altro gravissimo fenomeno è la conseguente perdita di funzionalità degli apici radicali e la scomparsa dei funghi micorrizici: vengono così a mancare quegli scambi nutrizionali tra ospite e simbiote che consentono alla pianta la rapida sintesi di metaboliti necessari per la crescita e la formazione di calli cicatriziali (Rath, 1983). A quanto già esposto, si deve aggiungere l'elevata età dei pini e l'eccesso o la carenza idrica, che inducono nel tempo un progressivo indebolimento degli alberi ed un abbassamento delle difese, tale da permettere a patogeni fungini di approfittare della situazione.

Le osservazioni effettuate sulle piante già a terra all'inizio dello studio e su quelle successivamente abbattute hanno evidenziato, nella maggior parte dei casi, estesi processi di carie a carico dell'apparato radicale. Le analisi di laboratorio sui funghi isolati hanno consentito di identificare numerosi patogeni: *H. annosum*, *Armillaria mellea*, *Phaeolus schweinitzii*, e *Ganoderma* spp. (Tab. 1).

In particolare, *H. annosum*, fungo di marciume radicale, attacca attivamente i tessuti vivi della pianta causando intensa carie bianca e morte degli esemplari arborei. Le analisi condotte sui basidiomi prelevati a Villa Ada ed a Villa Pamphili e sull'inoculo aereo raccolto a Villa Borghese hanno rivelato che si tratta di isolati con caratteristiche genetiche riferibili alla popolazione di tipo nordamericano, introdotta durante la seconda Guerra Mondiale dall'esercito statunitense (Gonthier *et al.*, 2004, Scirè *et al.*, 2008; D'Amico *et al.*, 2007). Nella sola Villa Ada, invece, è stata evidenziata la contemporanea presenza dell'inoculo aereo di entrambe le popolazioni del patogeno, europea e nordamericana. Il mancato rinvenimento di basidiomi, riferibili alla popolazione europea, non ha permesso di localizzare il focolaio.



## RINGRAZIAMENTI

Il lavoro è stato svolto con il contributo economico del Comune di Roma - Assessorato alle Politiche Ambientali ed Agricole - Dipartimento X, che ha, inoltre, gentilmente fornito il materiale fotografico (immagini satellitari *QuickBird* del 2005 e le foto aeree del 1994).

*A. mellea*, patogeno fungino agente di carie bianca e di marciume radicale, causa una delle più diffuse malattie delle foreste, delle piantagioni e delle alberature ornamentali (Intini e Gabucci, 1987) ed è stato isolato esclusivamente da esemplari di pino e cedro in Villa Borghese.

*P. schweinitzii*, agente di carie cubica del *duramen* delle conifere (Barrett *et al.*, 1985), si diffonde facilmente attraverso basidiospore e clamidospore capaci di sopravvivere nel terreno per alcuni anni (Barrett, 1985; Dewey *et al.* 1984), in impianti percorsi da incendio o interessati da altri fattori di stress abiotici, quali siccità o al contrario lunga sommersione radicale, che portano all'indebolimento degli individui ed alla morte dei tessuti. Questo patogeno è stato rinvenuto sia all'interno di Villa Ada che di Villa Pamphili, dove ha causato lo schianto di diversi esemplari di pino domestico con chioma ancora verde e privi di segni visibili al colletto o sul fusto (Fig. 1).

Le specie del genere *Ganoderma*, causano attiva carie bianca del *duramen* e sono in grado di diffondersi nell'apparato radicale provocando danni ingenti (Intini, 1986; Nicolotti *et al.* 1992), causando improvvisi schianti per la perdita della resistenza meccanica. Tali patogeni sono stati rinvenuti su alcuni esemplari di pino e di sughera in Villa Ada.

Infine, il confronto tra le foto aeree e le immagini satellitari ha messo in luce il progressivo impoverimento del paesaggio. Come evidenziato dallo studio, il graduale assottigliamento della copertura è stato causato dalla morte di numerosi esemplari isolati o di interi nuclei (Figg. 2-4). Contemporaneamente, si assiste al degrado del paesaggio storico in quelle aree dove al posto dei pini si rinnovano facilmente specie esotiche ed infestanti quali robinia ed ailanto.

## 4. CONCLUSIONI

Lo studio ha evidenziato l'azione dei patogeni nel progressivo impoverimento a scala di paesaggio storico, con la modifica o la perdita di mosaici strutturali che nel tempo hanno acquisito un carattere identitario, derivante dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni (Convenzione europea del Paesaggio).

In un contesto urbano, a differenza di quello che può accadere in un ambiente più naturale, gli agenti di carie e di marciume radicale assumono un'importanza elevata poiché, oltre ad uccidere le piante, vanno ad inficiarne la stabilità. Particolare attenzione va posta a *Phaeolus schweinitzii* ed a *Ganoderma* spp., che hanno portato allo schianto improvviso, per il cedimento delle radici, di diverse piante con chioma ancora verde, anche in giorni di calma atmosferica, senza che segnali esterni lasciassero presagire l'avvenimento.

Per il controllo dei patogeni fungini sarebbe necessario un monitoraggio continuo sul territorio al fine di agire celermente individuando ed eliminando i soggetti malati, così da limitare la diffusione degli organismi dannosi. Un altro aspetto di rilevante importanza per il recupero del paesaggio è il risarcimento delle fallanze. Poiché dallo studio è emerso che la gestione dovrebbe essere volta al contenimento sia dei principali fattori abiotici, individuati quali principale causa di indebolimento e deperimento, sia dei patogeni che subentrano, gli interventi di ripristino andrebbero effettuati solo dopo aver rimosso i fattori di disturbo.



Figura 1. Un grande esemplare di pino domestico sradicato con chioma ancora verde per l'attacco di *Phaeolus schweinitzii*.

Figure 1. Stone pine uprooted with still green crown, infected by *Phaeolus schweinitzii*.

Figure 1. Pin pignon déraciné ancor vivant par l'action de *Phaeolus schweinitzii*.



Figura 2. Villa Pamphili: l'assetto del paesaggio storico viene sensibilmente modificato dalla scomparsa di alcuni esemplari arborei. A sinistra foto aerea (1994); a destra immagine satellitare *QuickBird* (2005).

Figure 2. Villa Pamphili: historical landscape is noticeably modified by death of some trees. On the left is showed an airphoto (1994); on the right a QuickBird imagery (2005).

Figure 2. Villa Pamphili: le paysage historique est sensiblement modifié par la mort de quelques arbres. À gauche, photo aérienne (1994); à droite, image satellitaire *QuickBird* (2005).

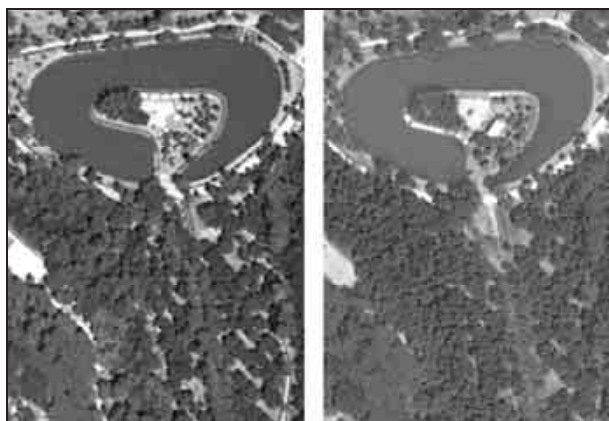


Figura 3. Villa Ada: il nucleo di sughere, evidente dalla foto aerea a sinistra (1994), non è più visibile nell'immagine satellitare QuickBird a destra (2005).

Figure 3. Villa Ada: cork oak plantation showed in the airphoto on the left (1994), is no more visible in QuickBird imagery on the right (2005); the loss of a piece of mosaic landscape follows.

Figure 3. Villa Ada: la plantation de chêne liège, visible dans la photo a gauche (1994), est disparue a droite (2005).



Figura 4. Villa Medici: lo skyline della villa è modificato notevolmente per la morte di numerosi esemplari di pino domestico. A sinistra foto aerea (1994); a destra immagine satellitare QuickBird (2005).

Figure 4. Villa Medici: due to the death of several pines, the villa's skyline changed. On the left an airphoto is showed (1994); on the right, a QuickBird imagery (2005).

Figure 4. Villa Medici: le skyline est sensiblement modifié par la mort de quelques pins. À gauche, photo aérienne (1994); à droite, image satellitaire QuickBird (2005).

VILLE	AREA DI STUDIO	PATOGENI INDIVIDUATI	COORDINATE (Gauss-Boaga fuso Est)
Villa Pamphili	A	<i>Phaeolus schweinitzii</i> <i>Heterobasidion annosum</i>	N 4640401 E 2306741
	B	<i>Phaeolus schweinitzii</i>	N 4640300 E 2308178
Villa Ada	C	<i>Heterobasidion annosum</i>	N 4644991 E 2312470
	D	<i>Phaeolus schweinitzii</i>	N 4645300 E 2312597
	E	<i>Phaeolus schweinitzii</i> <i>Ganoderma spp.</i>	N 4645807 E 2312732
Villa Borghese	F	<i>Armillaria mellea</i> <i>Heterobasidion annosum*</i>	N 4643095 E 2311736

Tabella 1. Patogeni fungini individuati nelle diverse aree di studio (\* inoculo aereo).

Table 1. Fungal pathogens found in the studied areas (\* airborne spores).

Tableau 1. Pathogènes trouvés dans le Villas de Rome (\* spores aériennes).

## SUMMARY

### SOME PHYTOPATHOLOGICAL ASPECTS IN THE "URBAN FOREST" IN ROME

In the city of Rome (Italy), three historical Villas (Villa Ada, Villa Pamphili and Villa Borghese), which include 434 hectares, are a valuable heritage. Due the frequent presence of altered and dead *Pinus pinea* trees, the Municipality of Rome promoted a study to define the aetiology and to steer the management choices.

Surveys were carried out in different seasons in order to investigate on abiotic and biotic possible causes: soil, wood from roots and stem of symptomatic plants, and basidiocarps were sampled. Isolates, obtained in pure culture, were identified on the base of morphological characters.

The study allowed to identify some pathogens such as *Heterobasidion annosum*, *Phaeolus schweinitzii*, *Armillaria mellea*, *Ganoderma spp.*, well-known for causing decay and/or root rot.

Results showed that some abiotic factors, mainly water stress, favour these pathogens, which reduce the steadiness of infected plants. Moreover, their activities alter the environmental quality in the Villas, as some particular microhabitats can be lost and some exotic and invasive species, such as locust and tree of heaven, can spread in the gaps. Eventually, all these factors induce a meaningful alteration of the historical landscape.

## RÉSUMÉ

### PROBLÈMES PATHOLOGIQUE DANS LA "FORÊT" DE ROME

À Rome (Italie), trois Villas historiques (Villa Ada, Villa Pamphili et Villa Borghese) représentent un héritage précieux qui s'étend sur 434 hectares en total. Puisque de fréquents dépérissements et mort de *Pinus pinea* avait été observés, la Municipalité de Rome lançait une étude pur déterminer les causes et pour orienter le très délicat aménagement. Au début, les possibles causes abiotiques

présentes dans les Villas ont été soigneusement analysées. En second lieu, l'étude se poursuit par observations sur les lieux et ramassage d'échantillons différents (sol, bois de racines et troncs des arbres dépérissants, carpophores). Les suivants pathogènes, agents de pourridiés affectant les racines, furent isolés en culture pure et identifiés par les caractères morphologiques: *Heterobasidion annosum*, *Phaeolus schweinitzii*, *Armillaria mellea* et *Ganoderma* spp.

Les facteurs abiotiques observés, en particulier les déséquilibres hydriques, favorisent les pathogènes qui finalement causent du danger par rapport à la stabilité des arbres. En plus, on assiste à la dégradation de l'environnement dans les Villas causé par la disparition de quelques *microhabitat* et du fait que des espèces exotiques et envahissantes, tels que robinier et ailante, occupent les espaces vides. Le paysage historique vient ainsi définitivement faussé.

#### BIBLIOGRAFIA

- Barrett D.K., 1985 - *Basidiospores of Phaeolus schweinitzii: a source of soil infestation*. European Journal of Forest Pathology, 15: 417-425.
- Barrett D.K., Greig B.J.W., 1985 - *The occurrence of Phaeolus schweinitzii in the soils of Sitka spruce plantations with broadleaved on non-woodland histories*. European Journal of Forest Pathology, 15: 412-417.
- Chang Tun-Tschu, 1995 - *A selective medium for Phellinus noxius*. European Journal of Forest Pathology, 25: 185-190. *Convenzione europea del Paesaggio*. 20 Ottobre 2000, Firenze.
- D'Amico L., Motta E., Annesi T., Scirè M., Luchi N, Hantula J., Korhonen K., Capretti P., 2007 - *The North American P group of Heterobasidion annosum s.l. is widely distributed in Pinus pinea forests of the western coast of central Italy*. Forest Pathology, 37: 303-320.
- Dewey F.M., Barrett D.K., Ian R.V., Lamb C.J., 1984 - *Immunofluorescence Microscopy for the Detection and Identification of Propagules of Phaeolus schweinitzii in Infested Soil*. Phytopathology, 74 (3): 291-296.
- Edman M., Gustafsson M., 2003 - *Wood-disk traps provide a robust method for studying spore dispersal of wood-decaying basidiomycetes*. Mycologia, 95: 553-556.
- Gonthier P., Warner R., Nicolotti G., Mazzaglia A., Garbelotto M., 2004 - *Pathogen introduction as a collateral effect of military activity*. Mycological Research, 108: 468-470.
- Intini M., Gabucci R., 1987 - *Caratteristiche culturali di alcune specie italiane di Armillaria*. Micologia Italiana, 3: 75-84.
- James R.L., Cobbs F.W.Jr., 1984 - *Spore deposition by Heterobasidion annosum in forests of California*. Plant Disease, 68: 246-248.
- Kuhlman E.G., Hendrix F.F.Jr., 1962 - *A selective medium for the isolation of Fomes annosus*. Phytopathological notes, 52: 1310-1312.
- Intini M., 1986 - *Ricorrenza di marciumi radicali e processi di carie causati da funghi del genere Ganoderma in alberature di medio ed alto fusto di differenti età*. Monti e Boschi, 3: 25-28.
- Mirabile M., 2004 - *Il verde urbano e la biodiversità nella città*. In: «Qualità dell'ambiente urbano» I Rapporto APAT, p. 473-499.
- Nicolotti G., Negri M., Anselmi N., 1992 - *Incidence and biology of Ganoderma species causing decline of shade trees in northern Italy*. Petria, 2: 159-170.
- Rath F., 1983 - *I generi Phellinus Quélet e Ganoderma Karsten in Lombardia: distribuzione e aspetti patogenetici*. Micologia Italiana, 3: 52-58.
- Scirè M., D'Amico L., Motta E., Annesi T., - *North American P type of Heterobasidion annosum shows pathogenicity towards Pinus halepensis in Italy*. Forest pathology, vol. 38 (5); p. 299-301. (Forest Pathology (online 5 maggio 2008 doi: 10.1111/j - 1439 - 0329.2008.00550.x)).

A. TAGLIAFERRI (\*) - R. BALESTRINI (\*\*) - R. COLOMBO (\*\*\*) - R.A. DÍAZ VARELA (\*\*\*\*)  
A. BUFFONI (\*\*\*) - I. BUZZETTI (\*) - L. VERDELLI (\*)

## ANALISI DEI SEGNALI DELLE VARIAZIONI CLIMATICHE IN CAMPO FORESTALE. DINAMICHE DELLA VEGETAZIONE ALPINA E DELL'AZOTO IN AMBIENTI D'ALTA QUOTA IN RISPOSTA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI RECENTI: INDAGINE RETROSPETTIVA E SVILUPPO DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO

(\*) Ente regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste, Regione Lombardia, Milano

(\*\*) Istituto di Ricerca sulle Acque, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Brughiero, Milano

(\*\*\*) Laboratorio di Telerilevamento delle Dinamiche Ambientali, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università degli Studi di Milano Bicocca, Milano

(\*\*\*\*) Departamento de Botánica, Laboratorio de Botánica & Bioxeografía, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

Il presente contributo illustra i risultati preliminari di due linee di ricerca che hanno indagato due distinti segnali del cambiamento climatico in Val Masino (SO) (Sito d'Importanza Comunitaria della Rete Natura 2000 IT2040019): le dinamiche della vegetazione d'alta quota e il ciclo dell'azoto nell'ecosistema. Si tratta di due importanti indicatori che, parametrati nelle loro componenti qualitative, possono fornire importanti informazioni sulle caratteristiche dell'ambiente alpino.

La prima linea ha effettuato l'analisi storica dell'evoluzione delle fasce di transizione alpina mediante fotografie aeree storiche recenti e immagini satellitari. Sono state selezionate le riprese aeree relative al volo del 1954 e a quello del 2004, caratterizzate da una scala media di 1:33.000. Le strisciate sono state scannerizzate e corrette geometricamente ed è quindi stata condotta l'attività di fotointerpretazione del limite superiore del bosco, della tundra alpina e degli ecotoni d'alta quota. Successivamente si è proceduto allo sviluppo di un sistema automatico per il riconoscimento degli alberi isolati e delle fasce di transizione continue e discontinue (*tree-line definition*). Il metodo sviluppato consente di effettuare agevolmente confronti multitemporali per una valutazione quantitativa dei cambiamenti della vegetazione d'alta quota e analizzarli alla luce della loro risposta a cambi climatici.

La seconda linea di ricerca si è focalizzata sullo studio dei processi biologici e idrologici che regolano il ciclo dell'azoto nell'ecosistema alpino della Val Masino. Dal 1994, si sono sviluppate attività di ricerca sulle interazioni tra inquinamento atmosferico, cambiamenti climatici e stato di salute delle foreste. Le variazioni temporali del nitrato nel torrente Masino e una parziale stima dei carichi in uscita indicano la presenza di una condizione intermedia di saturazione caratterizzata da un ridotto controllo delle componenti biologiche sulla disponibilità di azoto. L'analisi dei trend pluriennali rivela anche l'aumento significativo della concentrazione di nitrato nelle acque del Masino dal 1997 ad oggi. Inaspettatamente, le ricerche condotte sulla soluzione circolante del suolo nella porzione forestata del bacino indicano invece un completo consumo del nitrato nella zona radicale e subradicale del suolo. Questi risultati suggeriscono che, nel ciclo globale dell'N, diventano determinanti i processi biogeochimici che avvengono negli ecosistemi situati al di sopra della *tree-line* che peraltro costituiscono la porzione preponderante del bacino. È stata quindi condotta una campagna sperimentale volta alla caratterizzazione chimica delle acque di scorrimento superficiale ad una quota compresa tra i 1500 e i 2500 m e sono previste indagini sulla coltre nevosa e sul suolo in microhabitat selezionati in base a differenti caratteristiche vegetazionali e geomorfologiche per approfondire la conoscenza dei fattori ambientali che controllano l'export di azoto.

*Parole chiave:* cambiamento climatico, vegetazione d'alta quota, ciclo dell'azoto.

*Key words:* climate change, high altitude vegetation, nitrogen cycle.

*Mots clés:* changement climatique, végétation d'haute altitude, cycle de l'azote.

### 1. CONTESTO E MOTIVAZIONI

Gli ecosistemi d'alta quota sono ritenuti potenziali indicatori precoci di modificazioni climatiche (Beniston 1994; Grabherr et al 1995; Beniston et al 1996; Theurillat and Guisan 2001; Dirnbock et al 2003). Numerosi studi hanno riguardato negli ultimi cinquant'anni i ghiacciai alpini che costituiscono un ben noto indicatore climatico: posizione della fronte glaciale e massa complessiva risultano, pur con alcune limitazioni, correlati con l'andamento del clima ed in particolare con temperature e precipitazioni nevose.

Un altro indicatore climatico meno studiato e conosciuto,

è la copertura vegetale e, in particolare, i limiti della vegetazione arborea ed erbacea, anche se possono risultare influenzati dalla presenza umana. Le risposte degli ecosistemi alpini a modificazioni del regime termico e pluviometrico possono includere un aumento dell'accrescimento delle specie arboree o una migrazione verso aree più idonee alle loro esigenze (Gindl *et al.*, 2000, Motta and Nola 2001; Grabherr et al 1994; Meshinev *et al.*, 2000) oppure modificazioni nella composizione specifica delle comunità di alta quota (Keller et al 2000); meno frequente invece è l'adattamento genetico delle specie al nuovo clima (Huntely, 1991).



Il limite superiore degli alberi (timber-line) va considerato una linea naturale assai sensibile alle condizioni fisiografiche e può facilmente cambiare in presenza di slavine e scoscendimenti. È tra l'altro ancora oggetto di dibattito se la condizione naturale sia data da una linea continua, da una fascia discontinua di colonizzazione o, ancora, da gruppi di individui isolati in grado di insediarsi su piccole superfici più ospitali.

Nelle Alpi l'azione dell'uomo ha sicuramente modificato la posizione originale della vegetazione arborea d'alta quota con la sola eccezione forse delle aree non accessibili alla pratica del pascolo d'alta quota. È comunque documentato da analisi polliniche che il limite superiore della vegetazione ha subito importanti fluttuazioni nel passato. Queste tuttavia sono avvenute in passato con una velocità assai minore di quella che si prospetta per il futuro sulla base di nuovi scenari climatici (Tinner e Theurillat, 2002).

Per quanto riguarda il versante meridionale delle Alpi e il territorio alpino lombardo non si dispone che di dati localizzati e frammentari nonostante la fascia compresa tra le quote 1600-2800 m si estenda nella sola Lombardia su 32.000 km<sup>2</sup>, pari a circa il 10% della superficie regionale.

Tra i primi a riportare dati sperimentali relativi all'ambiente alpino vi sono Grabherr *et al.* (1994) che indicano una risalita in quota di diverse specie negli ultimi decenni tra cui *Carex curvala* (Grabherr *et al.*, 2001). Motta e Masarin (1998) hanno avanzato l'ipotesi che la colonizzazione da parte di *Pinus cembra* negli ultimi 60 anni di nuovi territori di alta quota del Piemonte occidentale possa essere spiegata con un incremento delle temperature dell'aria. Analogamente in Carinzia l'abete rosso avrebbe ampliato la propria presenza in quota a partire da circa 90 anni a questa parte con un intensificarsi del fenomeno negli ultimi 60 anni (Stutzer, 1999). Wagner e Reichegger (1997), infine, attribuiscono un'analogia risalita in quota di *Carex firma* su calcari e *Carex curvala* su substrati silicei a migliorate condizioni climatiche. In Svizzera questo tipo di osservazioni è stato sistematizzato con il progetto RAPAS (Repeated Aerial Photo Approach in Selected Areas) che prevede periodici rilievi fotografici aerei su aree di indagine selezionate.

Per il versante meridionale i dati sperimentali appaiono per il momento piuttosto frammentari: un'indagine su 6 aree campione è stata realizzata dall'ENEL nei primi anni '90 evidenziando chiari segnali di una risalita in quota del limite degli alberi (ragionevolmente una ricolonizzazione dopo interventi antropici) ma anche una posizione del limite superiore della vegetazione erbacea più elevata rispetto agli anni cinquanta (Buffoni e Stella, 1997).

L'esposizione prolungata degli ecosistemi acquatici e terrestri ad elevati carichi atmosferici di azoto (N) può portare ad una condizione di saturazione in cui l'N disponibile supera la capacità di consumo delle componenti biotiche (Aber *et al.* 1989 e 1998). I potenziali effetti includono l'acidificazione delle acque e del suolo, lo sbilancio nutrizionale nella vegetazione e la riduzione della biodiversità (Gundersen & Rasmussen 1990, Gilliam *et al.* 1996, Stoddard *et al.* 1999, Vitousek *et al.* 1997, Bobbink *et al.* 1998). Le comunità biologiche d'alta quota sono molto sensibili alle variazioni nella deposizione di N in quanto le estreme caratteristiche ambientali, tipiche di queste zone (ridotta stagione vegetativa, suoli sottili, forti pendenze,

neve e gelo), limitano molto l'uptake di N e quindi la capacità di ritenzione dell'intero ecosistema (Baron 1992, Fisk *et al.* 1998, Burns 2004).

Se in passato l'incremento nelle deposizioni atmosferiche di N era limitato alle regioni più industrializzate, attualmente si assiste ad una globalizzazione del fenomeno dovuto ad un rapido consumo di combustibili fossili e di fertilizzanti anche nei Paesi in via di sviluppo. A ciò si aggiungono gli effetti indiretti dovuti ai cambiamenti climatici che si manifestano nell'alterazione dei processi biogeochimici che controllano il ciclo dell'azoto. Molte regioni alpine sia in Europa che negli Stati Uniti ricevono carichi atmosferici di N molto più alti rispetto ai presunti livelli preindustriali (Preunkert *et al.*, 2003, Fenn *et al.*, 2003). Sintomi di uno stadio avanzato di saturazione da azoto sono stati riportati per ecosistemi alpini nella regione delle Rocky Mountains caratterizzati da flussi di deposizione umida relativamente bassi, intorno a 2-5 kg N ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup> (Burns, 2003). I flussi misurati nelle Alpi a quote elevate, generalmente superiori ai 2000 m s.l.m., si attestano tra 0,5 e 3 kg N ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup> (Hiltbrunner *et al.*, 2005), ma ad altitudini inferiori, i livelli in alcuni casi decuplicano, come ad esempio in Val Masino, a 1190 m, dove la deposizione umida di azoto inorganico supera gli 11 kg N ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup> (Balestrini *et al.*, 2006).

La variazione temporale della concentrazione del nitrato nelle acque superficiali di bacini incontaminati rappresenta uno dei più significativi indicatori ambientali della condizione di saturazione da N. Nelle acque in uscita da bacini N-limitati si attendono concentrazioni minime di nitrato con leggere variazioni tra il periodo vegetativo e dormiente. Molti ricercatori hanno associato l'alterazione della chimica delle acque con l'aumento delle deposizioni di N sia in Europa che negli Stati Uniti (Aber *et al.* 1989, Dise & Wright 1995). Nei corsi d'acqua di alta quota si osserva spesso un incremento di concentrazione di nitrato in coincidenza con il disgelo a cui segue una diminuzione dovuta alla diluizione e all'assimilazione biologica. Tale variazione veniva generalmente attribuita al rilascio di nitrato dalla neve e allo scarso contatto tra acque e suolo/vegetazione in questi ambienti alpini. Recentemente, invece, grazie anche all'uso della tecnica isotopica, si è potuto dimostrare che in alcuni casi il nitrato derivava dai processi biologici di ammonificazione e mineralizzazione attivi nei suoli alpini al di sotto dello strato di neve (Brooks *et al.*, 1996). Studi microbiologici (Lipson *et al.*, 1999; Nemergut *et al.*, 2005,) condotti in suoli di tundra alpine (Nivot Ridge - Colorado Rocky Mountains) hanno indicato come il periodo invernale sia in realtà caratterizzato da una grande attività microbica e dai più alti livelli di biomassa. Al contrario il periodo del disgelo è accompagnato da un crollo della biomassa microbica che produce un aumento del nitrato, probabilmente dovuto alla lisi delle cellule batteriche, che diventa così disponibile per la comunità vegetale.

Recentemente si è osservata una relazione tra la variazione temporale dei nitrati in torrenti alpini e i cambiamenti climatici. Infatti la riduzione dello spessore della coltre nevosa e della durata del periodo nevoso, in conseguenza al riscaldamento del pianeta, favoriscono gli eventi di gelo/disgelo del suolo (Hardy *et al.*, 2001). Tali eventi costituiscono un importante elemento di disturbo dell'ambiente

sotterraneo che può causare la mortalità delle radici sottili e delle comunità microbiche con conseguente rilascio di C e N dalle cellule morte e mobilizzazione di NO<sub>3</sub> dal suolo anche per l'aumento dell'umidità e diminuzione dell'uptake biologico. Questi effetti sono stati dimostrati a livello di microscala, mediante esperimenti di manipolazione (Tierney *et al.*, 2001, Fitzhugh *et al.*, 2001), mentre, su scala di bacino sono emerse delle relazioni significative tra la diminuzione dello spessore della coltre nevosa e l'aumento della concentrazione del NO<sub>3</sub> nei fiumi (Fitzhugh *et al.*, 2003).

Queste alterazioni climatiche accompagnate da cambiamenti nel ciclo dei nutrienti possono influenzare, sul lungo periodo, la composizione delle specie vegetali negli ambienti alpini di alta quota. Esperimenti di manipolazione della coltre nevosa hanno dimostrato che alcune piante diminuiscono la loro produzione di semi e sperimentano una maggiore mortalità all'aumentare dello strato nevoso (Bowman, 2000). Tali variazioni nelle comunità biologiche possono a loro volta modificare la dinamica dei nutrienti come nel caso della sostituzione di specie con altre in grado di fissare l'N atmosferico (ad es. *Trifolium sp.*) e/o con altre più efficienti nell'assimilare i composti azotati (*Deschampsia sp.*) (Bowman, 2000).

Per questi motivi diventa rilevante approfondire le ricerche relative alle sorgenti di nitrato nelle acque superficiali degli ambienti alpini tenendo conto sia degli aspetti fisici inerenti il trasporto dell'acqua attraverso un bacino, sia di quelli biochimici relativi alle trasformazioni dell'azoto attraverso le piante, le comunità batteriche e le forme inorganiche.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il Sito d'Importanza Comunitaria della Rete Natura 2000 IT2040019 (Direttiva habitat 92/43) comprende la parte terminale della Val Masino (fig. 1a e 1b) ed è costituito da tre ampi circhi glaciali, disposti a ventaglio S-W-N, di cui l'ultimo è il più elevato e risulta ancora attivo. Gradiente altitudinale elevato, dai 1100 metri dei Bagni di Masino ai 3367 m s.l.m. del Pizzo Cengalo. Il paesaggio generale è caratterizzato da grandi masse di rocce verticali di granito (il "ghiardone" della Val Masino), impostate su ampi terrazzi glaciali, in parte ricoperti da detriti ed, in parte, con rocce emergenti e montonate. L'anfiteatro della Val Porcellizzo ospita una vasta formazione a *Nardus stricta* e, sui versanti più acclivi, praterie a *Festuca varia*. Nei circhi di formazione glaciale si trova la vegetazione degli *Androsacetalia alpinae* con zolle aperte o chiuse di praterie alpine (*Caricion curvulae*). I torrenti, che formano cascate notevoli, sono invece contornati da alneti (*Adenostyletalia*). In Val Porcellizzo si trovano un paio di ripiani formati da antiche frane laterali, che hanno determinato la deposizione di materiali fini (limosi) colonizzati da formazioni alpine pioniere di *Caricion bicoloris-atrofuscae*. Queste piane alluvionali sono percorse a meandri dal torrente glaciale e ospitano lembi di torbiere con cariceti (*Caricion fuscae*) e piccole colonie di sfagni. Gli habitat forestali sono dominati dai boschi di latifoglie ed, in particolare, dal *Luzulo-Fagetum*, detto "dei Bagni di Masino, che si presenta più sviluppato, mentre i boschi restanti presentano varianti colturali molto disparate. Su-

teriormente si estende una fascia di boschi di conifere poco sviluppata in altitudine, a causa degli affioramenti rocciosi abrupti che riducono lo spazio per la vegetazione subalpina.

## 3. OBIETTIVI DEL PROGETTO

### Linea a)

Il principale obiettivo è la valutazione quantitativa della risposta dell'ambiente naturale ai cambiamenti climatici recenti a scala locale. In particolare, l'attenzione si è concentrata sulla vegetazione d'alta quota in alcune aree di elevato valore naturalistico del territorio alpino lombardo. In questo contesto gli obiettivi specifici sono:

- analisi storica dell'evoluzione delle fasce di transizione alpina (limite superiore della vegetazione arborea; transizione tra vegetazione erbacea e affioramenti rocciosi; ricolonizzazione di morene liberate dal ritiro dei ghiacciai) mediante l'impiego di fotografie aeree e immagini satellitari. Lo scopo è quantificare le variazioni temporali e comprendere la dinamica evolutiva della vegetazione in funzione del tempo, della quota (gradienti termici) e di fattori morfologici;
- sviluppo di un sistema automatico per il riconoscimento degli alberi isolati e delle fasce di transizione continue e discontinue (tree-line definition) tramite immagini satellitari ad alta risoluzione geometrica.

### Linea b)

L'obiettivo generale della ricerca si focalizza sullo studio dei processi biologici e idrologici che regolano il ciclo dell'azoto. La stazione LOM1 della rete CONECOFOR, localizzata a Bagni di Masino, rappresenta uno dei siti di monitoraggio più interessanti del panorama alpino italiano dove, dal 1994, si sono concentrate le attività di ricerca sulle interazioni tra inquinamento atmosferico, cambiamenti climatici e stato di salute delle foreste (Azienda Regionale delle Foreste 1996 e 1998; Balestrini e Tagliaferri, 2001; Balestrini *et al.*, 2006). I dati raccolti da oltre 10 anni sulla chimica delle deposizioni atmosferiche rivelano un surplus di N che supera di circa 3 volte il carico critico di N come nutriente. Le variazioni temporali del nitrato nel torrente Masino e una parziale stima dei carichi in uscita indicano la presenza di una condizione intermedia di saturazione caratterizzata da un ridotto controllo delle componenti biologiche sulla disponibilità di azoto. L'analisi dei trend pluriennali rivela anche l'aumento significativo della concentrazione di nitrato nelle acque del Masino dal 1997 ad oggi. Inaspettatamente, le ricerche condotte sulla soluzione circolante del suolo nella porzione forestata del bacino indicano invece un completo consumo del nitrato nella zona radicale e subradicale del suolo. Questi risultati suggeriscono che, nel ciclo globale dell'N, diventano determinanti i processi biogeochimici che avvengono negli ecosistemi situati al di sopra della "timberline" che peraltro costituiscono la porzione preponderante del bacino della Val Masino.

Si è attivata una caratterizzazione chimica delle acque di scorrimento superficiale ad una quota compresa tra i 1500 e i 2500 m che ha coperto il periodo compreso tra il disgelo primaverile e l'autunno. È stata inoltre effettuata la misura della profondità e densità della coltre nevosa in punti rappresentativi del bacino e la raccolta di campioni di neve a

diversa profondità. Lo studio della soluzione circolante del suolo e l'analisi di campioni di suolo in microhabitat selezionati in base a differenti caratteristiche vegetazionali e geomorfologiche hanno contribuito ad approfondire la conoscenza dei fattori ambientali che controllano l'export di azoto.

#### 4. APPROCCIO METODOLOGICO E TEMPI DI REALIZZAZIONE

Il progetto si è sviluppato nelle seguenti fasi:

- Analisi della cartografia esistente e delle fotografie aeree per selezionare gli habitat vegetazionali e morfologici più rappresentativi dell'alto bacino della Val Masino.
- Attività di laboratorio per la preparazione del materiale di campionamento (resine a scambio ionico) e la verifica della strumentazione per le misure idrologiche.
- Dicembre 2006, Gennaio 2007: scelta dei siti di campionamento.
- Primavera, estate 2007: prelievo dei campioni acquosi e installazione dei misuratori di portata; posizionamento delle resine a scambio ionico per l'analisi della soluzione circolante del suolo; prelievo di campioni di suolo. Campionamenti mensili interrotti nel periodo invernale quando le condizioni climatiche non hanno consentito l'accesso alle zone di campionamento.

Analisi chimiche dei campioni acquosi per la determinazione dei composti azotati (N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>, azoto organico disciolto e totale), del carbonio organico disciolto e dei principali parametri idrochimici (pH, conducibilità, cationi basici, cloruri e solfati). L'analisi chimica del suolo per la determinazione di pH, carbonio e azoto totale, capacità di scambio cationico (CEC) e saturazione basica.

#### 5. ANALISI DEI DATI DELLE PRIME DUE CAMPAGNE DI CAMPIONAMENTO CHIMICO

Sulle concentrazioni delle specie chimiche misurate nei campioni prelevati a giugno e luglio 2007, escludendo quelli raccolti nella torbiera è stata condotta l'analisi delle Componenti Principali (PCA). L'analisi ha estratto tre gradienti di variazione principale che spiegano complessivamente il 73.6 % della variabilità totale.

Il primo componente estratto, che spiega il 35.6 % della variabilità, è fortemente correlato allo ione bicarbonato, al Ca e al Na e, di conseguenza, al pH. Ca e bicarbonato sono le specie ioniche maggiormente rappresentate in questa tipologia di campioni come ben evidenziato dalla elevata correlazione lineare tra questi ioni e la conducibilità (fig. 2).

Questo asse è quindi da mettere in relazione ai processi fisici e chimici di erosione e dilavamento delle rocce che costituiscono il bacino. Il secondo asse è in vece fortemente correlato al DOC e secondariamente al nitrato e all'azoto organico. La correlazione negativa tra DOC e nitrato è statisticamente molto significativa con  $p < 0.0001$  e  $r = -0.755$ . Questo gradiente di variazione potrebbe quindi essere maggiormente legato ai processi biologici che regolano la disponibilità e il consumo di azoto. Il terzo asse, che spiega il 12.8% della variabilità totale, è definito da SO<sub>4</sub> e NH<sub>4</sub> ed è difficilmente interpretabile.

Il primo e il secondo asse sono stati poi correlati con alcune tra le variabili ambientali misurate cioè longitudine e latitudine, quota, temperatura, granulometria del substrato,

tipologia di flusso, velocità di corrente, ampiezza e profondità dell'alveo.

Il primo asse mostra una correlazione moderatamente significativa con la longitudine e ciò si può spiegare con una maggiore presenza di ghiacciai e apparati morenici muovendosi da ovest verso est, cioè nella porzione centrale del circo glaciale, in prossimità del Pizzo Badile e Cengalo. I fenomeni di "weathering" sono più intensi nei bacini occupati da ghiacciai dove l'azione erosiva produce una maggiore quantità di sedimenti con granulometria molto variabile, con una significativa frazione occupata da quelli più fini. Aumenta quindi la superficie minerale attiva come pure il tempo di contatto con l'acqua di scioglimento (Anderson, 2005).

Il secondo asse presenta una correlazione molto significativa con la quota e con la granulometria del substrato. Spostandosi dalle quote più alte a quelle più basse la percentuale di copertura di suolo aumenta e si assiste ad un arricchirsi di habitat e di vegetazione. A questi cambiamenti nel pedopaesaggio corrisponde l'intensificarsi dei processi biologici che possono portare ad un consumo maggiore di nitrato e ad un arricchimento di sostanza organica nelle acque superficiali. Inoltre i substrati caratterizzati dalla presenza di sabbie e limo sono generalmente associati ad una maggiore contenuto di carbonio organico e conseguentemente ad una più intensa attività batterica.

#### 6. INTERPRETAZIONI E ANALISI SULLA TREE LINE

La prima fase dello studio è consistita nell'analisi della terminologia impiegata per formalizzare il concetto di limite superiore degli alberi e individuare quello che meglio si adattasse ad essere implementato in modo automatico. Il limite superiore degli alberi va considerato una linea naturale sensibile alle condizioni fisiografiche e a quelle climatiche. È tra l'altro oggetto di dibattito se la condizione naturale sia data da una linea continua, da una fascia discontinua di colonizzazione o, ancora, da gruppi di individui isolati in grado di insediarsi su piccole superfici più ospitali.

L'algoritmo proposto per l'identificazione della treeline classifica i pixel di "avamposto della vegetazione" e analizza le loro variazioni nel tempo. In funzione della mappa di tipologia di ecotoni di input possono essere pertanto riconosciuti avamposti di *krummholzs*, o di alberi isolati, o di foresta sommitale, che sono quindi considerati come avamposti di treeline. I pixel identificati come avamposti di treeline sono formalizzati sulla base del concetto della massima altezza raggiunta in un definito ambito morfologico, in accordo alle definizioni di Korner (2001), Brockmann-Jerosch (1919), Däniker (1923) e Hermes (1955).

Sulla base delle indicazioni offerte dalla letteratura scientifica inerente il limite superiore (altitudinale) del bosco e, più in generale, della vegetazione, è stata sviluppata una legenda preliminare relativa ai tematismi di interesse.

- I criteri guida a cui si è fatto riferimento sono i seguenti:
- individuare esclusivamente tematismi coerenti con l'obiettivo dell'indagine;
  - adattare la legenda i vincoli e limiti posti dal materiale fotografico disponibile;
  - definire ogni tematismo con precisione in modo che lo stesso approccio possa essere utilizzato in futuro.



Si è cercato quindi di sviluppare una legenda semplice, basata su tematismi dai caratteri ben identificati, escludendo valutazioni soggettive (come ad esempio “area con condizioni favorevoli”) e, infine, non sia richiesta la misura di superficie. Quest’ultima operazione infatti risulterebbe poco praticabile su riprese aeree a piccola scala con forti variazioni di scala come quelle utilizzate.

I risultati preliminari hanno portato a classificare una panoramica delle definizioni delle zone di transizione della vegetazione d’alta quota impiegate in letteratura e presentano una nuova formalizzazione del limite superiore degli alberi che ben si presta ad analisi multitemporali rivolte a quantificare le variazioni altitudinali della treeline alpina.

Questa nuova procedura sarà applicata all’area test in Val Masino impiegando mappe di ecotoni ottenute tramite fotografie aeree del 1954 e del 2004.



Figura 1a. Val Masino (SO): piana di Predarossa.  
 Figure 1a. Val Masino (SO): Predarossa plain.  
 Figure 1a. Val Masino (SO): Predarossa plaine.



Figura 1b. Val Masino (SO): Laghi di Primalpia.  
 Figure 1b. Val Masino (SO) Primalpia Lacs.  
 Figure 1b. Val Masino (SO) Primalpia Lakes.

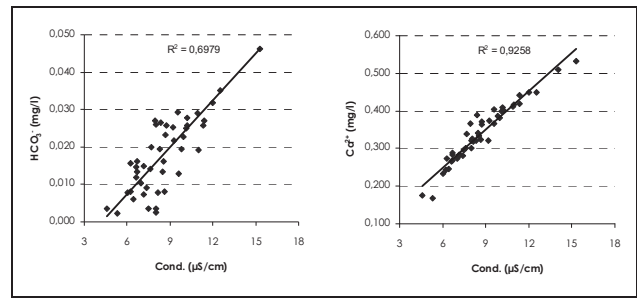


Figura 2. Correlazioni tra calcio e bicarbonato con la conducibilità nei campioni della Val Porcellizzo.

Figure 2. Correlations between calcium and bicarbonate with the conductivity in the samples of the Val Porcellizzo.

Figure 2. Corrélations entre calcium et bicarbonate avec la conductibilité dans les prélèvements du Val Porcellizzo.

## SUMMARY

The present contribution illustrates the preliminary result of two lines of research that have inquired two distinguished aspects of the climatic change in Val Masino (SO) (Site of Communitarian Importance of the Nature 2000 Net IT2040019): dynamics of the high height vegetation and the nitrogen cycle in the ecosystem. It deals with two important indicators which, detected in their qualitative-quantitative components, they can supply important information on the characteristics of the alpine atmosphere.

The first line of research has been focused on the study of the biological and hydrological processes that regulate the nitrogen cycle in the alpine ecosystem of the Val Masino. From 1994, activities of research on the interactions between atmospheric pollution, climatic changes and the health of the forests have been developed. The temporal variations of nitrate in the Masino torrent and a partial esteem of the outbound loads indicate the presence of an intermediate condition of saturation characterized by a reduced control of the biological components on the nitrogen availability.

The analysis of the multi-year trends today reveals also the meaningful increase of the nitrate concentration in waters of the Masino from 1997. Unexpectedly, the researches lead on the soil solution of the ground in the forested portion of the river basin indicate instead a complete consumption of nitrate in the radical and subradical zone of the ground. These results suggest that, in the total cycle of N, become decisive the biogeochemical processes that take place in the ecosystems situated over of the tree-line which moreover constitutes the preponderant portion of the river basin. An experimental campaign has been therefore lead and its aim was that of the chemical characterization of superficial sliding waters to a height comprised between 1500 and 2500 meters and some surveys on the snowy blanket and on the ground in microhabitats- selected on the basis of different vegetation and geomorphological characteristics- are scheduled, in order to deepen the knowledge of the environmental factors which control the export of nitrogen.

The second line has carried out the historical analysis of



the evolution of the bands of alpine transition by means of historical and recent air photographs and satellite images. The aerial shooting of two flights (1954 and 2004) characterized by a medium scale of 1:33.000 have been selected. The scratches have been scanned and geometrically corrected and therefore the activity of photo interpretation of the upper limit of the forest, of the alpine tundra and of the high height ecotones have been lead. Successively we have proceeded with the development of an automatic system for the recognition/distinction of the isolated trees and of the continuous and discontinuous transition bands (*tree-line definition*). The developed method concurs to easily carry out multi-period comparisons for a quantitative evaluation of the changes of the high height vegetation and to analyze them in the light of their answer to the climatic changes.

## RÉSUMÉ

### ANALYSE DES SIGNAUX DES VARIATIONS CLIMATIQUES EN CHAMP FORÊTIER. DES DYNAMIQUES DE LA VÉGÉTATION ALPINE ET DE L' AZOTE DANS ENVIRONNEMENTS DE HAUTE ALTITUDE EN REPONSE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES RÉCENTS: ENQUÊTE RETROSPECTIVE ET DÉVELOPPEMENT D'UN SYSTÈME DE MONITORAGE

La présente contribution illustre les résultats provisoires de deux lignes de recherche qui ont enquêté deux signaux du changement climatique distingués en Val Masino (SAIS) (Site d'Importance Communautaire du Réseau Nature 2000 IT2040019) : les dynamiques de la végétation de haute altitude et le cycle de l'azote dans l'écosystème. Il s'agit de deux importants indicateurs qui, mesurés dans leurs composantes quali-quantitatives, peuvent fournir des importantes informations sur les caractéristiques de l'environnement alpin.

La première ligne de recherche s'est focalisée sur l'étude des procès biologiques et hydrologiques qui règlent le cycle de l'azote/nitrogène dans l'écosystème alpin du Val Masino. De 1994, l'activité de recherche s'est développée sur les interactions parmi pollution de l' air, changements climatiques et état de santé des forêts. Les variations temporelles du nitrate dans le courant Masino et un partielle estime des chargements en sortie indiquent la présence d'une condition intermédiaire de saturation caractérisée par un réduit contrôle des composantes biologiques sur la disponibilité d'azote.

L'analyse des trends pluriannuels révèle même l'augmentation significative de la concentration de nitrate dans les eaux du Masino de 1997 à aujourd'hui. À l'improviste, les recherches conduites sur la solution circulante du sol dans la portion avec forêts du bassin indiquent par contre un complet consomme du nitrate dans la zone radicale et subradicale du sol. Ces résultats suggèrent que, dans le cycle global de N, les procès biogéochimiques qui se produisent dans les écosystèmes situés au-dessus de la *tree-line*, qui d'autre part constituent la portion prépondérante du bassin, deviennent déterminants. Une campagne expérimentale tournée à la caractérisation chimique des eaux d'écoulement superficiel à une

altitude comprise parmi les 1500 et les 2500 m a été donc menée et on a prévu des enquêtes sur le manteau neigeux et sur le sol en microhabitats sélectionnés sur la base de différentes caractéristiques de la végétation et geomorphologiques pour approfondir la connaissance des facteurs environnementaux qui contrôlent l'export d'azote.

La seconde ligne a effectué l' analyse historique de l'évolution des bandes de transition alpine au moyen de photographies aériennes historiques et récentes et imagines relatives à deux vols (1954 et 2004), caractérisées d'une échelle moyenne de 1:33.000. Les aires ont été passées au scanner et ont été corrigées géométriquement et donc on a menée l'activité de photointerpretation du limite supérieur de la forêt, de la tundra alpine et des écotones de haute altitude. Après on a procédé à développer un système automatique pour reconnaître les arbres isolés et les bandes de transition continues et discontinues (*tree-line definition*). La méthode développée permet d'effectuer facilement confrontes multitemporels pour une évaluation quantitative des changements de la végétation de haute altitude et pour les analyser à la lumière de leur réponse à des changements climatiques.

## BIBLIOGRAFIA

- Aber J.D., McDowell W., Nadelhoffer K.J., Magill A., Berntson G., Kamakea M., McNulty S., Currie W., Rustad L., Fernandez I., 1998. *Nitrogen saturation in northern forest ecosystems: Hypothesis revisited*. *BioScience* 48 (11): 921-934.
- Aber J.D., Nadelhoffer K.J., Steudler P., Melillo J.M., 1989. *Nitrogen saturation in northern forest ecosystems*. *BioScience*, 39: 378-386.
- Azienda Regionale delle Foreste, 1996. *Effetti della contaminazione atmosferica sull'ecosistema forestale*. Report CE 93.60 IT.00.80. (Reg. CEE 2157/92).
- Azienda Regionale delle Foreste, 1998. *Esperimenti sul terreno per migliorare le conoscenze sull'inquinamento atmosferico*. Report CE 94.60 IT.00.90 (Reg.CEE 2157/92).
- Balestrini R., Tagliaferri A., 2001. *Atmospheric deposition and canopy exchange processes in alpine forest ecosystems (northern Italy)*. *Atm Env*, 35: 6421-6433.
- Balestrini R., Di Martino N., Van Miegroet H., 2006. *Nitrogen cycling and mass balance for a forested catchment in the Italian Alps. Assessment of nitrogen status*. *Biogeochemistry* 78: 97-123.
- Baron J., 1992. *Biogeochemical fluxes*. In: J. Baron (ed.) *Biogeochemistry of a subalpine ecosystem* (pp 218-231) Springer-Verlag, New York.
- Bobbink R., Hornung M., Roelofs J.G.M., 1998. *The effects of air-borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural European vegetation*. *Journal of Ecology* 86 (5): 717-738.
- Bowman W.D., 2000. *Biotic controls over ecosystem response to environmental change in alpine tundra of the Rocky Mountains*. *Ambio* 29: 396-400.
- Brooks P.D., Williams M.W., Schmidt S.K., 1996. *Microbial activity under alpine snowpacks*. *Biogeochemistry* 32: 93-113.
- Burns D.A., 2003. *Atmospheric nitrogen deposition in the*

- Rocky Mountains of Colorado and southern Wyoming- a review and new analysis of past study results.* Atmospheric Environment, 37: 921-932.
- Burns D.A., 2004. *The effect of atmospheric nitrogen deposition in the Rocky Mountains of Colorado and Southern Wyoming, USA, a critical review.* Environmental Pollution 127: 257-269.
- Dise N.B., Wright R.F., 1995. *Nitrogen leaching from European forests in relation to nitrogen deposition.* Forest Ecology and Management 71: 153-161.
- Fenn M.E., Haebuer R., Tonnesen G.S., Baron J.S., Grossman-Clarke S., Hope D., Jaffe D.A., Copeland S., Geiser L., Rueth H.M., Sickman J.O., 2003. *Nitrogen Emissions, deposition and monitoring in the western United States.* BioScience 53 (4): 391-403.
- Fisk M.C., Schmidt S.K., Seastedt T.R., 1998. *Topographic patterns of above-and belowground production and nitrogen cycling in alpine tundra.* Ecology 79 (7): 2253-2266.
- Fitzhugh R.D., Driscoll C.T., Groffman P.M., Fahey T.J., Tierne G.L., Hardy J.P., 2001. *Effects of soil freezing disturbance on soil solution nitrogen, phosphorus, and carbon chemistry in a northern hardwood ecosystem.* Biogeochemistry, 56(3): 215-238.
- Fitzhugh R.D., Likens G.E., Driscoll C.T., Mitchell M.J., Groffman P.M., Fahey T.J., Hardy J.P., 2003. *The role of soil freezing events in interannual patterns of stream chemistry at the Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire.* Environmental Science and Technology 37: 1575-1580.
- Gilliam P.S., Adams M.B., Yurish B.M., 1996. *Ecosystems nutrient responses to chronic nitrogen inputs at Fernow Experimental Forest, West Virginia.* Canadian Journal of Forest Research, 26: 196-205.
- Gundersen P., Rasmussen L., 1990. *Nitrification in forest soils: effects from nitrogen deposition on soil acidification and aluminum release.* Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 113: 1-39.
- Hardy J., Groffman P., Fitzhugh R., Henry K., Welman T., Demers J., Fahey T., Driscoll C., Tierney G., Nolan S., 2001. *Snow depth manipulation and its influence on soil frost and water dynamics in a northern hardwood forest.* Biogeochemistry, 56 (2): 151-174.
- Hiltbrunner E., Schwikowski M., Körner C., 2005. *Inorganic nitrogen storage in alpine snow pack in the Central Alps (Switzerland).* Atmospheric Environment 39: 2249-2259.
- Lipson D.A., Schmidt S.K., Monson R.K., 1999. *Links between microbial population dynamics and N availability in an alpine ecosystem.* Ecology 80: 1623-1631.
- Nemergut D.R., Costello E.K., Meyer A.F., Pescador M.Y., Weintraub M.N., Schmidt S.K., 2005. *Structure and function of alpine and arctic soil microbial communities.* Res Microbiol. 156(7): 775-84.
- Preunkert S., Wagenbach D., Legrand M., 2003. *A seasonally resolved alpine ice core record of nitrate: Comparison with anthropogenic inventories and estimation of preindustrial emissions of NO in Europe,* J. Geophys. Res., 108 (D21), 4681-4691.
- Stoddard J.L., Jeffries D.S., Lukewille A., Clair T.A., Dillon P.J., Driscoll C.T., Forsius M., Johannessen M., Kahl J.S., Kellogg J.H., Kemp A., Mannio J., Monteith D.T., Murdoch P.S., Patrick S., Rebsdorf A., Skjelkvale B.L., Stainton M.P., Traaen T., van Dam H., Webster K.E., Wieting J., Wilander A., 1999. *Regional trends in aquatic recovery from acidification in North America and Europe.* Nature 401: 575-578.
- Tierney G.L., Fahey T.J., Groffman P.M., Hardy J.P., Fitzhugh R.D., Driscoll C.D., 2001. *Soil freezing alters fine root dynamics in a northern hardwood forest.* Biogeochemistry, 56 (2) 175-190.
- Vitousek P.M., Aber J., Howarth R.W., Likens G.E., Matson P.A., Schindler D.W., Schlesinger W.H., Tilman G.D., 1997. *Human alteration of the global nitrogen cycle: causes and consequences.* Issues in Ecology 1: 1-15.



## SESSIONE 6

# SELVICOLTURA: PRODUZIONI FORESTALI CERTIFICAZIONE FILIERA LEGNO

*Coordinatori*

Stefano Berti  
Piermaria Corona

*Chairman*

Wulf Killmann





## CARATTERIZZAZIONE DELLA BIOMASSA DI PIOPPO E ROBINIA A CICLO BREVE (SHORT ROTATION FORESTRY)

(\*) Dipartimento di tecnologie, ingegneria e scienze dell'Ambiente e delle Foreste, Università della Tuscia, Viterbo

Il lavoro ha preso in considerazione le produzioni del primo ciclo biennale di pioppo clone "Monviso" in piantagione su fila singola e su file binate e le produzioni di un impianto di *Robinia pseudoacacia* L. in Italia centrale. Sono state condotte indagini dendrometriche e xiloenergetiche. Le indagini hanno permesso una quantificazione e qualificazione dettagliata della biomassa ottenibile per utilizzi energetici, indirizzando la scelta delle specie e dei loro moduli colturali. Dal peso della pianta media, dai sesti d'impianto e dal contenuto idrico è stato possibile calcolare la produzione espressa in tonnellate di sostanza secca per ettaro che annualmente si ottiene. Dall'elaborazione dei dati dendrometrici è emerso che il pioppo senza concimazioni e irrigazioni non raggiunge le produttività attese, poco superiori a quelle della robinia. È stato svolto anche un confronto tra il contenuto idrico delle piante al taglio invernale, quella delle stesse piante stagionate in campo per una sminuzzatura primaverile e quella delle piante tagliate e sminuzzate contemporaneamente in primavera: dal confronto risulta consigliabile il taglio invernale e lasciate sul terreno, data la minore umidità. È stata valutata anche la percentuale di corteccia ed il potere calorifico del legno e della corteccia. Le piante medie delle due specie risultano essere composte da corteccia per più del 30% del proprio peso. I valori di potere calorifico ottenuti dalle indagini sono più elevati nel legno delle due specie rispetto alle cortecce. Dal lavoro emerge che queste ultime analisi sono essenziali per la caratterizzazione del materiale ottenibile da queste specie, essendo differente la resa nei processi di conversione energetica di piantagioni S.R.F.

*Parole chiave:* biomassa, pioppo, robinia, Short Rotation Forestry.

*Key words:* biomass, poplar, black locust, Short Rotation Forestry.

*Mots clés:* biomasse, peuplier, robinier faux acacia, Short Rotation Forestry.

### 1. MATERIALI E METODI

Nel caso di studio vengono confrontate le produzioni del primo ciclo biennale di pioppo clone "Monviso" in piantagione su fila singola, su file binate e le produzioni di un impianto di *Robinia pseudoacacia* L. su fila singola. Le piantagioni sono situate nell'Italia centrale nel comune di Montalto di Castro (VT), nell'Azienda "Fiorelli". Si tratta di impianti non sottoposti ad irrigazioni o concimazioni nel corso del loro ciclo colturale. Un primo campionamento è stato eseguito nei due popolamenti nella stagione invernale, quando le piante erano in fermo vegetativo, tagliando 300 piante di pioppo su file singole, 600 sulle binate e 300 di robinia, lasciandole in campo per una successiva sminuzzatura. Sulle piante abbattute sono state misurate le principali caratteristiche dendrometriche: diametro alla base, altezza, peso fresco del fusto e dei rami; dai rilievi sono stati calcolati i valori medi per ciascuna delle tipologie di impianto. Sono stati prelevati campioni di fusto lunghi 10cm, alla base, a metà ed in prossimità della cima ( $\emptyset$  1 cm) ed utilizzati per la determinazione della massa volumica fresca, successivamente essiccati in stufa per il calcolo della densità basale, massa volumica secca e del contenuto idrico. Sulle stesse piante è stato prelevato un secondo campione, adiacente al primo, che è stato pesato, scortecciato e nuovamente pesato, per calcolare la percentuale media di corteccia sul fusto, lo stesso procedimento è stato seguito per il calcolo della percentuale media di corteccia sui rami. La stessa metodologia di campionamento, per la determinazione del contenuto idrico, è stata svolta al momento della sminuzzatura sulle piante precedentemente abbattute. Il campionamento è stato ripetuto anche sulle

piante raccolte e sminuzzate contemporaneamente con il prototipo trinciacaricatore "SPAPPERI". I campioni di legno e di corteccia sono stati successivamente sottoposti ad analisi del potere calorifico superiore utilizzando il calorimetro, (bomba di Mahler). Questo strumento bruciando completamente una quantità nota di materiale legnoso, permette di rilevare il potere calorifico superiore del materiale.

### 2. RISULTATI

Analizzando le caratteristiche delle piante medie emerge un maggiore accrescimento di diametro ed altezza del pioppo nel modulo colturale della fila singola rispetto alla binata, che porta in quest'ultima alla riduzione del peso medio delle piante (Tab. 1). La robinia manifesta accrescimenti del fusto principale minori rispetto al pioppo, ma si riscontra una maggiore percentuale di biomassa allocata nei rami (43,98%), raggiungendo un peso totale della pianta media simile a quello del pioppo nelle file singole (Tab. 1). Dall'analisi della corteccia sul pioppo, emerge che essa ha una notevole incidenza sul peso dei rami (45-49%) e sul fusto (31-32%); mentre nella robinia è del 40% sui rami e del 29% sul fusto (Tab. 1).

Dall'analisi della densità basale, si registrano valori maggiori nella robinia, essendo il suo legno più pesante rispetto al pioppo (Tab. 2). Non si riscontrano differenze tra i valori di densità basale tra la fila singola e binata del pioppo, ma in ambedue i moduli colturali è stato registrato un aumento del valore della densità basale e della massa volumica anidra nel cimale, al contrario di ciò che avviene nella robinia (Tab. 2); riscontri analoghi sulla massa volu-

mica anidra del pioppo in piantagioni a ciclo breve erano già stati ottenuti in altri lavori (Calfapietra C. *et al.* 2003).

Risulta elevato il contenuto idrico del pioppo (53%) al momento del taglio invernale, è inferiore per la robinia (41%) (Fig. 1). L'umidità delle stesse piante lasciate in campo, al momento della sminuzzatura primaverile, dopo 104 giorni, risultava essersi ridotta al 40% per il pioppo ed al 29% per la robinia. Effettuando il taglio e la sminuzzatura contemporanea in primavera sono stati riscontrati i valori massimi di contenuto idrico, sul pioppo pari al 54% e sulla robinia all'45%, poiché le piante erano già in succhio al momento della ceduzione.

Dal peso della pianta media, dai sesti d'impianto e dal contenuto idrico è stato possibile calcolare la produzione annuale espressa in tonnellate di sostanza secca, permettendo il confronto tra le specie ed i moduli d'impianto. Le produzioni del pioppo sono al di sotto di quelle riscontrate in bibliografia per questo clone (Fig. 2) (Verani S. *et al.* 2007), fortemente influenzate dalla mancanza di irrigazioni o concimazioni. Sono minori, rispetto al pioppo, le produzioni della robinia (Fig. 2), ma in linea con prove sperimentali svolte in contesti simili (Paris P. *et al.* 2002).

I valori di potere calorifico superiore, ottenuti dalle prime indagini svolte, sono più elevati nel legno delle due specie rispetto alla corteccia. Questa differenza è imputabile alla diversa composizione chimica dei tessuti che compongono il legno e la corteccia (Giordano G. 1981).

Dai valori del potere calorifico è stata calcolata anche la resa energetica delle piantagioni per ettaro, suddivise in legno e corteccia, si nota la notevole incidenza della seconda componente sui valori totali ottenibili (Fig. 3).

### 3. CONCLUSIONI

Le indagini svolte hanno permesso di ottenere informazioni sulla quantità di biomassa ricavabile dagli impianti a ciclo breve senza irrigazioni e concimazioni, traendone valide indicazioni sulla organizzazione della raccolta e sulla qualità dei prodotti ottenibili, che oggi sono utilizzati per la produzione di energia. Le produzioni risultano maggiori per il pioppo a fila binata, per effetto dell'elevato numero di piante ad ettaro, che riescono a compensare i minori accrescimenti rispetto alla fila singola. Dal lavoro è emerso che il pioppo senza concimazioni o irrigazioni non raggiunge le produttività attese, ma poco di superiori alle produzioni della robinia, per cui questa specie potrà essere utilizzata in sostituzione del pioppo nei terreni marginali o dove non saranno possibili apporti esterni alla coltura. Dall'analisi del contenuto idrico del materiale emerge che è opportuno eseguire il taglio nel periodo invernale, un'eventuale stagionatura naturale delle piante in pieno campo faciliterà la perdita di umidità prima della sminuzzatura; la sminuzzatura contemporanea al taglio invece produce scaglie con elevato contenuto idrico, ciò potrebbe favorire l'innescò di fenomeni di fermentazione con perdita di una parte dell'energia ricavabile. Data la resa energetica differente di legno e corteccia, dovrà essere accuratamente valutata la percentuale di quest'ultima, che varia a seconda della specie e dei differenti cloni, per prevedere l'energia ricavabile da questi impianti. Queste ultime constatazioni rivestono un ruolo essenziale per la contrattazione delle scaglie sul mercato energetico e andranno approfondite con ulteriori indagini.

Modulo colturale	Densità di impianto	Diametro medio alla base	Altezza media	Peso del fusto della pianta media allo stato fresco	Corteccia sul peso fresco del fusto	Peso dei rami della pianta media		Corteccia sul peso fresco dei rami	Peso totale pianta media
	[piante ha <sup>-1</sup> ]	[cm]	[m]	[kg]	[%]	[kg]	[%]	[%]	[kg]
Pioppo File singola	5556	5,1 (±0,52)	4,08 (±0,25)	2,00	32	0,87	29,83	45	2,87
Pioppo File binate	9009	4,3 (±0,56)	3,52 (±0,40)	1,37	31	0,63	30,87	49	2,00
Robinia	3333	3,7 (±1,40)	2,70 (±0,53)	1,64	29	1,31	43,98	40	2,95

Tabella 1. Caratteristiche dendrometriche medie delle piante al termine della seconda stagione vegetativa (Deviazione Standard).

Table 1. Tree average measures at the end of the second growing season (Standard Deviation).

Tableau 1. Mesures de l'arbre moyenne à la fin de la deuxième saison de croissance (Déviation Standard).

	Pioppo fila singola		Pioppo file binate		Robinia
	Densità Basale [kg m <sup>-3</sup> ]	Massa volumica anidra [kg m <sup>-3</sup> ]	Densità basale [kg m <sup>-3</sup> ]	Massa volumica anidra [kg m <sup>-3</sup> ]	Densità basale [kg m <sup>-3</sup> ]
Pianta	0,409	0,626	0,428	0,595	0,549
Base	0,368	0,490	0,390	0,535	0,620
Metà	0,362	0,511	0,376	0,496	0,617
Cima	0,496	0,877	0,518	0,753	0,410

Tabella 2. Valori della densità basale e della massa volumica anidra della pianta intera ed alle diverse altezze.

Table 2. Values of basic density and dried density of whole tree and at different heights.

Tableau 2. Valeurs de la densité basal et de la masse volumique sèche des arbres à différentes hauteurs.

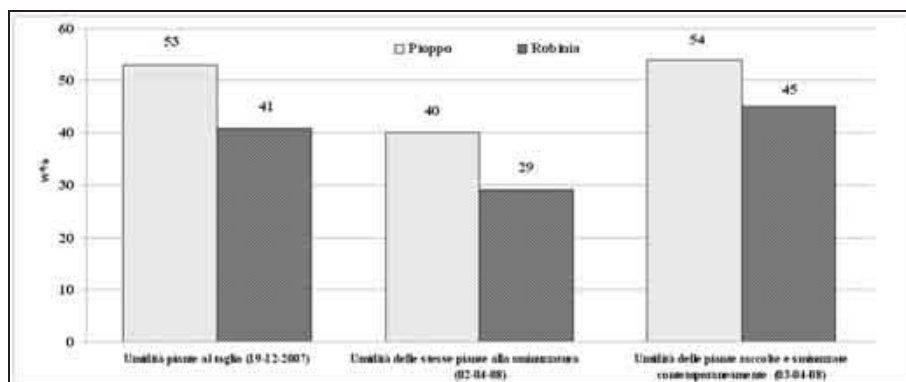


Figura 1. Confronto percentuale fra il contenuto idrico percentuale delle piante abbattute, lasciate in campo e successivamente sminuzzate con quelle riscontrate nella raccolta e sminuzzatura contemporanea.

Figure 1. Comparison between the percentage moisture content of trees cutted in winter, of the same trees seasoned in field for a spring chipping, and of trees cutted and chipped simultaneously in spring.

Figure 1. Comparaison entre la teneur en eau des arbres à l'abattage en hiver, des mêmes arbres apres stockage sur champ pour déchiquetage au printemps, et des arbres coupés et déchiquetés simultanément au printemps.

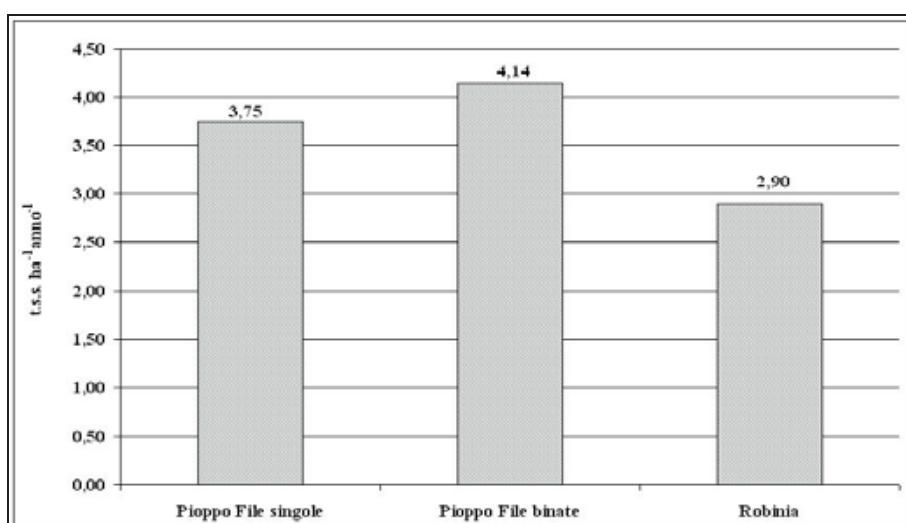


Figura 2. Produzione annuale di biomassa legnosa secca ottenuta negli impianti.

Figure 2. Annual yield of dried wood biomass in dry tonnes per hectare of plantations.

Figure 2. Production annuelle de biomasse en tonnes seches par hectare dans le plantations.

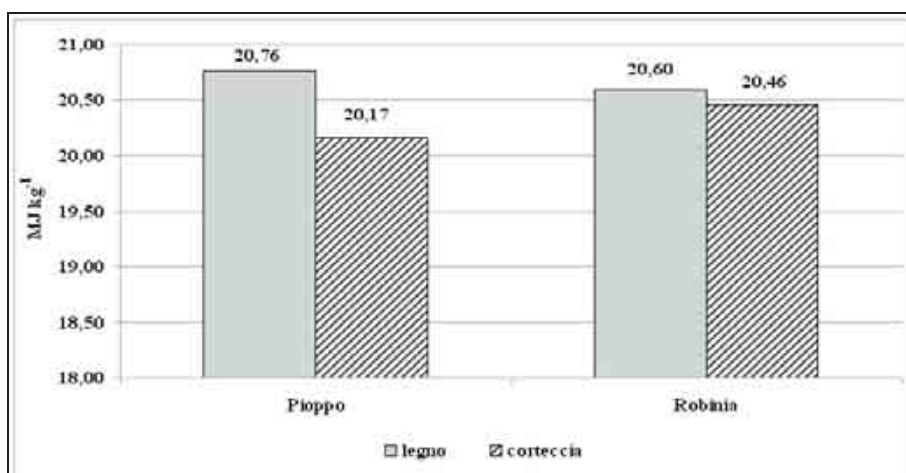


Figura 3. Rappresentazione grafica del potere calorifico superiore della biomassa anidra di pioppo clone "Monviso" e robinia.

Figure 3. Higher Heating Values of dry biomass on poplar "Monviso" clone and black locust.

Figure 3. Valeurs du pouvoir calorifique haute dans la biomasse sèche sur le peuplier "Monviso" clone et robinia faux acacia.



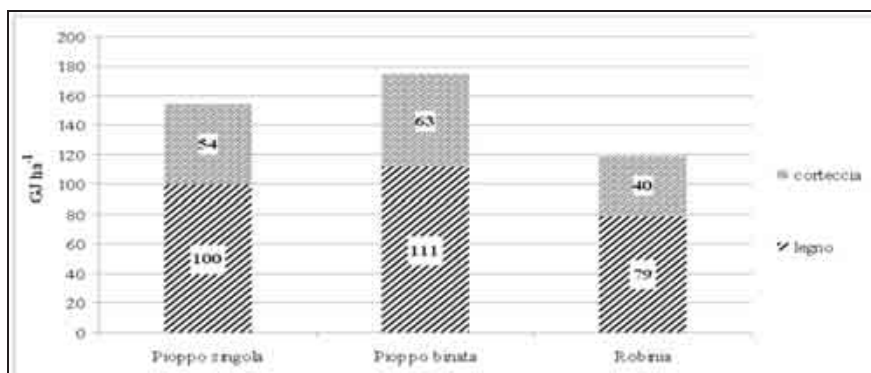


Figura 4. Rappresentazione grafica del contenuto energetico delle piantagioni per ha di impianto.  
 Figure 4. Energy content per ha of plantations planting.  
 Figure 4. Contenu énergétique par ha des plantations.

## SUMMARY

### CHARACTERIZATION OF POPLAR AND BLACK LOCUST BIOMASS IN A SHORT ROTATION FORESTRY

This study analyzed the productions of the first biennial cycle in a single row and double row poplar "Monviso" clone plantations and in a Robinia pseudoacacia L. plantation, situated in central Italy. In this survey were carried out trees measures and xiloneergetic analysis. The results allowed a detailed quantification and qualification of obtainable energy biomass addressing the selection of species and cultural models. From trees average weights, plantations densities and moisture content was possible to calculate the annual production in dry tonnes per hectare. Trees measurements show that poplar without fertilization and irrigation does not reach the expected productivity, but a little higher than black locust. A comparison was conducted between the moisture content of trees cutted in winter, of the same trees seasoned in field for a spring chipping, and of trees cutted and chipped simultaneously in spring: from this comparison is advisable to cut in winter and seasoning on the ground, allowing a moisture content reduction. It was also calculated the bark content of trees and was measured the calorific value of wood and bark. The trees of the two species are composed by the bark weight for more than 30%. The calorific values obtained from analysis are higher for wood of both species compared to bark. This study shows that these tests are essential for a characterization of the obtainable material, having different yield in energy conversion processes in SRF plantations.

## RÉSUMÉ

### CARACTÉRISATION DE LA BIOMASSE DE PEUPLIER ET ROBINIER FAUX ACACIA ROTATION COURTE (SHORT ROTATION FORESTRY)

Cette étude a analysé les productions du premier cycle biennal en plantations une rangée et double rangée de peupliers clone "Monviso" et une plantation de Robinia pseudoacacia L., située en Italie centrale. Dans cette étude ont été effectuées mesures des arbres et analyses

xiloneergetiques. Les résultats permettent la quantification et la qualification de la biomasse pour énergie obtenue et la sélection des espèces et des modèles culturels. En utilisant le poids moyenne des arbres, le densité des plantation et la teneur en eau a été possible de calculer la production annuelle de tonnes séchés par hectare. Les measurements montrent que sans fertilization et irrigation les peupliers ne parvient pas à les productivités attendues, mais peu plus que la robinia faux acacia. Une comparaison a été effectuée entre la teneur en eau des arbres à l'abattage en hiver, des mêmes arbres apres stockage sur champ pour déchiquetage au printemps, et des arbres coupés et déchiquetés simultanément au printemps: à partir de cette comparaison est conseillé l'abattage en hiver et le stockage sur terrain, permettant une réduction de la teneur en eau. Il a été calculé le contenu d'écorce des arbres et il a été mesuré la valeur calorifique du bois et d'écorce. L'arbre moyenne des deux espèces est composé de plus de 30% du poids par l'écorce. Les pouvoirs calorifiques des deux espèces, résultant de l'analyse, sont plus élevés pour le bois par rapport à l'écorce. L'étude montre que ces essais sont indispensables pour la caractérisation des matériaux obtenus et des rendements énergétiques dans les processus de conversion des plantations.

## BIBLIOGRAFIA

- Calfapietra C., Gielen B., Galema A.N.J, Lukac M., De Angelis P., Moscatelli M.C., Ceulemans R., Scarascia Mugnozza G. 2003 - *Free-air CO<sub>2</sub> enrichmante (FACE) enhances biomass production in a short-rotation poplar plantation* Tree Physiology Heron Publishing Victoria Canada, Volume 23 pp. 10.
- Giordano G. 1981 - *Tecnologia del legno Vol. 1.* UTET Torino pp. 1256.
- Paris P., Musicanti A., Malvolti M.E., Pisanelli A., Cannata F., Mapelli S. 2002 - *Ricerche sulla "Robinia pseudoacacia L." nell'arboricoltura a turno breve.* Biomasse agricole e forestali a uso energetico, Agra Editrice Roma pp. 52-66.
- Verani S., Sperandio G., Civitarese V. 2007 - *Cloni di pioppo da biomassa Caratteristiche e produttività alla seconda stagione vegetativa.* Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 136 (8/07): 5-9.

## PRIMO DIRADAMENTO IN UNA PINETA DI *PINUS HALEPENSIS* (MILLER) CON MATERIALE PER USO ENERGETICO (Prima Parte)

(\*) Dipartimento di tecnologie, ingegneria e scienze dell'Ambiente e delle Foreste, Università della Tuscia, Viterbo

Il lavoro ha preso in considerazione la problematica dei diradamenti nelle giovani pinete; attuando un cantiere sperimentale in cui è stato eseguito un primo diradamento. Con un rilievo di dettaglio, sono state individuate le principali caratteristiche stazionali del popolamento, inoltre sono state condotte indagini dendrometriche e xiloenergetiche, per la quantificazione e qualificazione della biomassa ottenibile. Dall'analisi della stazione e del popolamento si è optato per l'utilizzo della pianta intera, che permette di estrarre tutta la biomassa epigea presente. Dall'analisi dendrometrica delle piante utilizzate è emerso che il sistema di lavoro della pianta intera massimizza il recupero di biomassa soprattutto dalle piante di maggiore diametro, che normalmente non vengono rimosse in quanto risulta troppo laborioso il loro allestimento in bosco. Dalle prove calorimetriche è stato riscontrato il diverso potere calorifico delle componenti, influenzando la resa nei processi di combustione, oggi sfruttati per la produzione di energia "verde" termica ed elettrica. La sminuzzatura integrale permette di avere una miscela con un potere calorifico più elevato rispetto alle singole componenti della pianta, incentivando l'applicazione del sistema di lavoro proposto, nel caso di utilizzo energetico del materiale ottenuto.

*Parole chiave:* pineta, diradamento, xiloenergia, scaglie.

*Key words:* pine forest, thinning, xyloenergy, chips.

*Mots clés:* pinède, coupe d'éclaircie, xyloénergie, plaquettes.

### 1. INTRODUZIONE

In Italia sono stati eseguiti, dall'immediato dopoguerra fino all'inizio degli anni 80, circa 800.000 ha di rimboschimenti, soprattutto di resinose (Romano D. 1987). La mancanza di diradamenti può creare una elevata fragilità nell'ecosistema forestale (Amorini E. e Fabbio G. 1992). Se realizzati, i diradamenti contribuiscono a ridurre le possibilità di incendi ed il diffondersi di patologie, oltre a garantire una maggiore efficienza della biocenosi ed a migliorare la qualità del legno (Ciancio O. 1986). In genere questa pratica selvicolturale non viene eseguita. Non vengono eseguiti, in genere, perché a macchiatico negativo, in quanto i costi dell'intervento superano i ricavi ottenuti. Il legno sminuzzato ha creato nuove opportunità energetiche (APAT 2003), purché siano superate barriere derivanti da: problemi tecnici, elevati costi, carenza di conoscenze sulla qualità del materiale ed irrazionale organizzazione del cantiere (FAO 1997, FAO 2003).

### 2. MATERIALI E METODI

Il popolamento su cui è stato eseguito l'intervento sperimentale di diradamento è situato nel Comune di Fratta Todina (PG); si tratta di una pineta di pino d'aleppo (*Pinus halepensis* Miller) di 35 anni di proprietà privata, sottoposta ad un primo diradamento. Previa un rilievo di dettaglio, con l'ausilio del GPS, è stata analizzata l'accessibilità, l'accidentalità e la pendenza della stazione, individuando i percorsi di concentramento e di esbosco ed il sistema di utilizzazione. Successivamente sono stati condotti rilievi dendrometrici su aree di saggio di 400 m<sup>2</sup>, all'interno del popolamento, per individuarne i principali parametri descrittivi, in merito alla provvigione presente e l'entità del prelievo possibile. È stato ipotizzato un primo diradamento, selettivo dal basso. Quindi si è proceduto all'abbattimento di 20 piante

distribuite nelle tre classi diametriche più rappresentative. Ciascun fusto è stato diviso in pezzi, pesati con bilancia dinamometrica. Per ogni pianta sono stati pesati separatamente i rami, la corteccia, gli strobili e gli aghi, in questo modo è stato possibile calcolare il peso medio delle piante e l'incidenza delle diverse componenti. Per determinare la massa volumica e l'umidità del materiale fresco sono state prelevate tre rotelle su ogni pianta, una di base, una a metà ed una alla cima (diametro minimo di 5 cm), pesate, misurate e seccate in laboratorio, in stufa a 102°C. Sono state successivamente eseguite delle prove calorimetriche sui campioni di legno, corteccia, aghi, strobili al fine di stabilirne il Potere Calorifico Superiore, utilizzando il calorimetro (*bomba di Mahler*).

### 3. RISULTATI

La pineta è situata lungo una pendice che rientra nella seconda classe di pendenza (20-40%) e con scarsa accidentalità. Risulta ben accessibile in quanto è costeggiata da una pista forestale nella parte bassa che si raccorda ad una camionabile secondaria nella parte alta. La viabilità circonda per tre quarti il perimetro della particella di 1,5 ha (Fig. 1).

La pineta al momento dell'intervento ha un sesto di 2,5x2,5m circa, per un totale di 1511 piante ad ettaro, con una provvigione stimata di 181 t ha<sup>-1</sup>. Trattandosi di un primo diradamento si è ritenuto di effettuarlo di intensità moderata, di tipo selettivo dal basso, asportando le piante dominate, biforcute e deperienti, riducendo la densità del soprassuolo a 1175 piante/ha con un incidenza in numero del 22% (Tab. 1).

Dall'analisi della stazione e del popolamento si è optato per l'utilizzo della pianta intera, che permette di estrarre tutta la biomassa epigea presente nelle piante, con un prelievo stimato di 40 t ha<sup>-1</sup>. È stato possibile ricostruire il peso com-

plessivo di ciascuna delle piante medie nelle tre classi diametriche considerate (Tab. 2). Utilizzando la pianta intera si massimizza il recupero di biomassa, con un aumento quantificabile nel 29% sulla pianta media dell'intero popolamento (del peso di 119,59 kg), rispetto alla metodologia del legno lungo; tale percentuale è crescente dal 24 al 33%, passando dalle piante di classe 10 cm a quelle di 20 cm di diametro a 1,30 (Tab.2).

I risultati ottenuti relativi al potere calorifico delle diverse componenti allo stato anidro espressi in MJ kg<sup>-1</sup> sono stati rappresentati su un grafico riassuntivo, da cui è possibile apprezzarne le differenze. Dall'analisi dei valori ottenuti dalle prove effettuate si ottiene un Potere Calorifico Superiore medio delle scaglie allo stato anidro di 21,263 MJ kg<sup>-1</sup> (Fig. 2).

#### 4. CONCLUSIONI

Dall'analisi delle piante utilizzate è emerso che con il sistema di lavoro della pianta intera si massimizza il recupero di biomassa, in particolare dalle piante di maggiore diame-

tro, infatti in queste più del 30% della massa utilizzata non proviene dal fusto, ma dalle sue altre porzioni. Questo dovrebbe bastare per incentivare l'utilizzo del sistema di lavoro proposto, non solo per rimuovere dal bosco le piante di piccola dimensione, ma anche per asportare le piante concorrenti sul piano dominante, che con un sistema di lavoro tradizionale vengono tralasciate in quanto è troppo laborioso il lavoro per il loro allestimento (Spinelli R. et al. 2003). Dalle prove calorimetriche emerge che la sminuzzatura integrale permette di avere una miscela con un potere calorifico più elevato rispetto alle singole componenti della pianta, riscontri analoghi erano già stati fatti in passato (Savolainen V. e Berggren H. 2000). Dai risultati emerge l'importanza di un'analisi approfondita sia quantitativa che qualitativa della biomassa disponibile negli interventi di diradamento che prevedono l'utilizzazione della pianta intera, poiché il diverso potere calorifico delle componenti influenzano la resa nei processi di combustione, oggi sfruttati per la produzione di energia termica ed elettrica.



Figura 1. Ortofoto dell'area studiata, della viabilità e degli imposti.  
 Figure 1. Photo of the studied area, of forest roads and landings.  
 Figure 1. Photo de la zone étudié des routes forestières et des places de dépôt.

Numero piante/ha prima del diradamento	1511
Provvigione [t/ha]	181
Intervento	I° Diradamento
Criterio	Selettivo dal basso
Prelievo [piante/ha]	337 (22%)
Prelievo [t/ha]	40
Pianta media prelevata [t]	0,12
Diametro a 1,30 della pianta media	12,8

Tabella 1. Caratteristiche del popolamento e dell'intervento.  
 Table 1. Characters of stand and cutting practice.  
 Tableau 1. Caractéristiques du peuplement et de la coupe.

Diametro a 1,30 m [cm]	u.m.	Fusto	Rami	Corteccia sul Fusto	Corteccia sui rami	Strobili	Aghi
10	kg	50,16	12,06	6,84	3,40	1,02	1,03
	%	67,3%	16,2%	9,2%	4,6%	1,4%	1,4%
15	kg	99,44	34,1094	13,56	9,62	6,01	0,83
	%	60,8%	20,9%	8,3%	5,9%	3,7%	0,5%
20	kg	163,68	58,0632	22,32	16,3768	12,37	2,94
	%	59,4%	21,1%	8,1%	5,9%	4,5%	1,1%

Tabella 2. Ripartizione in peso fresco [kg] (u 54%) e in percentuale delle componenti della pianta nelle tre classi diametriche analizzate.

Table 2. Tree components in Fresh kg/tree (u 54%) and weight percentage/tree by DBH classes.

Tableau 2 Répartition des composants de l'arbre en poids frais [kg] (u 54%) et leur pourcentage en trois catégories diamétrales analysés.

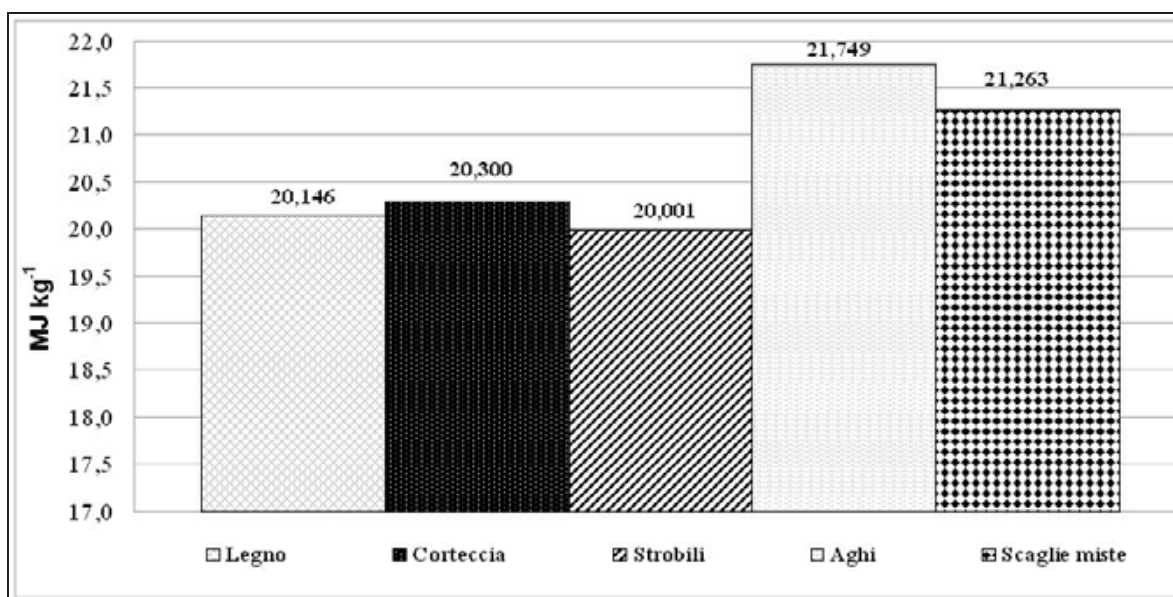


Figura 2. Poteri calorifici superiori (PCS) delle componenti della pianta e delle scaglie riferiti allo stato anidro.

Figure 2. Higher Heating Values of dry tree components and chips.

Figure 2. Valeurs du pouvoir calorifique haute dans les composants sèches de l'arbre et plaquettes.

## SUMMARY

### FIRST THINNING IN A *PINUS HALEPENSIS* (MILLER) STAND WITH WOOD FOR ENERGETIC USE

In this study was analyzed the issue of thinning in young pine stands. Planning an experimental yard where was performed a first thinning practice. In the yard, after a detailed relief, were individualized the principal site and stand characters, in order to choose the best harvesting system. Besides were carried out dendrometrical an xyloenergetical analysis, with the quantification and qualification of the obtainable biomass. From the site and stand analysis was chosen the full tree system, allowing to extract entirely epigeous biomass of tress. Dendrometrical trees analysis highlights that whole trees extraction maximizes biomass recovery, particularly from trees of greater diameter, that usually are left in traditional harvesting system, being their delimiting and

bucking a very hard-work. In calorimetric tests were noticed different values for single tree components, affecting combustion processes, used to produce thermal and electric energy. The integral chipping allows to have a mixture with Heating Value greater than single tree components, stimulating the application of the proposed system in the case of energetic use of the obtained material.

## RÉSUMÉ

### PREMIER COUPE D'ECLARCIE EN PINÈDE DE *PINUS HALEPENSIS* (MILLER) AVEC MATÉRIEL POUR USAGE ÉNERGÉTIQUE

L'étude a pris en considération la problématique des copes d'éclaircie dans les jeunes pinèdes. En fondant un chantier expérimental dans lequel un premier coupe d'éclaircie a été exécuté. Dans le chantier, avec un relief



de détail, ont été déterminées les caractéristiques du terrain et du peuplement, afin de déterminer le meilleur système d'exploitation. également ont été réalisés des reliefs dendrométriques et xyloénergétiques, pour la quantification et la qualification de la biomasse réalisable. Après l'analyse du terrain et du peuplement a été choisi le système d'exploitation de l'arbre entier, qui permet la vidange de toute la biomasse présente dans les arbres. L'analyse dendrométrique des arbres exploités souligne que le système de travail de l'arbre entier maximise le recouvrement de la biomasse, surtout des arbres de grand diamètre, qui ne sont pas habituellement exploités, car leur façonnage en forêt est trop difficile. Les preuves de la chaleur montrent des valeurs calorifiques différentes entre les composantes, en influençant le rendement dans les procédés de combustion, utilisés pour la production d'énergie thermique et électrique. Le déchetage intégral permet d'avoir un mélange avec un pouvoir calorifique plus élevé respect aux composants de l'arbre, en encourageant l'application du système d'exploitation proposé dans le cas d'utilisation énergétique du matériel obtenu.

## BIBLIOGRAFIA

- APAT, 2003 - *Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici Le biomasse legnose. Un'indagine sulle potenzialità del settore forestale italiano nell'offerta di fonti di energia* Rapporti 30/2003. 108pp.
- Amorini E., Fabbio G., 1992 - *La gestione dei rimboschimenti con pino nero*. Monti e Boschi XLIII (4): 27-29.
- Ciancio O., 1986 - *Diradamenti: criteri generali, problemi e tecniche*. Monti e Boschi XXXVII (6): 19-23.
- FAO, 1997 - *The role of wood Energy in Europe and OECD WETT - Wood Energy Today for Tomorrow* Rome: FOPW, Forestry Department: 1-87.
- FAO, 2003 - *WISDOM, Wood Integrated Supply/Demand Overview Mapping*. Rome: 1-52.
- Romano D., 1987 - *I rimboschimenti nella politica forestale italiana*. Quaderni di Monti e Boschi 3.
- Spinelli R., Nati C., Magagnotti N. 2003 - *Raccolta di legno cippato dalle giovani peccete artificiali del Feltrino* Associazione Montegrappa pp. 26.
- Savolainen V., Bergreen H., 2000 - *Wood fuel basic information pack*. Gummerus Kirjapaino Oy. Saarjärvi.

## PRIMO DIRADAMENTO IN UNA PINETA DI *PINUS HALEPENSIS* (MILLER) CON MATERIALE PER USO ENERGETICO (Seconda parte)

(\*) Dipartimento di tecnologie, ingegneria e scienze dell'Ambiente e delle Foreste, Università della Tuscia, Viterbo

Il lavoro attraverso l'analisi di una realtà concreta identifica il modo per ottimizzare, dal punto di vista economico, la filiera della biomassa, agendo su leve tecniche. Viene preso in considerazione un intervento di primo diradamento, svolto su una pineta di pino d'aleppo, applicando il sistema della pianta intera (*Full Tree System*), con sminuzzatura integrale delle piante all'imposto. Su tutte le fasi di lavoro è stato eseguito un rilievo particolareggiato dei tempi di lavoro, integrato da dati dendrometrici ha permesso il calcolo delle produttività. Attraverso l'analisi economica delle fasi operative è stato eseguito il calcolo del costo dell'intervento ed il costo di conferimento delle scaglie ottenute alla centrale. Per aumentare la convenienza del processo produttivo è stato necessario ottimizzare l'esbosco delle piante intere, essendo questa la voce che manifestava la maggiore incidenza sul costo finale. Nel cantiere analizzato è stata effettuata inizialmente la movimentazione delle piante dal bosco alla sminuzzatrice in due passaggi; in un secondo momento è stato attuato l'esbosco del materiale direttamente alla sminuzzatrice, senza passare per l'imposto temporaneo. La riorganizzazione del cantiere ha permesso di ridurre il costo del prodotto, aumentando la convenienza della commercializzazione della biomassa forestale ottenuta. Dall'analisi complessiva del lavoro emerge quale metodologia proporre per la raccolta della biomassa dagli interventi di diradamento in simili pinete nell'Italia Centro-Meridionale.

*Parole chiave:* pineta, diradamento, esbosco della pianta intera, scaglie, costi di produzione.

*Key words:* pine forest, thinning, full tree system, chips, production costs.

*Mots clés:* pinède, coupe d'éclaircie, méthode des arbres entiers, coûts de production.

### 1. INTRODUZIONE

L'estrazione della pianta intera (*Full Tree System*) massimizza il recupero del materiale e la produttività delle operazioni di diradamento (Verani S. e Sperandio G. 2003), la produzione di scaglie con l'utilizzo della pianta intera è più semplice e produttiva che la produzione del legno lungo e di legna da ardere (Sperandio G. e Verani S. 1996). La sminuzzatura diventa l'elemento centrale della filiera, eseguita all'imposto, riduce il volume del materiale e contiene i costi di trasporto alla centrale di conversione energetica (Laitila J. 2008). In Italia per ottenere un prodotto rivolto alla produzione di energia ad un prezzo vantaggioso è necessario intervenire nei sistemi di lavoro attuali. Devono essere, nelle maggioranza dei casi, abbandonati i sistemi tradizionali a favore di altri innovativi, permessi dalle nuove tecnologie meccaniche. Inoltre è indispensabile riorganizzare le operazioni, rendendole sostenibili sia dal punto di vista economico ed ambientale, nonché se possibile, utilizzare macchine già possedute dall'impresa forestale.

### 2. MATERIALI E METODI

L'intervento di primo diradamento, con il prelievo di 40 t/ha, è stato svolto su una pineta di pino d'aleppo (*Pinus halepensis* Miller) di 35 anni, situata nel Comune di Fratta Todina (PG), applicando il sistema della pianta intera (*Full Tree System*), con sminuzzatura integrale all'imposto. L'abbattimento semimeccanico è stato svolto da un solo operatore che utilizzava una motosega leggera (*STIHL 023 da 2kW*). Le piante erano abbattute in maniera tale da direzionarne i calci verso le piste di concentrazione, facendole cadere tra una fila e l'altra del popolamento, quindi erano lasciate intere sul letto di caduta. L'esbosco è stato effet-

tuato con trattore cingolato agricolo (*SAME EXPLORER 80 da 60kW*) e verricello forestale (*TERRMACCH 5000 da 50 kN*) utilizzati da una squadra di tre operatori, di cui due restavano sulla tagliata ed agganciavano le piante con catene, tenute da ganci scorrevoli posti sulla fune del verricello, il terzo operatore azionava il verricello per effettuare il concentramento delle stesse alla pista d'esbosco e guidava il trattore con il carico fino all'imposto temporaneo, situato lungo la strada forestale nella parte superiore della particella, ad una distanza media di 133 m. Le piante in un secondo momento sono state trasportate con un trattore agricolo gommato (*NEWHOLLAND TL100 da 75kW*) dotato di rimorchio (*REM 60G da 6t*) munito di gru idraulica, dal primo imposto temporaneo, non raggiungibile dalla sminuzzatrice, ad un secondo imposto, situato ad una distanza di 600 m dal primo; questa operazione è stata svolta da una squadra di due operatori. Le piante intere sono state sminuzzate intere servendosi di una sminuzzatrice a tamburo, dotata di motore autonomo (*PEZZOLATO 1000/1000 da 320 kW*), azionata da una squadra di due operatori, uno addetto ai comandi della macchina e l'altro all'azionamento della gru dell'autocarro per il carico della bocca di alimentazione. La macchina soffiava le scaglie prodotte direttamente nel cassone di un autotreno (*IVECO TURBO 100-38*) della capacità complessiva di 50 m<sup>3</sup>. In un secondo momento si è pensato di effettuare in una sottoarea di 0,15 ha, l'esbosco diretto delle piante all'imposto di sminuzzatura, senza passare per l'imposto temporaneo, servendosi del trattore gommato, del verricello forestale e della squadra di tre operatori addetti alle operazioni di esbosco precedentemente descritte. Su tutte le fasi e sottofasi di lavoro in bosco è stato eseguito un rilievo particolareggiato dei tempi di lavoro (Baldini S. e Pollini C. 2000), utilizzando

una tabella cronometrica; l'elaborazione dei tempi integrata dai dati dendrometrici ha permesso il calcolo delle produttività. Su tutti i carichi esboscati è stato contato il numero di piante ed è stata misurata la distanza di concentrazione e di esbosco di ogni viaggio con rotella metrica. Su ogni ciclo di sminuzzatura è stato misurato il volume del carico prodotto nei rimorchi ed il peso su una pesa certificata. Per ogni operazione si è proceduto al rilievo del consumo di carburante e al calcolo di quello di lubrificante. Per l'analisi economica sono stati calcolati i costi di esercizio orario delle macchine presenti nel cantiere, applicando le formule per il calcolo dei costi operativi nei cantieri forestali (Miyata E.S. 1980). Il costo orario è stato ottenuto dalla somma dei costi fissi (interessi sul capitale, deprezzamento, assicurazioni, oneri amministrativi) e dei costi variabili (manutenzione, riparazioni, costi per carburante e lubrificante). Il calcolo si è basato sui prezzi correnti di listino delle macchine, i prezzi agevolati di acquisto dei carburanti per uso agricolo, i prezzi correnti di mercato dei lubrificanti, i consumi effettivi rilevati di carburanti e quelli calcolati di lubrificanti; tenendo conto delle indicazioni bibliografiche relative alla durata, usura e impiego delle macchine (Hippoliti G. 1997; Brun F. e Furlan G. 2000). Separatamente è stato calcolato il costo di trasporto chilometrico ed orario (Ministero dei Trasporti 2005). Ai costi orari delle macchine sono stati sommati i costi orari degli operatori, desunti dai contratti collettivi nazionali di categoria, si è ottenuto così il costo orario dell'operazione, che diviso per la produttività ha fornito il costo per unità di prodotto. La somma delle singole voci ha dato il costo del legno sminuzzato conferito alla centrale termoelettrica di Terni distante 75Km dalla pineta.

### 3. RISULTATI

Dall'analisi delle produttività delle diverse operazioni si ottengono i risultati riportati in (Tab. 1). Le produttività risultano in linea con studi analoghi in cui si utilizzava lo stesso sistema di lavoro (Fabiano F. e Piegai F. 2007; Spinelli R. *et al.* 2003). Dall'analisi dei conseguenti costi delle operazioni che costituiscono la filiera si vede che quello di conferimento alla centrale, somma dei costi delle singole operazioni, è pari a  $57 \text{ € t}^{-1}$  (Fig. 1). Il processo produttivo applicato non appare conveniente, poiché il prezzo di conferimento era stato fissato a  $45 \text{ € t}^{-1}$ . Analizzando le voci che incidono sul costo finale, si nota che l'esbosco e il trasporto del materiale all'imposto sono quelle che incidono maggiormente (rispettivamente il 29% e 23% del totale), come del resto riscontrato in studi relativi all'utilizzazione della pianta intera per la produzione di biomassa (Fabiano F. e Piegai F. 2007; Mizraite D. *et al.* 2007). È su queste voci che è stato necessario agire, nella seconda prova, per rendere conveniente la commercializzazione della biomassa forestale ottenuta. Dal punto di vista economico con questo intervento, nelle attuali condizioni di lavoro si ha un costo di 2280 €/ha, da cui sottraendo i ricavi dalla vendita del materiale legnoso ottenuto, si ha una perdita netta di

480 €/ha, questo passivo al momento può essere coperto solamente con il sostegno di incentivi pubblici. Nel cantiere analizzato si effettuava la movimentazione delle piante dal bosco alla sminuzzatrice in due passaggi; è stato ipotizzato ed attuato l'esbosco del materiale direttamente alla sminuzzatrice, senza passare per l'imposto temporaneo, escludendo pertanto il trasporto delle piante con trattore e rimorchio.

L'esbosco diretto all'imposto di sminuzzatura, senza utilizzare l'imposto temporaneo, riduce la produttività dell'operazione rispetto a quella riscontrata nella prima prova (Tab. 2), dovuta ad una distanza che raggiunge 600m, ma si riduce il numero di macchine presenti sul cantiere che permettono di contenere il costo di conferimento di  $2 \text{ € t}^{-1}$  rispetto alla situazione precedente (Fig. 2). La riduzione significativa del costo delle scaglie al conferimento fornisce un maggiore margine di guadagno per l'impresa di utilizzazione.

### 4. CONCLUSIONI

La convenienza economica della filiera potrà essere ottenuta solamente con l'abbattimento dei costi di utilizzazione, come evidenziato nel presente lavoro, agendo sulle leve tecnico-economiche illustrate. Per rendere conveniente il processo produttivo è necessario, in particolare, ottimizzare l'esbosco delle piante intere, essendo questa la voce che manifesta la maggiore incidenza sul costo finale. Il trasferimento dal primo al secondo imposto è una fase di lavoro che dovrà essere soppressa, come dimostrato dal confronto con l'esbosco diretto, per avere un'ottimizzazione del processo produttivo, ciò sarà possibile a patto di pianificare nel modo corretto l'intero cantiere, prevedendo il luogo di sminuzzatura più idoneo. L'esbosco eseguito fino al secondo imposto, anche se distante, con un trattore gommato, più veloce rispetto al cingolato, evita il trasporto delle piante sul rimorchio, riducendo il costo che è quello che presenta la maggiore incidenza di manodopera, per cui è auspicabile anche la riduzione di un operatore in questa fase, essendo due operatori più che sufficienti per il lavoro da eseguire nel concentramento delle piante abbattute. Vista l'elevata produttività della sminuzzatura, sarebbe stato opportuno esboscare il materiale in un momento antecedente, creando una riserva e permettendo, oltretutto, una perdita di umidità delle piante all'imposto. Dall'analisi complessiva del lavoro emerge che la metodologia da proporre per la raccolta della biomassa dagli interventi di diradamento nell'Italia centro-meridionale dovrà prevedere: l'abbattimento direzionato eseguito con motosega, l'esbosco della pianta intera con trattore gommato e verricello forestale, la sminuzzatura all'imposto con sminuzzatrice autonoma. Riorganizzando la filiera sarà possibile avere una notevole riduzione dei costi, ma solamente l'adeguamento del mercato della biomassa, che basi la contrattazione sul reale contenuto energetico delle scaglie prodotte, permetterà la piena sostenibilità economica di questi interventi.

<i>Abbattimento direzionato con motosega da 2kW</i>	<i>Squadra 1 operatore</i>
Produttività lorda [Piante/ora]	20
Produttività lorda [t/ora]	2,36
Produttività netta [t/ora]	3,10
<i>Esbosco all'imposto intermedio con trattore cingolato da 60kW e verricello forestale da 50kN</i>	<i>Squadra 3 operatori</i>
Distanza media concentrazione [m]	24
Distanza media esbosco [m]	133
Carico medio a viaggio [N°piante]	7
Carico medio a viaggio [t]	0,73
Produttività lorda [t/ora]	3,33
Produttività netta [t/ora]	3,54
<i>Trasporto alla sminuzzatrice con trattore gommato da 75kW e rimorchio forestale da 6t munito di gru idraulica</i>	<i>Squadra 2 operatori</i>
Distanza [m]	600
Carico medio a viaggio [piante]	25
Carico medio a viaggio [t]	2,98
Produttività lorda [t/ora]	3,96
Produttività netta [t/ora]	4,28
<i>Sminuzzatura con sminuzzatrice a tamburo con motore autonomo da 320kW</i>	<i>Squadra 2 operatori</i>
Produttività lorda [t/ora]	13,82
Produttività netta [t/ora]	14,87
<i>Trasporto alla centrale con autotreno</i>	<i>Squadra 1 operatore</i>
Distanza [km]	75
Carico medio a viaggio [t]	22
Volume medio a viaggio [m <sup>3</sup> ]	51

Tabella 1. Parametri e produttività nelle operazioni analizzate.  
Table 1. Parameters and productivity in analysed operations.  
Tableau 1. Paramètres et productivité dans les opérations analysés.

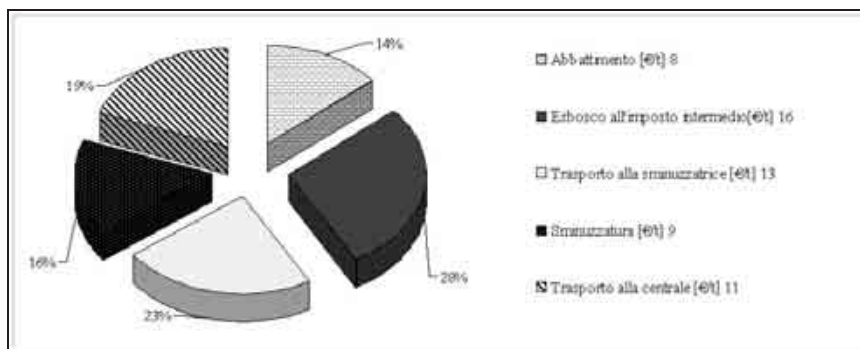


Figura 1. Ripartizione dei costi di filiera e loro percentuale sul totale.  
Figure 1. Supply chain costs and percentage of total cost.  
Figure1. Répartition des coûts de la chaîne et pourcentage du total.

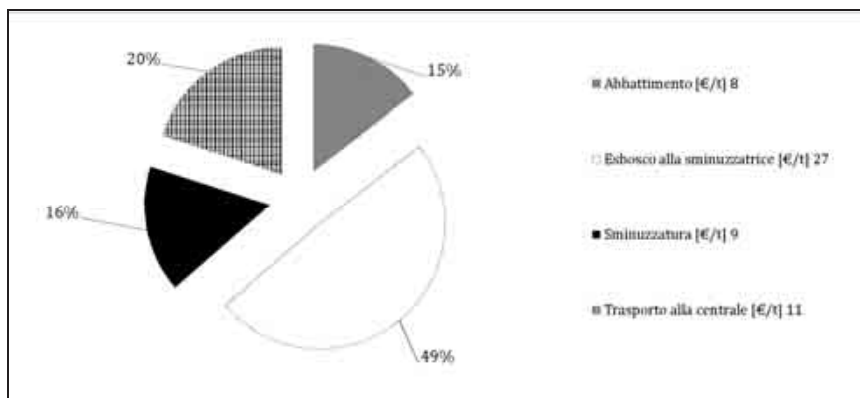


Figura 2. Ripartizione dei costi di filiera, con esbosco diretto all'imposto di sminuzzatura.  
Figure 2. Supply chain costs with direct skidding to chipping landing.  
Figure 2. Répartition des coûts avec vidange des arbres directement à la place de déchiquetage.



<i>Esbosco alla sminuzzatrice con trattore gommato da 75kW e verricello forestale da 50kN</i>	<i>Squadra 3 operatori</i>
Distanza media concentramento [m]	600
Distanza media esbosco [m]	7
Carico medio a viaggio [N°piante]	0,81
Carico medio a viaggio [t]	2,18
Produttività lorda [t/ora]	2,22
Produttività netta [t/ora]	600

Tabella 2. Parametri principali e produttività nelle operazioni di esbosco diretto all'imposto di sminuzzatura.

Table 2. Principal parameters and productivity in direct skidding to chipping landing.

Tableu 2. Paramètres principaux et productivité en vidange des arbres directement à la place de déchetage.

## SUMMARY

### FIRST THINNING IN A *PINUS HALEPENSIS* (MILLER) STAND WITH WOOD FOR ENERGETIC USE

This study through the analysis of a concrete reality identifies the manner to optimize the biomass supply chain, from the economic point of view, acting on technical levers. Considering a first thinning practice, carried out in a stand of Aleppo pine, while applying the system of the whole tree extraction (Full Tree System), with integral trees chipping at the landing. On all the harvesting operations were recorded detailed working times, whose elaboration integrated by the dendrometric measures allowed to calculate the productivity. Through the economic analysis of the operations was calculated intervention cost and final cost of chipped wood. To increase economic profitability of the production process it was needed an optimization of wood extraction, since that voice had the largest influence on the final cost. In the studied yard, trees extraction to the chipping landing was performed initially in two passages; in the second moment it was performed and realized the direct skidding to chipping landing, without passing for the temporary one. The reorganization of the yard permitted to reduce the product cost increasing the profitability of sold forest biomass. An analysis of the whole study displays the methodology to be proposed for thinning interventions in Center-Southern Italy.

## RÉSUMÉ

### PREMIER COUPE D'ÉCLARCIE EN PINÈDE DE *PINUS HALEPENSIS* (MILLER) AVEC MATÉRIEL POUR USAGE ÉNERGÉTIQUE

L'étude grâce à l'analyse d'une réalité concrète identifie la manière pour optimiser, du point de vue économique la chaîne de la biomasse, en agissant sur leviers techniques. Un premier coupe d'éclaircie est pris en considération, pratiqué dans une pinède de pin d'aleppo, en appliquant le système de l'arbre entier (Full Tree System), avec le déchetage intégral des arbres à la place de dépôt. Un relief détaillé des temps de travail a été exécuté sur toutes les phases, complétée par les résultats dendrométriques a permis d'obtenir la productivité. À travers l'analyse économique des phases opérationnelles a été exécuté l'élaboration du coût de la pratique et du coût final des plaquettes obtenues. Pour augmenter le gain du procès productif a été nécessaire l'optimization du vidange des arbres, en étant la voix avec la

plus grand incidence sur le coût final. En principe, dans le chantier analysé avait lieu le vidange des arbres à la déchetageuse en deux passages; le vidange des arbres directement à la déchetageuse a été supposé et réalisé, sans passer pour la place de dépôt temporaire. La réorganisation du chantier a permis de réduire le coût du produit en augmentant le gain de la biomasse forestière obtenue. L'analys total de l'étude montre quelle méthodologie proposer pour l'exploitation de la biomasse des coupe d'éclaircie en Italie centre-méridionale.

## BIBLIOGRAFIA

- Baldini S., Pollini C., 2000 - *Proposta europea di protocolli armonizzati per lo studio del lavoro in bosco*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 56 5pp; 57 6pp; 58 7pp; 60 9pp.
- Brun F., Furlan G., 2000 - *Studio dei costi di produzione e stima del prezzo minimo del cippato di legno per usi energetici*. Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Economia e Ingegneria Agraria, Forestale e Ambientale pp. 46.
- Fabiano F., Piegai F., 2007 - *Diradamenti in impianti artificiali di conifere. Produttività e costi per produzione di cippato*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 136 (8/07): 23-29.
- Hippoliti G., 1997 - *Appunti di meccanizzazione forestale*. Firenze, Società Editrice Fiorentina pp. 320.
- Laitila J., 2008 - *Harvesting technology and the cost of fuel chips from early thinnings*. Silva Fennica 42(2): 267-283.
- Ministero dei Trasporti e della Navigazione 2005 - *Comitato Centrale per l'Albo degli Autotrasportatori di cose per conto di terzi. Indagine conoscitiva sui costi delle imprese italiane di autotrasporto per conto di terzi*. Aggiornamento Gennaio 2005 pp. 81.
- Miyata E.S., 1980 - *Determining fixed and operating costs of logging equipment*. GTR NC-55. USDA Forest Service North Central Experiment Station, St. Pau, 14pp.
- Mizaraitė D., Mizaras S., Sadauskienė L., 2007 - *Wood fuel supply, costs and home consumption in Lithuania*. Biomass and Bioenergy 31: 739-746.
- Sperandio G., Verani S., 1996 - *Produttività di lavoro e costi di utilizzazione di boschi cedui: risultati di un quindicennio di esperienze*. Monti e Boschi 4: 35-42.
- Spinelli R., Nati C., Magagnotti N., 2003 - *Raccolta di legno cippato dalle giovani peccete artificiali del Feltrino*. Associazione Montegrappa pp. 26.
- Verani S. e Sperandio G., 2003 - *Prove di primo diradamento in una piantagione di pino laricio. Analisi tecnico-economica*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 90 (6/03): 43-47.

## LA RACCOLTA DEL LEGNO IN BOSCHI PERCORSI DA INCENDIO

(\*) Dipartimento di tecnologie, ingegneria e scienze dell'Ambiente e delle Foreste, Università della Tuscia, Viterbo

(\*\*) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università di Firenze

In questo lavoro gli autori riportano i risultati di uno studio sull'utilizzazione del materiale legnoso in aree percorse da incendio. Il lavoro è stato condotto in due aree di studio: una spessina di pino marittimo in Toscana ed un ceduo a prevalenza di querce in Umbria. In entrambe le aree sono stati applicati diversi sistemi e tecniche di lavoro. Nell'utilizzazione della pineta sono stati messi a confronto due diversi sistemi di abbattimento e due di esbosco, basate sul sistema di lavoro a pianta intera. Nell'utilizzazione del ceduo sono stati messi a confronto quattro diversi sistemi di esbosco. I dati raccolti hanno permesso di individuare le produttività dei diversi sistemi e di fornire indicazioni utili per interventi futuri in situazioni simili.

*Parole chiave:* pineta, ceduo, ripristino, incendio.

*Key words:* pine forest, coppice, rehabilitation, wildfire.

*Mots clés:* pinède, taillis, réhabilitation, incendie.

### 1. INTRODUZIONE

Nell'ambito del progetto di ricerca nazionale PRIN 2005 "Tecniche di ripristino dei boschi percorsi da incendio, possibile uso del materiale legnoso e valutazione di impatto ambientale" sono state confrontate diverse metodologie di utilizzazione, attuabili per il ripristino di due aree percorse da incendio. Sono state individuate le produttività delle operazioni di raccolta del legno al fine di guidarne la scelta in situazioni analoghe e di quantificare il materiale che è possibile recuperare dall'intervento.

### 2. MATERIALI E METODI

Nell'ambito del progetto sono state selezionate due aree percorse da incendio. La prima è una spessina di Pino marittimo (*Pinus pinaster* Aiton) di 18 anni, percorsa dal fuoco nell'agosto del 2005, situata lungo il litorale toscano in località Calambrone nel comune di Pisa. L'area di studio è compresa all'interno del perimetro del Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli. Il sito si presenta pianeggiante, con scarsa accidentalità del terreno, risulta ben accessibile per la presenza di una sviluppata rete di strade e piste forestali. All'interno del popolamento è stata selezionata un'area rappresentativa di 1,10 ha, sottoposta all'intervento di ripristino utilizzando due metodologie di lavoro. La seconda area considerata è un bosco ceduo di roverella, orniello e cerro, di proprietà privata, percorso da incendio nel luglio 2005 in località La Casella nel Comune di Umbertide (PG). La superficie utilizzata risulta servita da una strada di accesso al margine inferiore e da una pista forestale nella parte superiore. L'area non è uniforme, si hanno diverse morfologie e la parte più alta risulta molto acclive e accidentata per la presenza di gradoni con rocce affioranti, la pendenza media dell'area utilizzata risulta essere del 45%. Nel bosco ceduo è stata individuata un'area di intervento di 1,75 ha, questa è stata suddivisa in 4 sottoaree di lavoro in cui sono state applicate 4 differenti metodologie d'esbosco.

Nella pineta sono state messe a confronto due metodologie di lavoro basate sul sistema della pianta intera "Full

Tree System" FTS. Con questo sistema di lavoro le piante vengono esboscate senza essere sottoposte ad allestimento in bosco, permettendo di massimizzare il recupero di biomassa. Per l'abbattimento direzionato sono state messe a confronto due metodologie di lavoro: motosega tradizionale, su un'area di 0,46 ha e motosega munita di un prototipo di telaio su un'area di 0,68 ha. Per l'esbosco delle aree è stato impiegato il trattore con verricello forestale. Inoltre sono stati condotti rilievi anche sulla sminuzzatura in bosco con una sminuzzatrice montata su trattore articolato portante. Il materiale ottenuto dalle prove sperimentali era biomassa ad utilizzo energetico, trasportata con autotreno alla centrale termoelettrica di Scarlino (GR).

Nel bosco ceduo l'abbattimento è avvenuto su tutta l'area con motosega, lasciando le piante intere in fastelli direzionati verso la pista d'esbosco a monte. Sono state messe a confronto quattro diverse metodologie di esbosco. Su tre sottoaree è stato applicato il sistema di lavoro della pianta intera, abbinato alla sminuzzatura del materiale all'imposto. Nella prima sottoarea di 2500 m<sup>2</sup> l'esbosco è stato eseguito con gru a cavo superleggera, nella seconda di 6000 m<sup>2</sup> con trattore agricolo e verricello forestale con l'ausilio di uno scudo in vetroresina, nella terza di 4000 m<sup>2</sup> con trattore agricolo e verricello forestale. Sulla quarta sottoarea, la fascia bassa del bosco, con una superficie di 5000 m<sup>2</sup>, è stato eseguito l'allestimento delle piante con motosega sul letto di caduta e l'avvallamento manuale della legna. I polloni ottenuti dalle prime tre sottoaree sono stati sminuzzati per intero, mentre delle matricine si sminuzzavano solo i rami con diametro inferiore a 10 cm, dopo averli distaccati dal fusto principale. Le scaglie ottenute erano trasportate con trattore e rimorchio al deposito distante 800 m.

È stato effettuato il rilievo dei tempi delle diverse fasi e sottofasi operative secondo il protocollo armonizzato per lo studio dei lavori in bosco (Baldini S. e Pollini C. 2000). Per il calcolo dei volumi lavorati si è proceduto al rilievo su un campione di piante abbattute del diametro a metà e dell'altezza, da cui è stato calcolato il volume dell'albero medio della pineta, del pollone medio e della matricina media nel ceduo. Si è proceduto al prelievo di rotelle a diverse altezze dalle piante, polloni e matricine da cui è stata

determinata in laboratorio la massa volumica e dopo essiccazione in stufa l'umidità del materiale legnoso. Sono state rilevate con rotella metrica le distanze durante l'esbosco delle piante ed il trasporto delle scaglie. La quantità media di ramaglia di dimensioni inferiori ai 3 cm è stata quantificata con pesate, il peso medio della ramaglia è stato sommato a quello medio dei fusti dei polloni e delle matricine. Inoltre per analizzare la quantità di materiale sminuzzato sono state rilevate le dimensioni dei carichi di scaglie nei rimorchi ed il peso su pesa certificata.

### 3. RISULTATI

Dai rilievi è stato possibile quantificare il materiale legnoso ottenibile con le operazioni di ripristino. Dall'elaborazione dei rilievi condotti sulle piante abbattute nella pineta emerge che il loro diametro medio al calcio è di 9,2 cm, con un peso medio a pianta di 10,2 kg ad una umidità del 17%, per una massa totale utilizzata di 50 t ha<sup>-1</sup> (Tab. 1).

Dall'analisi delle piante abbattute nel bosco ceduo risulta che i polloni presentano un diametro medio al calcio di 9,8 cm e le matricine di 28,8 cm, il peso medio dei polloni risulta essere di 26 kg dato per il 31% dalla ramaglia e quello medio delle matricine di 349 kg su cui la ramaglia incide al 28%, l'umidità del legno al momento del taglio è risultata del 33%. Dai rilievi emerge una massa utilizzata di 50 t ha<sup>-1</sup> (Tab. 2).

Dall'elaborazione dei tempi di lavoro e dei dati dendrometrici è stato possibile calcolare la produttività per ciascuna delle metodologie proposte, nei due contesti operativi, ed eseguirne il confronto. Nelle operazioni di abbattimento e affastellamento delle piante nella pineta con la motosega tradizionale si impiegano 70 ore/ha/operatore, mentre con il telaio 77 ore (Tab. 3). Dall'analisi della ripartizione dei tempi di lavoro si evidenzia una riduzione del tempo di passaggio da una pianta all'altra utilizzando il telaio rispetto alla motosega tradizionale, infatti questa fase operativa si riduce dal 27% al 19% dei tempi di abbattimento. Dall'analisi delle ceppaie, dopo il taglio si nota una riduzione significativa dell'altezza media di taglio, che passa da 7,2 cm a 4,3 cm nell'area in cui è stato impiegato il telaio. Per le operazioni di concentramento ed esbosco del materiale sono necessarie 104 ore/ha/operatore (Tab. 3), su una distanza media di concentramento di 16 m ed una distanza media di esbosco di 35 m; in ogni viaggio sono state esboscate in media 17 piante che equivalgono a 0,17 t. Le produttività riscontrate ci permettono di prevedere un tempo di sminuzzatura pari a 8 ore/ha (Tab. 3), nel caso che oltre alla sminuzzatura sia fatto il trasporto delle scaglie per una distanza di 150 m, il peso di un metro stereo di scaglie di pino risulta essere di 0,30 t. Ipotizzando, la sminuzzatura all'imposto come nel secondo cantiere, con una sminuzzatrice azionata da trattore, per piante di dimensioni analoghe e la stessa quantità di materiale, sono necessarie 135 ore/ha/operatore (Tab. 3-4). Dalla somma delle singole voci è possibile ricostruire i tempi totali necessari per ciascuno dei cicli proposti (Tab.3).

Nel bosco ceduo si ha in media la necessità di 48 ore/ha/operatore per l'abbattimento direzionato (Tab. 4), mentre per le diverse tipologie di esbosco si hanno: 250 ore per la gru a cavo (Tab. 4), con un carico medio per viaggio

di 0,21 t su una distanza media di concentramento di 15 m e di esbosco di 40 m. Nell'area utilizzata con trattore e verricello con l'ausilio dello scudo si hanno 114 ore/ha/operatore (Tab. 4), con un carico medio a viaggio di 0,29 t su una distanza di concentramento di 31 m e 65 m di esbosco. Nell'area utilizzata con trattore e verricello senza scudo necessitano 104 ore/ha/operatore (Tab. 4), con un carico medio a viaggio di 0,24 t su una distanza di concentramento di 24 m e 109 m di esbosco. Nell'allestimento e avvallamento manuale sono necessarie 208 ore/ha/operatore (Tab. 4), su una distanza media di avvallamento di 25 m. Nella sminuzzatura si riscontra il peso di un metro stereo di scaglie prodotte pari a 0,29 t, si rendono necessarie 135 ore/ha/operatore (Tab. 4). Dalla somma delle singole voci è possibile ricostruire i tempi totali necessari per ciascuno dei cicli proposti.

### 4. CONCLUSIONI

Nelle operazioni di abbattimento della pineta, utilizzando la motosega, si riscontrano valori di produttività in linea con la bibliografia per sfollo e primo diradamento di pinete (Baldini S. 1979; Baldini S. *et al.* 1989); nello studio attuale, al contrario delle indicazioni bibliografiche, utilizzando il telaio si è verificata una leggera flessione della produttività, imputabile alla scarsa esperienza degli operatori con questo accessorio ed all'imperfetto funzionamento della macchina. Tuttavia sull'area utilizzata con il telaio si è avuta una diminuzione nell'altezza delle ceppaie lasciate dopo il taglio con una superficie quasi orizzontale, riducendosi la possibilità di danneggiamento dei pneumatici del trattore utilizzato nell'esbosco. Minore è risultato l'affaticamento dell'operatore con l'utilizzo del telaio, in quanto non doveva tenere la motosega sulle braccia e piegarsi continuamente. Per le operazioni di concentramento ed esbosco del materiale, le produttività riscontrate sono al di sotto di quelle estrapolabili da indicazioni bibliografiche per situazioni analoghe (Baldini S. 1979; Baldini S. *et al.* 1989); la bassa produttività nell'esbosco è dovuta al ridotto carico medio a viaggio, per effetto del limitato affastellamento delle piante. Nella sminuzzatura delle piante sul letto di caduta si riscontrano produttività al di sotto delle capacità operative di questi mezzi (Spinelli R. e Hartsough B. 2001), considerando che nell'area su cui è avvenuta la sminuzzatura erano presenti piante di dimensione maggiore rispetto all'area esboscata con il trattore ed il verricello. Con la sminuzzatura sul letto di caduta si riducono notevolmente i tempi necessari per la raccolta del legname nella pineta, ma bisognerà considerare anche il notevole compattamento del terreno provocato dalla sminuzzatrice su trattore articolato portante.

Nelle operazioni di ripristino del bosco ceduo sono emerse produttività non elevate, soprattutto considerando l'esbosco. Ad incidere sulle produttività dell'esbosco della pianta intera vi sono i carichi a viaggio sottodimensionati rispetto alle capacità operative dei mezzi, per un affastellamento ridotto, ed il numero di operatori per squadra sempre eccessivo rispetto alle reali necessità. Tra le diverse metodologie appare più proponibile l'esbosco con trattore e verricello rispetto alla gru a cavo per la quale è necessaria un'ideale formazione degli operatori, è sconsigliabile invece l'allestimento semimeccanico e avvallamento manua-

le del materiale che oltre a dare una bassa produttività determina l'abbandono in bosco della ramaglia che significa maggiore combustibile disponibile per nuovi incendi. Nella sminuzzatura all'imposto si ha una produttività al di sotto delle potenzialità della macchina (Spinelli R. e Hartsough B. 2001), determinata soprattutto dal non perfetto coordi-

namento con le operazioni di esbosco, una migliore organizzazione di questa fase operativa permetterà una notevole riduzione dei tempi necessari. Anche in questo studio è emersa l'importanza della formazione professionale di chi lavora in bosco.

Diametro al calcio della pianta media	[cm]	9,2
Volume della pianta media	[m <sup>3</sup> ]	0,021
Peso della pianta media	[kg]	10,2
Massa volumica del materiale appena abbattuto (u. 17%)	[t m <sup>-3</sup> ]	0,487
Massa utilizzata	[t ha <sup>-1</sup> ]	50

Tabella 1. Principali caratteristiche della pineta.  
Table 1. Main characteristics of Maritime pine stand.  
Tableau 1. Caractéristiques principaux de la pinède.

		<i>Polloni</i>	<i>Matricine</i>
<i>Diametro medio al calcio</i>	[cm]	9,8	28,8
<i>Ramaglia riferita al peso</i>	[%]	31	28
<i>Peso medio senza chioma</i>	[kg u 33%]	18	251
<i>Peso medio con chioma</i>	[kg u 33%]	26	349
<i>Massa utilizzata</i>	[t ha <sup>-1</sup> ]	31	19

Tabella 2. Principali caratteristiche del bosco ceduo.  
Table 2. Main characteristics of coppice stand.  
Tableau 2. Caractéristiques principaux du taillis.

<i>Ciclo proposto</i>	1	2	3	4
	<i>Ore/ha/op</i>			
Abbattimento con telaio	77	-	77	-
Abbattimento con motosega	-	70	-	70
Esbosco trattore e verricello	104	104	-	-
Sminuzzatura all'imposto	135	135	-	-
Sminuzzatura sul letto di caduta	-	-	8	8
Totale	316	312	85	78

Tabella 3. Ore/ha/operatore per le singole fasi e per l'intero ciclo di lavoro nella pineta.  
Table 3. Output (hours/ha/worker) per single phase and whole harvesting cycle in Maritime pine stand.  
Tableau 3. Heures/ha/opérateur pour les différentes opérations et l'ensemble du cycle de travail.

<i>Ciclo proposto</i>	1	2	3	4
	<i>Ore/ha/op</i>			
Abbattimento con motosega	48	48	48	48
Esbosco con gru a cavo	250	-	-	-
Esbosco trattore e verricello con scudo	-	114	-	-
Esbosco trattore e verricello senza scudo	-	-	104	-
Allestimento e avvallamento manuale (Legna da ardere)	-	-	-	208
Sminuzzatura all'imposto	135	135	135	-
Totale	433	312	287	256

Tabella 4. Ore/ha/operatore per le singole fasi e per l'intero ciclo di lavoro nel ceduo.  
Table 4. Output (hours/ha/worker) per single phase and whole harvesting cycle in coppice stand.  
Tableau 4. Heures / ha / opérateur pour les différentes opérations et l'ensemble du cycle de travail.



## SUMMARY

### WOOD HARVESTING IN BURNED AREAS

In this paper, the Authors describe the results of a study carried out in Italy on postfire rehabilitation activities. The study was carried out both in a *Pinus pinaster* (Maritime pine) stand (in Tuscany - Central Italy) and in an oak coppice (in Umbria - Central Italy). In the first area two felling and two full three extraction system were applied. In the coppice stand four extraction system were applied. The main aims were to compare different harvesting system in order to give indication for forest operation planning in similar condition.

## RÉSUMÉ

### L'EXPLOITATION EN FORÊTS BRÛLÉES

Dans l'étude, les auteurs rapportent les résultats des exploitations en forêt brûlées. Les travaux ont été conduits dans deux domaines d'études: une jeune forêt de pin maritime en Toscane et un taillis de chênes en Umria. Dans ces deux domaines ont été appliqués différents systèmes et techniques d'exploitation. Pour l'exploitation de la pinède

ont été comparés deux systèmes différents d'abattage et de vidange, basé sur le système de travail de l'arbre entier. Pour l'exploitation du taillis ont été comparés quatre différents systèmes de vidange. Les analyses ont permis d'identifier les productivités des différents systèmes et de fournir des orientations utiles pour des interventions futures dans situations similaires.

## BIBLIOGRAFIA

- Baldini S., 1979 - *Nuove tecnologie nei diradamenti*. Atti dell'incontro tenuto a Vezza d'Oglio. Brescia 15-16 giugno 1979.
- Baldini, S., Berti S., Cutini A., Mannucci M., Mercurio R., Spinelli R., 1989 - *Prove sperimentali di primo diradamento in un soprassuolo di pino marittimo (Pinus pinaster Ait.) originato da incendio: aspetti silvicolturali, di utilizzazione e caratteristiche della biomassa*. Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura 20, 385-436.
- Spinelli R., Hartsough B., 2001 - *Indagine sulla cippatura in Italia*. Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto per la Ricerca sul Legno Contributi Scientifico-Pratici per una migliore conoscenza ed utilizzazione del legno XLI Firenze.

## METODOLOGIA PER IL CENSIMENTO E LA MAPPATURA DEI CASTAGNETI DA FRUTTO

(\*) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università di Firenze

(\*\*) Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale, Firenze

In questo studio viene presentata una metodologia per il censimento e la mappatura dei castagneti da frutto. Il metodo richiede sia la compilazione di schede di campagna per le attività di censimento, sia l'impiego di un ricevitore GPS e di strumenti per la misura di distanze topografiche e di angoli per il posizionamento dei castagni. Il protocollo di rilievo è stato valutato in pieno campo calcolando i tempi di lavoro e l'errore di posizionamento. I dati raccolti a terra sono stati informatizzati e inseriti in un sistema informativo geografico. Nelle condizioni esaminate, il metodo è risultato di semplice applicazione operativa: una squadra di due persone è sufficiente per effettuare tutte le fasi di lavoro con tempi di esecuzione relativamente brevi. L'errore medio di posizionamento è risultato accettabile per cartografie impiegate operativamente nei lavori forestali.

*Parole chiave:* *Castanea sativa* Mill., monitoraggio, sistemi di posizionamento satellitare, sistemi informativi geografici.

*Key words:* *Castanea sativa* Mill., monitoring, global positioning systems, geographic information systems.

*Mots clés:* *Castanea sativa* Mill., monitoring, systèmes de positionnement par satellites, systèmes d'information géographique.

### 1. INTRODUZIONE

Il castagno - *Castanea sativa* Mill. - è una specie forestale importante. Nel nostro Paese la sua diffusione è stata favorita per ottenere una produzione diversificata di assortimenti legnosi e di frutto (Ciancio e Nocentini, 2004).

Secondo l'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio, in Italia la superficie dei Boschi alti di castagno è di 788408 ha. In Toscana la superficie dei castagneti è di 156869 ha; i castagneti da legno occupano 111495 ha, i castagneti da frutto e le selve castanili si estendono su 33964 ha<sup>1</sup> (INFC, 2005).

La produzione della castagna rappresenta una opportunità economica reale per le popolazioni che vivono nelle aree rurali della regione. Basti considerare che circa l'8,5% della produzione nazionale di castagne proviene dalla Toscana (fonte Coltivazioni agricole foreste e caccia ISTAT 2004).

La valorizzazione dei prodotti locali è stata avviata con i livelli di riconoscimento europeo IGP - Identificazione Geografica Protetta - e DOP - Denominazione di Origine Protetta. In Toscana il riconoscimento IGP è stato attribuito alla Castagna dell'Amiata e al Marrone del Mugello, mentre il riconoscimento DOP è stato assegnato alla Farina di Neccio della Garfagnana.

Considerata l'importanza della castanicoltura in Toscana, il GAL F.A.R. Maremma in collaborazione con ARSIA, nell'ambito del progetto *Leader Plus CASTANEA*, ha promosso e finanziato lo studio di una metodologia di rilievo volta ad approfondire le conoscenze sugli aspetti varietali e gestionali dei castagneti da frutto IGP ai fini di una loro migliore gestione.

In particolare, lo studio ha previsto la realizzazione di schede per il rilievo di attributi qualitativi e quantitativi e lo sviluppo di una metodologia per la mappatura dei castagneti da frutto IGP finalizzata alla predisposizione di un sistema informativo geografico. Il metodo è stato valutato

in pieno campo su alcuni castagneti del Monte Amiata e del Mugello.

### 2. MATERIALI E METODI

Lo studio è stato svolto in più fasi: a) scelta delle aree di studio; b) predisposizione di schede per il censimento dei castagneti IGP; c) mappatura dei castagneti IGP; d) applicazione in pieno campo del metodo; e) sviluppo di un sistema informativo geografico; f) valutazione dei tempi di rilievo e dell'errore di posizionamento.

#### 2.1 Aree di studio

La scelta delle aree di studio sul Monte Amiata è stata effettuata in collaborazione con l'Associazione per la valorizzazione della Castagna del Monte Amiata.

In Provincia di Grosseto sono stati individuati tre castagneti IGP rappresentativi della realtà castanicola amiatina. Il primo castagneto, di seguito denominato area 1, è situato nel Comune di Castel del Piano, in località Piane di Castel del Piano, a una quota di 800 m s.l.m. Gli altri due castagneti, di seguito denominati area 2 e area 3, sono situati nel Comune di Arcidosso, in località Piane di Arcidosso (area 2) e La Colonia (area 3), rispettivamente a una quota di 750 e 680 m s.l.m. I castagneti delle aree 1 e 2 sono di proprietà privata; il castagneto dell'area 3 è di proprietà della Regione Toscana. Le aree sono situate in un contesto territoriale a morfologia dolce: l'area 1 è quasi pianeggiante; le aree 2 e 3 sono caratterizzate da pendenze lievi.

Una quarta area, di seguito denominata area 4, è stata individuata in Provincia di Firenze, nel Comune di Borgo San Lorenzo, in località Madonna dei Tre Fiumi. L'area 4, di proprietà privata, si trova a una quota di 630 m s.l.m. L'area è stata scelta per testare la metodologia di rilievo su castagneti IGP del Mugello che presentano caratteri ambientali diversi da quelli esaminati sul Monte Amiata. In Mugello, infatti, l'orografia del territorio è piuttosto accidentata, con valli strette e versanti ripidi. Inoltre, spesso i castagneti del Mugello sono costituiti da piante di dimen-

<sup>1</sup> 11411 ha sono castagneti non classificati per la sottocategoria.

sioni elevate e per questo presentano densità inferiori rispetto a quelli del Monte Amiata (Figura 1).

## 2.2 Schede per il censimento dei castagneti IGP

Le schede di rilievo per il censimento sono state sviluppate con l'obiettivo di raccogliere informazioni sulle caratteristiche qualitative e quantitative dei castagneti da frutto IGP.

I criteri adottati per realizzare le schede di campagna hanno tenuto conto della necessità di disporre una metodologia di rilievo capace di fornire dati attendibili sugli aspetti varietali e gestionali dei castagneti da frutto, che fosse al tempo stesso tecnicamente realizzabile, speditiva e replicabile nel tempo.

Gli attributi ritenuti di maggiore interesse sono stati suddivisi in tre categorie principali, per ciascuna delle quali è stata predisposta una scheda di campagna considerando il seguente ordine di importanza ai fini di approfondire le conoscenze dei castagneti IGP: 1) scheda A - varietà di castagno e stato fitosanitario; 2) scheda B - attributi dendrometrici e potature; 3) scheda C - dimensione dei frutti e possibilità di meccanizzare le operazioni di raccolta e potatura.

## 2.3 Mappatura dei castagneti IGP

Il GPS - *Global Positioning Systems* - è un sistema di posizionamento satellitare le cui applicazioni in campo civile sono cresciute notevolmente negli ultimi anni (Bernardini, 2008).

Nel settore forestale il GPS può essere utilizzato, ad esempio, per il rilievo di tracciati (Scrinzi *et al.*, 1995; Gherardi *et al.*, 1998), per il posizionamento e il ritrovamento di punti inventariati (Balloni *et al.*, 1995; INFC, 2005; Tonolli e Salvagni, 2007), nell'ambito di rilievi preliminari alla redazione di piani di gestione forestale (Marchetti *et al.*, 1995; Maetzke, 2005), per la perimetrazione di aree percorse da incendio (Adoni *et al.*, 2008).

Le prestazioni di posizionamento del GPS in foresta sono state valutate da diversi Autori. Le sperimentazioni realizzate dimostrano che si possono ottenere buoni risultati in condizioni operative standard - soprattutto dopo la correzione differenziale - ma evidenziano, allo stesso tempo, alcune difficoltà operative in caso di accentuata orografia o quando si deve operare sotto una copertura arborea densa (Floris e Scrinzi, 1995; Floris *et al.*, 1996; Scrinzi *et al.*, 1999; Maetzke, 2002; Scrinzi *et al.*, 2003). In queste condizioni i tempi di lavoro per un rilievo di tipo stazionario sono solitamente superiori e sono maggiori gli errori dovuti al *multipath*, anche se con incidenza diversa a seconda del tipo di ricevitore utilizzato. Ad esempio, Scrinzi *et al.* (1999) hanno stimato che per istituire punti di campionamento sotto copertura arborea con errori di posizionamento di circa un metro sono necessari tempi di stazionamento di circa 15 minuti.

Ciò premesso, in questo studio la mappatura di singole piante di castagno con GPS è stata ritenuta eccessivamente onerosa poiché richiederebbe un numero elevato di rilievi di tipo stazionario. Per questo motivo, il metodo qui proposto prevede l'impiego del GPS per il rilievo di un numero limitato di punti all'interno dei castagneti, di seguito denominati centri di riferimento, per poi determinare la posizione dei castagni rispetto a tali punti.

In pratica, una volta stabilita la localizzazione del centro di

riferimento, la sua posizione viene determinata con GPS, poi, per ciascuna pianta situata nel raggio di circa 30-50 m dal centro si misura la distanza topografica tra il centro e la pianta e l'angolo rispetto al nord letto in corrispondenza del centro di riferimento traguardando in direzione della pianta.

Il metodo presuppone la correzione differenziale delle posizioni GPS. Note le coordinate del centro di riferimento, le coordinate delle piante si ricavano con semplici operazioni trigonometriche.

Al fine di testare la procedura descritta nei castagneti oggetto di studio è stata predisposta la scheda D sulla quale annotare le diverse misure per il posizionamento.

## 2.4 Applicazione

Il metodo proposto per il censimento e la mappatura dei castagneti da frutto è stato applicato in pieno campo nelle aree di studio del Monte Amiata e del Mugello. I rilievi sono stati effettuati da una squadra di due operatori nel periodo ottobre-novembre 2007.

Nelle aree 1, 2 e 4 i rilievi sono stati eseguiti su un'area di saggio di forma circolare di raggio 30 m (2827 m<sup>2</sup>). Nell'area 3 i rilievi sono stati eseguiti sull'intera superficie del castagneto (4410 m<sup>2</sup>).

In ciascuna area di rilievo sono state effettuate le seguenti operazioni:

- le coordinate del centro di riferimento, che è stato fatto coincidere con il punto centrale dell'area di rilievo, sono state misurate con strumento GPS palmare Trimble serie GeoExplorer® CE modello GeoXT. Lo strumento è stato impostato con PDOP<sup>2</sup> *mask* uguale a 5,5, *Elevation mask*<sup>3</sup> uguale 15°, SNR<sup>4</sup> uguale a 6, intervallo di acquisizione uguale 5 secondi. L'antenna esterna del ricevitore GPS è stata montata a una altezza di circa 1,8 m su una palina infissa nel centro di riferimento e lo strumento è stato lasciato lavorare mentre i due operatori portavano avanti le altre operazioni di rilievo. Le coordinate del centro sono state acquisite rilevando almeno 180 posizioni;
- il censimento è stato eseguito compilando le schede A, B e C. La compilazione della scheda A - varietà di castagno e stato fitosanitario - e della scheda C - dimensione dei frutti e possibilità di meccanizzare le operazioni di raccolta e potatura - è stata effettuata con stima a vista degli attributi da rilevare; la compilazione della scheda B - attributi dendrometrici e potature - è stata effettuata utilizzando un cavalletto dendrometrico per la misura del diametro a 1,3 m e impiegando un ipsometro/distanziometro a ultrasuoni HAGLOF VERTEX per la misura delle altezze. In presenza di piante di dimensioni elevate, il diametro a 1,3 m è stato derivato dalla misura della circonferenza rilevata con nastro metrico.
- il posizionamento è stato eseguito compilando la scheda

<sup>2</sup> *Position Dilution Of Precision*: indicatore che misura la qualità delle posizioni GPS in relazione alla configurazione geometrica dei satelliti in orbita utilizzati per rilevare tali posizioni. Maggiore è la dispersione dei satelliti rispetto al ricevitore, minore è il valore di PDOP e maggiore è la precisione delle posizioni rilevate.

<sup>3</sup> Altezza minima sull'orizzonte (espressa in gradi) dei satelliti utilizzati per il posizionamento.

<sup>4</sup> *Signal Noise Ratio*: indicatore che misura la qualità del segnale radio. Al crescere di SNR le informazioni portate dal segnale radio sono più facilmente distinguibili dal rumore di fondo e si riducono gli errori generati nel posizionamento.

D. Per effettuare questa operazione è stato impiegato un ipsometro/distanziometro a ultrasuoni HAGLOF VERTEX per misurare la distanza topografica tra il centro di riferimento e il fusto della pianta; inoltre è stata utilizzata una bussola Meridian Wyssen MI-4006 con clinometro per pendenze fino a  $\pm 100\%$  per misurare l'angolo in gradi rispetto al nord, letto traguardando in direzione della pianta dal centro di riferimento.

### 2.5 Sistema informativo geografico

Le posizioni GPS dei centri di riferimento sono state corrette con il software GPS Pathfinder Office 3.0. Poi, le posizioni corrette sono state utilizzate per elaborare i dati della scheda D e completare la mappatura dei castagneti da frutto. Infine, le posizioni dei castagni e i dati delle schede A, B e C sono stati inseriti nella banca dati del sistema informativo geografico di progetto dotato di alcune cartografie di base - mappe catastali, carte tecniche regionali, ortofoto digitali.

### 2.6 Valutazione del metodo

Il metodo di censimento è stato valutato attraverso il calcolo e l'analisi dei tempi di lavoro. Per ogni castagno censito nelle aree di studio è stato misurato il tempo necessario alla compilazione delle schede A, B, C e D. Poi, per ciascuna area e per ciascuna scheda sono stati calcolati i tempi di rilievo a ettaro. In seguito è stata effettuata l'analisi della varianza per verificare eventuali differenze tra i tempi di rilievo delle schede A, B e C. In caso di differenze statisticamente significative è stato eseguito il test HSD di Tukey (Zar, 1996).

Il metodo di mappatura è stato valutato calcolando l'errore di posizionamento. Per effettuare tale valutazione è stata acquisita con GPS la posizione di 15 castagni. In questo caso, la palina di supporto dell'antenna esterna dello strumento è stata posizionata quanto più possibilmente vicina al fusto delle piante. I parametri del ricevitore non sono stati modificati rispetto alla configurazione utilizzata per posizionare i centri di riferimento. Per ogni pianta sono state acquisite almeno 180 posizioni. La media aritmetica delle posizioni corrette differenzialmente è stata considerata come posizione "vera" dei castagni. L'errore di posizionamento è stato calcolato misurando la distanza tra la posizione vera e quella presunta. La valutazione è stata realizzata solo nell'area 4 che sul piano operativo presenta condizioni orografiche più difficili rispetto alle altre aree di studio.

## 3. RISULTATI

Il numero di castagni nelle aree 1, 2, 3 e 4 è risultato, rispettivamente, 123, 95, 185 e 70 castagni a ettaro. Le schede di rilievo predisposte ai fini del censimento sono presentate in Figura 2.

A titolo di esempio, in Figura 3 è visualizzata con il sistema informativo geografico la distribuzione dei castagni mappati nell'area 3.

L'applicazione del metodo di censimento in pieno campo è risultata semplice e relativamente veloce. Il tempo in minuti e in secondi a ettaro impiegato da una squadra di due operatori a compilare le schede di rilievo A, B e C è riportato in Tabella 1. I tempi totali sono risultati simili

nelle aree 1, 2 e 4, pari, in media, a 172 minuti a ettaro. Nell'area 3 il tempo totale richiesto per compilare le schede è risultato superiore, pari a 396 minuti a ettaro. Tale differenza è dovuta al numero maggiore di piante a ettaro rilevate nell'area 3 (185 castagni) rispetto a quelle trovate nell'area 1 (123 castagni), nell'area 2 (95 castagni) e nell'area 4 (70 castagni). Inoltre, si deve considerare che l'area 3 è la prima area sulla quale il metodo è stato applicato. Qui gli operatori hanno dovuto superare una prima fase di addestramento che, in parte, ha condizionato i tempi di rilievo registrati.

L'analisi della variabilità ha evidenziato differenze statisticamente significative ( $p < 0,001$ ) tra i tempi di compilazione delle schede (Tabella 2). Nelle aree 1, 2 e 3, la scheda C - dimensione dei frutti e possibilità di meccanizzare le operazioni di raccolta e potatura - ha richiesto tempi di lavoro minori della scheda A - varietà di castagno e stato fitosanitario - e della scheda B - attributi dendrometrici e potature. Nelle aree 1, 3 e 4 la scheda B ha richiesto tempi di rilievo più lunghi. Le operazioni che hanno inciso di più sui tempi di lavoro sono state la misura delle altezze, il rilievo dei diametri e la classificazione della varietà di castagno.

Se si esclude dal calcolo l'area 3 per i motivi esposti in precedenza, il tempo di rilievo a ettaro è stato in media di 59 minuti per la scheda A, di 73 minuti per la scheda B e di 39 minuti per la scheda C.

Il tempo impiegato per compilare la scheda D, relativa al posizionamento, è stato di 26 minuti a ettaro nell'area 1, di 21 minuti a ettaro nell'area 2, di 51 minuti a ettaro nell'area 3 e di 15 minuti a ettaro nell'area 4. Anche in questo caso le differenze sono dovute alla diversa densità dei castagneti da frutto. In media, il tempo di rilievo della posizione di una singola pianta è risultato di 43 secondi.

Se consideriamo che su una superficie di un ettaro devono essere individuati circa 4 centri di riferimento, il tempo di posizionamento è di circa di 80 minuti.

L'errore medio di posizionamento misurato nell'area 4 è stato di circa 2 metri (Tabella 3).

In sintesi, il tempo richiesto a una squadra di due operatori a effettuare il censimento e la mappatura in pieno campo di un ettaro di castagneto da frutto è risultato di poco superiore a 4 ore. Se consideriamo una densità di 100 castagni per ettaro, l'informatizzazione dei dati raccolti a terra e la loro implementazione nel sistema informativo geografico richiede circa 2 ore di lavoro.

## 4. DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

La metodologia per il censimento e la mappatura dei castagneti da frutto IGP si è rivelata di semplice applicazione operativa. Una squadra di due unità è sufficiente per svolgere tutte le attività previste dal protocollo sperimentale.

La compilazione delle schede di campagna è risultata pratica e relativamente veloce, anche se la classificazione delle varietà di castagno richiede l'impiego di personale esperto per ottenere dati attendibili. La compilazione della scheda B - attributi dendrometrici e potature - in genere è risultata la più onerosa; in questo caso i tempi di rilievo potrebbero essere ridotti effettuando stime a vista del diametro e dell'altezza delle piante.

Il posizionamento dei castagni con ricevitore GPS combinato all'utilizzo di strumenti per la misura di distanze topo-



grafiche e di angoli è risultato sufficientemente affidabile. Nelle condizioni esaminate l'errore medio commesso è tollerabile per rappresentazioni cartografiche impiegate operativamente nei lavori forestali. Inoltre, il metodo offre il vantaggio di ridurre i tempi di lavoro rispetto a quelli attesi per rilievi GPS di tipo stazionario sotto copertura forestale.

Il metodo proposto si presta bene per essere applicato per singola particella catastale, individuando con GPS la posizione di circa 4 centri di riferimento a ettaro.

Il sistema informativo geografico costituisce una base di dati utile che consente, da un lato, di monitorare la consistenza del patrimonio castanicolo suddiviso fra varietà e ecotipi e, dall'altro, di programmare gli interventi di gestione ordinaria e straordinaria del castagneto, sia a livello

aziendale sia comprensoriale, anche alla luce delle misure previste dal Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 della Regione Toscana.

Prima di concludere è opportuno segnalare che: a) in commercio sono ora disponibili strumenti integrati dotati di GPS, bussola e distanziometro; b) il contenuto delle schede per il censimento dei castagneti da frutto IGP può essere modificato per adattarlo alle varie realtà locali in funzione delle diverse esigenze; c) ai fini del monitoraggio dei castagneti IGP, i tempi e i costi di lavoro connessi alle attività di mappatura devono essere considerati una sola volta in quanto, nelle successive ripetizioni, il posizionamento dei castagni sarà effettuato solo per eventuali nuove piante.

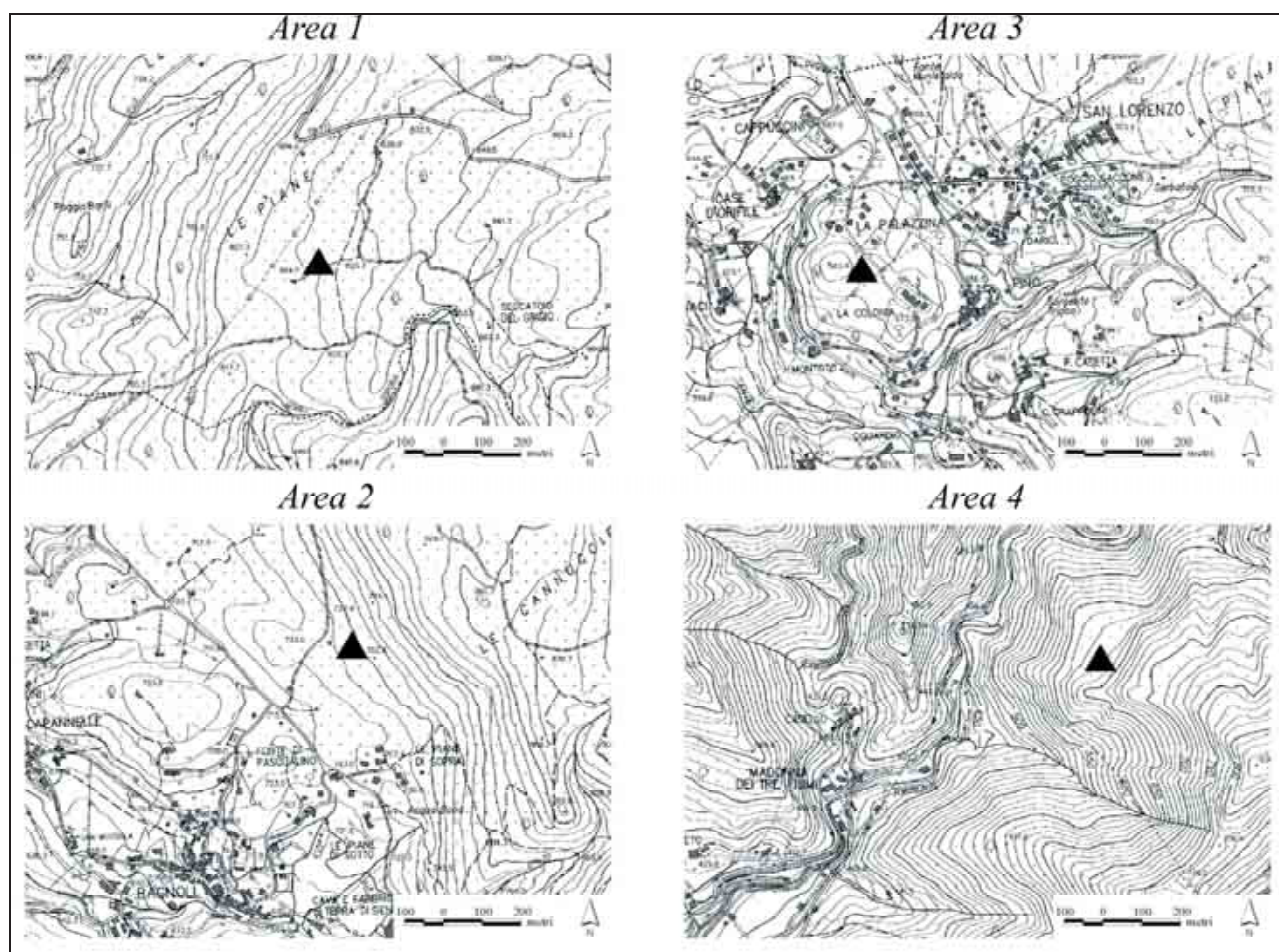


Figura 1. Posizione delle aree di studio rappresentata con un triangolo su carta tecnica regionale.

Figure 1. Location of the study areas expressed with a triangle on topographic map.

Figure 1. Position des aires d'étude représentée avec un triangle sur carte topographique régionale.

Scheda - A																		
Provincia e Comune:						Foglio di mappa catastale:												
Proprietario/Ditta/Ente:						Numero di particella catastale:												
Pianta n.	Foto n.	Varietà/ecotipo			Stato vegetativo <sup>1</sup>					Sintomi								
		Rimonda viva	Ciclo	Morosa	Selvatico	0	25	50	75	100	Assenti	Cancri mortali evidenti su rami di 1°/2° ordine	Presenza presunta del mal dell'inchiostro	Danni di natura abiotica	% di chioma interessata da sintomi			

Scheda - B											
Pianta n.	Diametro a 1,3 m		Altezza totale m	Altezza di inserzione della chioma m	Raggio medio della chioma m	% di chioma compresa	% di chioma aduggiata	Potature			
	cm							Nessuna	Di produzione	Di rimonda/ricostituzione della chioma	

Scheda - C															
Pianta n.	Pianta monumentale <sup>2</sup>		Terreno accidentato		Pendenza del terreno intorno alla pianta			Presenza di altre specie <sup>3</sup>		Accesso per mezzi meccanici <sup>4</sup>		Dimensione del frutto			
	si	no	si	no	assente	moderata	elevata	si	no	si	no	piccola	media	grande	

Scheda - D	
Pianta n.	Distanza topografica
	m
Pianta n.	Angolo rispetto al nord
	gradi

Note: <sup>1</sup> 0=morta; 25=malattie; 50=discreto; 75=buono; 100=ottimo  
<sup>2</sup> Da valutare in funzione delle dimensioni, del portamento e dello stato di salute generale - <sup>3</sup> In presenza di altre specie vicine, indicare quali devono essere rianziate e quali devono essere eliminate  
<sup>4</sup> Mezzi per la raccolta meccanizzata e la potatura con piattaforme aeree

Figura 2. Schede predisposte per il censimento - schede A, B e C - e la mappatura - scheda D - dei castagneti da frutto.  
 Figure 2. Field forms developed for the census - forms A, B and C - and mapping - form D - of chestnut trees.  
 Figure 2. Fiches pour le recensement - fiches A, B et C - et la cartographie - fiche D - des châtaigneraies pour la production de fruits.

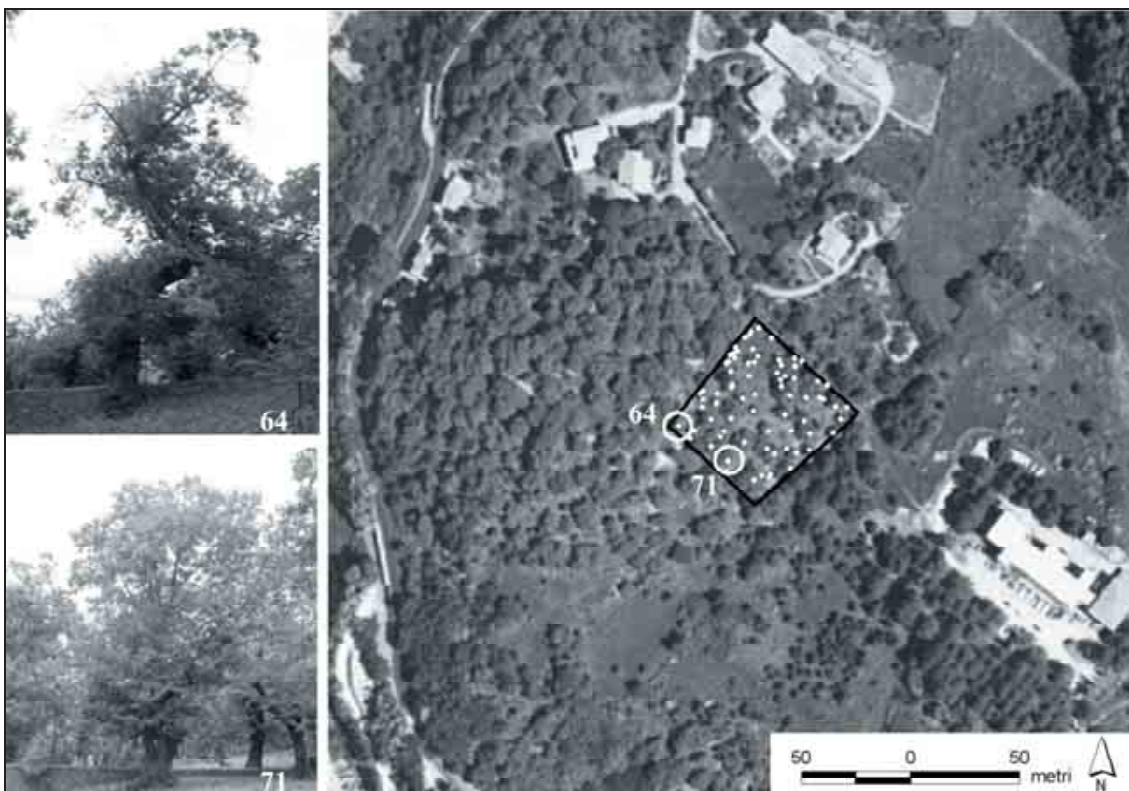


Figura 3. A destra, risultato del posizionamento dei castagni - rappresentati con punti bianchi - nell'area 3 - rappresentata con un poligono nero; a sinistra, foto del castagno n. 64 - in alto - e del castagno n. 71 - in basso.  
 Figure 3. On the right side, result of the positioning of the chestnut trees - white dots - within the area 3 - black polygon; on the left side, picture of chestnut trees n. 64 - above - and n. 71 - below.  
 Figure 3. A droite, résultat du positionnement des châtaigniers - représentés avec des points blancs - dans l'aire 3 - représentée avec un polygone noir; à gauche, photo du châtaignier n. 64 - en haut - et du châtaignier n. 71 - en bas.

<i>Area</i>	<i>Scheda A</i>	<i>Scheda B</i>	<i>Scheda C</i>	<i>Totale</i>
1	57' 57''	83' 07''	40' 19''	181' 24''
2	71' 41''	68' 44''	39' 22''	179' 48''
3	155' 27''	159' 06''	81' 51''	396' 13''
4	47' 24''	68' 16''	38' 51''	154' 31''

Tabella 1. Tempi di rilievo a ettaro - espressi in minuti e in secondi - impiegati da una squadra di due operatori per compilare le schede A, B e C.

Table 1. Time of work per hectare - expressed in minutes and seconds - needed to compile the forms A, B and C by two surveyors.

Tableau 1. Temps de relevé par hectare - exprimé en minutes et en secondes - utilisés par une équipe de deux opérateurs pour compiler les fiches A, B et C.

<i>Scheda</i>	<i>Area 1</i>		<i>Area 2</i>		<i>Area 3</i>		<i>Area 4</i>	
	<i>media</i>	<i>dev. st.</i>	<i>media</i>	<i>dev. st.</i>	<i>media</i>	<i>dev. st.</i>	<i>media</i>	<i>dev. st.</i>
A	29'' a	17''	45'' a	11''	43'' a	19''	40'' a	11''
B	41'' b	11''	43'' a	12''	48'' b	16''	57'' b	23''
C	20'' c	4''	24'' b	5''	25'' c	8''	33'' a	11''

Tabella 2. Risultato dell'analisi della varianza eseguita sui tempi di rilievo - espressi in secondi - impiegati per compilare le schede A, B e C per singola pianta. In ciascuna area, i tempi medi contrassegnati con lettere diverse presentano differenze statisticamente significative -  $p=0,05$ .

Table 2. Result of the variance analysis: the mean values and the standard deviation expressed in seconds are presented. In each study area, the means with different letters are statistically different -  $p=0,05$ .

Tableau 2. Résultat de l'analyse de la variance sur les temps de relevés - exprimés en secondes - utilisés pour compiler les fiches A, B et C. Dans chaque aire, les temps moyens marquées avec des lettres différentes présentent des différences statistiquement significatives  $p=0,05$ .

<i>Numero pianta</i>	<i>Diametro a 1,3 m</i>	<i>Scostamento</i>
	<i>cm</i>	<i>cm</i>
1	81	158
2	102	234
3	91	188
4	185	266
5	110	196
6	41	49
7	51	203
8	121	272
9	145	461
10	120	443
11	102	215
12	101	14
13	111	106
14	134	251
15	123	99
Media		210

Tabella 3. Area 4: scostamento in centimetri tra la posizione di 15 castagni rilevata con il metodo proposto e per confronto con GPS.

Table 3. Area 4: distance in centimeters among the position of 15 chestnut trees estimated both by the proposed method and by GPS.

Tableau 3. Aire 4: distance en centimètres entre la position de 15 châtaigniers relevée avec la méthode proposée et pour comparaison avec le GPS.

## SUMMARY

### METHODOLOGY FOR THE CENSUS AND MAPPING OF CHESTNUT FORESTS

This study describes a methodology for the census and mapping of Italian chestnut (*Castanea sativa* Mill.) forests

for fruits production. The census is based on field forms while the positioning of chestnut trees needs for the use of GPS as well as instruments for measuring horizontal distances and angles. The method was tested in four study areas measuring the time of work and the error of the positioning. The data acquired in the field were collected in a GIS. The results shown that in the examined conditions,

two surveyors are sufficient to perform all steps in acceptable time of work. The error of positioning is suitable for maps used for forestry applications.

## RÉSUMÉ

### MÉTHODOLOGIE POUR LE RECENSEMENT ET LA CARTOGRAPHIE DES CHÂTAIGNERAIES

Dans cette étude, une méthodologie pour le recensement et la cartographie des châtaigneraies pour la production de fruits est présentée. Le recensement requiert à la fois la compilation de fiches de terrain et l'utilisation d'un récepteur GPS et d'instruments de mesure des distances topographiques et des angles pour le positionnement des châtaigniers. Afin d'évaluer le protocole de relevé, le temps de travail et l'erreur de positionnement ont été calculés. Les données recueillies ont été informatisées et insérées dans un système d'information géographique. Dans les conditions examinées, la méthode s'est révélée simple à appliquer: une équipe de deux personnes est suffisante pour mener à bien toutes les phases de travail, avec des temps d'exécution relativement brefs. L'erreur moyenne de positionnement est acceptable pour des cartographies employées opérationnellement dans les travaux forestiers.

## BIBLIOGRAFIA

- Adoni F., Visi N., Mecci A., Bidini M., Ciofini A., Mori P., Marchi E., Brachetti Montorselli N., Cucini S., Lisi V., Macheda A., 2008 - *Perimetrazione degli incendi boschivi. Primi risultati in Toscana*. Sherwood, 144: 24-36.
- Balloni F., Vignoli M., Nocentini C., Chioccioli P., 1995 - *Un'applicazione forestale del GPS: l'Inventario Forestale della Toscana*. Sherwood, 6: 41-45.
- Bernardini F., 2008 - *Il posizionamento satellitare compie trent'anni: lo stato dell'arte del GNSS*. Geomedia, 3: 16-18.
- Ciancio O., Nocentini S., 2004 - *Il bosco ceduo. Selvicoltura, assestamento, gestione*. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze.
- Floris A., Scrinzi G., 1995 - *GPS in foresta: un aiuto prezioso!* Sherwood, 4: 31-38.
- Floris A., Cutrone A., Scrinzi G., 1996 - *Influenza della copertura arborea su precisione ed efficienza dei rilievi GPS*. Monti e Boschi, 5: 6-14.
- Gherardi L., La Mela Veca S.D., Maetzke F., Vacante G., 1998 - *Rilievo GPS e tempi di lavoro nel demanio forestale "Acque Bianche", Bivona (AG)*. Monti e Boschi, 3/4: 14-19.
- INFC, 2005 - *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio*. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Ispettorato Generale, Corpo Forestale dello Stato. CRA, Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura.
- Maetzke F., 2002 - *Prove di impiego in ambito forestale di uno strumento GPS da «mapping» con correzione differenziale in tempo reale*. L'Italia Forestale e Montana, 1: 27-39.
- Maetzke F., 2005 - *Il Piano di Gestione di Vallombrosa: metodologie di rilievo*. L'Italia Forestale e Montana, 2: 203-206.
- Marchetti M., Campaiola F., Lozupone G., 1995 - *Esperienze di applicazione del metodo GPS differenziale nel monitoraggio e nella gestione delle risorse forestali*. Monti e Boschi, 5: 5-14.
- Scrini G., Floris A., Carriero A., 1995 - *ARIANNA: un applicativo sperimentale per la post-ottimizzazione di tracciati rilevati in GPS Differenziale (DGPS)*. Monti e Boschi, 1: 5-10.
- Scrini G., Floris A., Picci M., 1999 - *GPS e inventari forestali: posizionamento e ritrovamento di precisione di punti di campionamento in bosco*. Comunicazioni di ricerca dell'Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura, 99/1, p. 1-21.
- Scrini G., Floris A., Galvagni D., Marzullo L., 2003 - *Un metodo di valutazione dei ricevitori GPS, o di metodi di posizionamento, nei rilievi forestali*. Linea Ecologia/EM, Vol. XXXV, 2: 11-18.
- Tonolli S., Salvagni F., 2007 - *InfoCarb: Inventario Forestale del Carbonio della Provincia di Trento*. Centro di Ecologia Alpina, Trento, p. 1-176.
- Zar J.H., 1996 - *Biostatistical analysis (3<sup>rd</sup> ed.)*. Prentice-Hall International, New York.



## AALSEA: ASSOCIAZIONE PER LO SVILUPPO DELL'ARBORICOLTURA DA LEGNO

(\*) CRA, SEL, Arezzo

(\*\*) Compagnia delle Foreste, Arezzo

Di seguito si presenta AALSEA, Associazione senza fini di lucro nata nel 2008 e aperta a ricercatori, tecnici, operatori, imprenditori, associazioni ed enti che siano interessati ad un'arboricoltura da legno sostenibile per l'economia e per l'ambiente. Le esperienze maturate negli ultimi decenni hanno dimostrato che la comunicazione continua e multidirezionale è di fondamentale importanza ai fini del successo delle piantagioni arboree. Per questo AALSEA si propone di favorire lo scambio di informazioni ed esperienze fra tutti i suoi associati e di collaborare con essi al perseguimento degli scopi riportati nella propria Carta dei Principi. Il filo conduttore delle attività dell'Associazione sarà la produzione di legno o di legno e altri beni e servizi (arboricoltura multifunzionale), ottenuta perseguendo la sostenibilità economica, ambientale e sociale.

*Parole chiave:* arboricoltura da legno, sostenibilità, AALSEA.

*Key words:* tree farming, arboriculture, sustainability, AALSEA.

*Mots clés:* ligniculture, durabilité, AALSEA.

Dalla metà degli anni novanta sono state sviluppate numerose attività di ricerca nel campo dell'arboricoltura da legno, che dalla pioppicoltura e dalla realizzazione di piantagioni per la produzione di cellulosa si è progressivamente allargata al legname di pregio e alla biomassa legnosa da impiegare a fini energetici. Grazie ai finanziamenti comunitari, tra il 1994 e il 2000, sono stati realizzati in Italia oltre 100.000 ettari di piantagioni. Negli anni successivi, altre migliaia di ettari di impianti sono state realizzate con i finanziamenti di Piani di Sviluppo Rurale. Tutto ciò, anche se in maniera sporadica nel tempo e nello spazio, ha portato allo sviluppo di proficue relazioni di collaborazione e di confronto fra ricercatori, tecnici, amministrazioni pubbliche, imprese di prima e seconda trasformazione del legno e arboricoltori.

I risultati della collaborazione e del confronto tra soggetti con competenze diverse, ma interessati a raggiungere lo stesso obiettivo, hanno dimostrato che la comunicazione continua e multidirezionale è di fondamentale importanza ai fini del successo delle piantagioni. Successo che fornisce elementi di utilità all'arboricoltore per primo, ma anche alle imprese di trasformazione, ai ricercatori, ai tecnici, alla pubblica amministrazione e, più in generale, alla collettività.

La volontà di condividere le esperienze positive e diffonderle in ambiti più ampi, sia in senso culturale che geografico, ha spinto un gruppo di persone a fondare AALSEA, Associazione per un'Arboricoltura da Legno Sostenibile per l'Economia e l'Ambiente.

AALSEA è un'associazione, senza fini di lucro, aperta a ricercatori, tecnici, operatori, imprenditori, associazioni ed enti che siano interessati all'arboricoltura da legno e condividano l'approccio e i criteri per un'arboricoltura compatibile per l'economia e l'ambiente, enunciati nella Carta dei Principi riportata nelle pagine successive.

Tale documento dovrà essere sottoscritto da chiunque vorrà associarsi e si basa sui tre pilastri della sostenibilità:

- economia, per rendere la produzione di legno più remunerativa possibile in relazione al contesto ambientale e socio-economico in cui vengono realizzate le piantagioni;

- ecologia, per far sì che le piantagioni di Arboricoltura da legno si integrino nel contesto ecologico in cui vengono inserite e contribuiscano a migliorare l'ambiente;

- società, per evitare che le piantagioni da legno abbiano effetti negativi sul piano culturale e sociale.

AALSEA, ispirandosi alla Carta dei Principi sull'arboricoltura sostenibile, si propone di raggiungere i propri obiettivi attraverso:

- la creazione di gruppi di lavoro tematici sull'arboricoltura da legno, sull'arboricoltura multifunzionale e sulle problematiche economiche ed ecologiche;

- l'organizzazione di congressi, convegni, seminari e attività formative nel campo di interesse dell'Associazione;

- la promozione delle attività di ricerca, sperimentazione, innovazione e divulgazione direttamente e indirettamente collegate all'arboricoltura da legno, all'economia e all'ecologia;

- la realizzazione o il patrocinio di pubblicazioni tecniche e scientifiche italiane ed estere;

- la formazione, la qualificazione e l'aggiornamento di tecnici capaci di trasferire questi obiettivi sul territorio;

- l'indirizzo e la consulenza per enti pubblici operanti direttamente o indirettamente nel campo dell'arboricoltura da legno;

- l'indirizzo delle attività di consorzi o di qualsiasi altra forma associativa di soggetti dediti all'arboricoltura da legno.

AALSEA, nell'ambito degli scopi statutari, è disponibile a svolgere le sue attività in collaborazione con qualsiasi altro soggetto pubblico o privato, nazionale o estero che sia interessato a sviluppare un'arboricoltura da legno o multifunzionale coerente con la Carta dei Principi.

AALSEA è un'associazione nata nel 2008, ma che ha radici lontane legate al patrimonio di conoscenza accumulato negli ultimi decenni dai suoi associati. Associati che rappresentano trasversalmente tutte le categorie di professionalità che, direttamente o indirettamente, influiscono sul successo dell'arboricoltura da legno o di quella multifunzionale. AALSEA è anche un'associazione aperta che crede nell'efficacia della comunicazione intra ed intersettoriale. Per questo invita tutti coloro che si riconoscono nella

Carta dei Principi ad associarsi e a partecipare alla vita dell'Associazione.

ASSOCIAZIONE ARBORICOLTURA DA LEGNO SOSTENIBILE  
PER L'ECONOMIA E L'AMBIENTE AALSEA

### *Principi e finalità*

L'Associazione Arboricoltura da Legno Sostenibile per l'Economia e l'Ambiente (AALSEA) riunisce ricercatori, tecnici, operatori, associazioni e enti che sono interessati all'Arboricoltura da Legno e condividono i principi enunciati nel presente documento.

L'AALSEA individua nell'arboricoltura da legno una disciplina produttiva, fondata su conoscenze tecnico-scientifiche, capace di soddisfare contemporaneamente le esigenze, materiali e immateriali, dell'imprenditore e della collettività. L'approccio generale di progettazione e conduzione delle piantagioni da legno promosso da questa Associazione comprende quindi sia obiettivi economici che di altro genere. Inoltre considera le piantagioni nella loro globalità, comprese le relazioni che si possono instaurare con gli ecosistemi circostanti e con il contesto socio economico in cui sono inserite.

Sulla base di quanto sopra l'AALSEA ritiene che nel progettare e condurre le piantagioni da legno debbano essere sempre presi in considerazione:

- aspetti economici;
- aspetti ecologici;
- aspetti sociali.

Secondo AALSEA ci si trova ad operare nell'ambito dell'arboricoltura da legno ogni volta che si progettano e conducono piantagioni arboree o arboreo-arbustive che abbiano lo scopo, esclusivo o non esclusivo, di produrre legno.

AALSEA si interessa sia ai casi in cui sono prioritari gli aspetti economici che a quelli in cui gli aspetti economici, pur non essendo prevalenti, possono sostenere, del tutto o in parte, la produzione prioritaria di benefici ecologici e/o sociali.

Gli obiettivi e i principi a cui AALSEA intende fare riferimento con lo scopo di promuovere un'arboricoltura da legno sostenibile e rispettosa degli aspetti sopra enunciati sono i seguenti.

#### 1. Per gli aspetti economici

Obiettivo => rendere la produzione di legno più remunerativa possibile in relazione al contesto ambientale e socio-economico in cui vengono realizzate le piantagioni.

AALSEA per raggiungere tale obiettivo ritiene:

1. che nel progettare e condurre le piantagioni da legno si debba tenere conto dei meccanismi naturali che possono instaurarsi tra le piante, in modo da poterli sfruttare a proprio vantaggio e ridurre così i costi del ciclo produttivo;
2. che la produzione debba essere differenziata nello spazio (impianti misti e/o multiobiettivo) e nel tempo (impianti policiclici) in modo da ridurre i rischi biotici e abiotici che possono colpire le singole specie arboree e quelli economici insiti nelle fluttuazioni del mercato;
3. che l'arboricoltura possa essere integrata con altre coltivazioni e produzioni agroforestali (es. erbacee, allevamento, funghi e tartufi) con il fine di utilizzare meglio la superficie produttiva;

4. che le piantagioni da legno possano essere realizzate seguendo una pianificazione che consenta di produrre reddito a intervalli di tempo regolari e più brevi possibile;

5. che le piantagioni da legno debbano integrarsi nella programmazione aziendale, così da avere la garanzia che le cure colturali possano essere praticate nei tempi e nei modi utili a raggiungere i risultati attesi;

6. che sia necessario promuovere la formazione di tecnici capaci di seguire le piantagioni da legno durante tutto il ciclo produttivo, a partire dal progetto fino ad arrivare alla vendita del legname;

7. che sia importante promuovere l'associazionismo tra produttori con il fine di condividere consulenze tecniche e maestranze qualificate, macchinari e organizzazione di vendita degli assortimenti prodotti;

8. che, al fine di promuovere un mercato del legno più remunerativo per chi fa arboricoltura, sia utile favorire un miglior collegamento tra produttori, trasformatori e commercianti;

9. che sia di fondamentale importanza incoraggiare la programmazione della produzione vivaistica così da poter reperire il materiale di propagazione della qualità, delle specie e delle provenienze desiderate.

#### 2. Per gli aspetti ecologici

Obiettivi => fare in modo che le piantagioni di Arboricoltura da legno si integrino nel contesto ecologico in cui vengono inserite e contribuiscano a migliorare l'ambiente.

AALSEA con lo scopo di raggiungere tali obiettivi ritiene:

1. che si debba puntare, in fase di progettazione, ad innescare tra le piante dinamiche naturali capaci di aiutare l'arboricoltore ad ottenere i risultati desiderati, riducendo l'impatto ambientale della coltivazione;

2. che si debba favorire la realizzazione di impianti misti o misti con piante accessorie, senza per questo impedire la realizzazione di piantagioni monospecifiche su piccole superfici (1-2 ettari);

3. che la produzione di biomasse legnose, su grandi superfici, debba essere preferibilmente realizzata attraverso piantagioni multiobiettivo, in cui vengano quindi coltivate anche piante per la produzione di materiale di pregio. Tale scelta è dettata da una parte dalla volontà di evitare i problemi insiti nella monocoltura e dall'altra dalla coscienza che il materiale di pregio garantisce periodi più lunghi di stoccaggio della CO<sub>2</sub> atmosferica;

4. che la progettazione e la conduzione delle piantagioni da legno non debbano prevedere l'impiego di concimazioni, fitofarmaci e irrigazione a calendario, ma che possano farne ricorso solo in caso di estrema necessità;

che sia prudente permettere l'impiego di specie esotiche solo dopo un'adeguata sperimentazione.

#### 3. Per gli aspetti sociali

Obiettivo => Evitare che le piantagioni da legno abbiano effetti negativi sul piano culturale e sociale.

AALSEA per raggiungere tale obiettivo ritiene:

1. che l'arboricoltura da legno debba essere integrata nella programmazione territoriale;

2. che il progetto di ogni singola piantagione debba integrarsi con il contesto socio-economico in cui viene inserita;

3. che l'arboricoltura da legno possa essere utilizzata per ricostruire il paesaggio, sia in zone sottoposte ad agricoltura intensiva che nelle periferie urbane;

AALSEA ritiene inoltre importante:

- Promuovere il collegamento tra industria, arboricoltori, pubblica amministrazione, associazioni ambientaliste, mondo della ricerca e territorio.
- Favorire le attività di ricerca e sperimentazione collegate direttamente e indirettamente all'arboricoltura.
- Appoggiare l'integrazione tra chi si occupa di arboricoltura da legno e chi opera in settori direttamente o indirettamente collegati (es. *produttori di macchine e attrezzature, esperti di paesaggio, produttori e installatori di generatori termici a biomassa*).
- Incoraggiare il collegamento tra gli operatori dell'arboricoltura italiani e tra questi e quelli operanti all'estero.
- Favorire l'organizzazione e la gestione di un sistema informativo sull'arboricoltura in grado di raccogliere e rendere pubblici in forme tempestive dati e informazioni su prezzi, superfici, quantità di prodotti e altre variabili utili alla programmazione degli interventi nel settore.

#### SUMMARY

#### AALSEA: TREE FARMING DEVELOPMENT ASSOCIATION

AALSEA is a nonprofit Association born in 2008 and open to researchers, technicians, operators, businessmen, associations and agencies, interested in sustainable arboriculture plantations, both from the economic and environ-

mental point of view. The experiences gained during the last decades have proved that a non-stop and multidirectional communication is crucial for a successful plantation. That is why AALSEA intends to encourage information and experiences exchange among its partners and to cooperate with them to pursue the aims written in its Principles Paper. The leitmotif of the Association's activities will be the production of wood or wood and other goods and services (multifunctional arboriculture), obtained following the economic, environmental and social sustainability.

#### RÉSUMÉ

#### AALSEA: ASSOCIATION POUR LE DEVELOPPEMENT DE LA LIGNICULTURE

En suite on présente AALSEA, Association sans but lucratif née en 2008 et ouverte aux chercheurs, techniciens, opérateurs, entrepreneurs, associations et organismes qui soient intéressés à une ligniculture soutenable pour l'économie et pour l'environnement. Les expériences mûries dans les dernières décennies ont montré que la communication continue et multidirectionnel est de fondamentale importance aux fins de passé des plantations d'arbre. Pour ce motif AALSEA on propose de favoriser l'échange d'informations et les expériences parmi tous ses associés et de collaborer avec eux à la réalisation des buts rapportés dans son Papier des Principes. Le fil conducteur des activités de l'Association sera la production de bois ou de bois et autres biens et services (ligniculture multifonctionnelle), obtenue en poursuivant le développement durable pour l'économique, l'environnemental et la société.

## LE PINETE DI IMPIANTO DI PINO NERO APPENNINICHE. INDAGINI SPERIMENTALI SUL TRATTAMENTO SELVICOLTURALE

(\*) CRA, Centro di ricerca per la selvicoltura, Arezzo

Il CRA-Centro di ricerca per la Selvicoltura (ex Istituto Sperimentale per la Selvicoltura) ha avviato negli ultimi decenni una sperimentazione sul trattamento selvicolturale dei rimboschimenti di pino nero nelle sue diverse fasi, attraverso la realizzazione di numerosi protocolli costituiti da parcelle permanenti. Sono state testate varie modalità di diradamento nei diversi stadi di sviluppo delle pinete ed è stata valutata nel tempo la reazione dei popolamenti tramite l'analisi della dinamica di indicatori strutturali. Si riportano in sintesi i principali risultati della sperimentazione.

*Parole chiave:* pino nero, rimboschimento, trattamento, diradamento, rinnovazione.

*Key words:* black pine, reforestation, silvicultural treatment, thinning, regeneration.

*Mots clés:* pin noir, reboisement, traitement, éclaircie, renouvellement.

### 1. INTRODUZIONE

“Il pino nero, largamente impiegato dal selvicoltore pratico ma non altrettanto considerato dalla ricerca, ha un'importanza non inferiore a quella di altre conifere più studiate dalla letteratura forestale. È necessario, allora, acquisire dati sperimentali che consentano di proporre... gli interventi da attuare in concreto” (Gambi 1983).

Tutti gli Autori che si sono occupati di rimboschimenti di pino nero appenninici concordano sul fatto che gli obiettivi originari degli impianti sono stati generalmente raggiunti; i suoli impoveriti per eccessivo sfruttamento hanno cominciato un processo positivo di ricostituzione grazie alla copertura arborea garantita dalle pinete. Un bilancio complessivo ed esaustivo dell'opera di rimboschimento appenninica deve valutare, oltre le voci di spesa, anche il valore ecologico apportato dall'impianto delle pinete, ovvero, nella maggior parte dei casi il “raggiungimento di una tappa, di uno stadio della successione” (Agostani 1961), “l'immediato passaggio dalla petraia nuda al bosco di alto fusto” (Bernetti 1987).

L'attività di rimboschimento protettivo non è stata in passato esente da critiche per la scelta non sempre oculata delle stazioni rimboschite (Pavari 1927, De Philippis 1958, Giacobbe 1962), per il ricorso eccessivo alla monospecificità degli impianti, per la presunta scarsa capacità miglioratrice della conifera impiegata (Giacobbe op. cit.) e, più in generale, per il non indigenato del pino nero nelle stazioni rimboschite, tanto che nel mondo forestale si è diffuso un certo “fervore antipino” (Bernetti 2000). D'altronde, almeno nelle stazioni più sterili, la scelta di una specie preparatrice alternativa al pino nero ed ugualmente efficace sarebbe dovuta cadere su specie ancora più alloctone (Hermanin 2002). Oggi che l'attività di rimboschimento a scopo protettivo in Appennino è di fatto cessata (Schirone 2000), si ritiene che l'attenzione della ricerca debba porsi soprattutto sulle scelte gestionali e sulle modalità delle tecniche selvicolturali più appropriate e sostenibili per il trattamento dei popolamenti esistenti. Le prime fasi del trattamento selvicolturale previsto per le pinete (sfolli e diradamenti della perticaia) sono state troppo spesso tralasciate, anche per l'elevato costo degli interventi (Amorini e Fabbio 1992); le strutture dei popolamenti sono quindi generalmente dise-

quilibrato in termini di densità e, conseguentemente, di stabilità meccanica (bassi diametri medi, elevati rapporti iposodiametrici, scarso sviluppo delle chiome) e di funzionalità complessiva del sistema (assenza del piano arbustivo o erbaceo, carenza di fenomeni successionali o di rinnovazione naturale). Appare utile implementare il filone di ricerca sul trattamento selvicolturale atto a valutare le risposte agli interventi colturali in popolamenti a diverso stadio di sviluppo in più realtà stazionali, per concorrere a stabilire le strategie colturali per la successione/rinnovazione dei popolamenti maturi.

### 2. LE RICERCHE IN ITALIA SUL TRATTAMENTO DELLE PINETE DI IMPIANTO APPENNINICHE

In questa sede si vuole dare un panorama, certamente non esaustivo, sulle principali linee di ricerca in Italia sul trattamento selvicolturale delle pinete di impianto appenniniche di pino nero a scopo protettivo. Vista la cessazione della politica di rimboschimento classico, si omette di citare i lavori sperimentali sulle modalità di impianto delle pinete e sulle prime cure colturali dei rimboschimenti.

Gli sfolli e i diradamenti rappresentano lo strumento essenziale della selvicoltura delle pinete di impianto (Gambi op. cit.). La monospecificità, la struttura verticale tipicamente coetaneiforme dei popolamenti in fase giovanile e la densità di impianto generalmente elevata, fanno sì che la regolarizzazione della densità sia un fattore essenziale per l'espletamento delle funzioni richieste alle pinete, prioritariamente la protezione idrogeologica e la “preparazione” verso popolamenti a maggior valore ecologico per diversità specifica e complessità strutturale.

Molti Autori hanno studiato sperimentalmente gli effetti del diradamento su diversi aspetti delle pinete di pino nero. Tra le ricerche di auxologia si accenna alla realizzazione negli anni '60 delle tavole alsometriche e dendrometriche delle pinete di pino nero e laricio in Toscana (Bernetti *et al.* 1969), con un particolare approfondimento sullo studio del modello di popolamenti sottoposti a diradamento di forte intensità o “celeroincrementale” (Cantiani 1969). I protocolli di rilievo adottati per la realizzazione dei modelli auxometrici sono state nel corso dei decenni successivi la base di numerosi studi ed approfondimenti per arricchire le



conoscenze sulla reattività dei popolamenti al diradamento e verificare nel tempo le ipotesi del modello (Piegai 1974, Corsini 1976, Hermanin e Sani 1989). Altre ricerche recenti condotte nel territorio casentinese (Arezzo) hanno contribuito ad ulteriori conoscenze in campo auxometrico e funzionale, in particolare sugli effetti delle diverse modalità di diradamento sui parametri di stabilità (Varallo 1999, Notarangelo 1999, Bertini 2001, Budroni 2006). La sintesi delle ricerche sul pino nero in Toscana, correlata a specifiche analisi strutturali di popolamenti campione ha portato recentemente alla definizione di tipologie forestali per le pinete di impianto in Toscana (Mondino e Bernetti 1998, Bianchi 1998, Bianchi *et al.* 2002, Bianchi *et al.* 2005). La codifica di tipi forestali nell'ambito delle formazioni artificiali di pino nero e laricio toscani rappresenta una particolarità nel panorama delle classificazioni tipologiche forestali del centro Italia. I lavori toscani sulle tipologie sono di particolare interesse perchè, oltre alla definizione delle caratteristiche, sono espresse per singolo tipo forestale e strutturale le relative indicazioni gestionali.

La sperimentazione condotta da Amorini e da Fabbio (1983) in stazioni calcaree dell'Appennino toscano ed umbro ha avuto l'obiettivo di verificare gli effetti sui principali parametri dendrometrici, quali indici di funzionalità complessiva del bosco, del primo diradamento sperimentale a stadi evolutivi e strutture della pineta assai diversi tra loro. Il valore aggiunto di queste ricerche è fornito dalla possibilità di monitorare nel tempo gli effetti degli interventi effettuati e dall'opportunità di proseguire il trattamento sperimentale grazie alla caratteristica di "permanenza" dei protocolli sperimentali adottati.

Analisi dei fenomeni di rinnovazione naturale del pino nero in Appennino in funzione delle strutture dei popolamenti si debbono ad Amorini e Gambi (1976) per la Toscana e ad Hermanin (1980) per le pinete abruzzesi. In Appennino romagnolo si menzionano i lavori di Preto (1983) e recentemente di Tonon *et al.* (2005). Gugliotta e Mercurio (2003) hanno sperimentato la capacità del pino nero di rinnovarsi in seguito a tagli di rinnovazione a buche. Paci e Romoli (1992) osservano la capacità di diffusione della conifera in aree pascolate prospicienti il rimboschimento. Analisi di fenomeni di successione in seguito a interventi sperimentali sul piano arboreo principale si debbono a De Mas (1993) per le prealpi venete e a Nocentini (1995) per i rimboschimenti di Monte Morello (Firenze).

### 3. CONSIDERAZIONI SUI PRIMI RISULTATI DELLA RECENTE SPERIMENTAZIONE

Il CRA-Centro di ricerca per la Selvicoltura ha proseguito in questi ultimi anni la linea di ricerca in atto già dagli anni '70, basata sull'approccio sperimentale che prevede l'analisi degli effetti del trattamento a tempi medio-lunghi sull'assetto dendrometrico e strutturale delle pinete per specifici casi di studio. Con l'attività sperimentale si intende fornire un ulteriore contributo alla conoscenza delle strutture dei popolamenti di pino nero di origine artificiale in assenza di trattamento e sottoposti a trattamenti differenziati, con lo scopo di fornire elementi utili alla formulazione delle scelte gestionali. La ricerca ha riguardato popolamenti distinti per matrice geologica (rimboschimenti su suoli silicatici e carbonatici), fertilità, stadio di sviluppo,

sottoposti o meno a gestione attiva, a diversa funzione. L'obiettivo è creare una rete di parcelle sperimentali a carattere permanente che rappresenti il più possibile la gamma dei tipi strutturali dei rimboschimenti appenninici.

I comprensori ove è stata realizzata la sperimentazione di più recente impianto, relativamente alla quale si discuteranno i primi risultati sperimentali, sono:

- Territorio del Pratomagno aretino. Si tratta di un esteso corpo di rimboschimento di proprietà pubblica. La superficie complessiva del rimboschimento è pari a circa 870 ettari, poco meno di 500 dei quali in purezza o a netta prevalenza di pino. L'opera di rimboschimento è cominciata nel 1955 su terreni abbandonati dal pascolo, dall'agricoltura o su cedui di roverella degradati o castagneti compromessi (Ferrini 1964, Angerilli 1970); la classe di età maggiormente rappresentata oggi è quella compresa tra 40 e 50 anni. I terreni, a reazione acida, insistono su substrati arenacei intervallati da silti argillosi.

- Comprensorio di Monte Pettenaio - Norcia (Perugia). Rimboschimento di circa 100 ettari di pino nero effettuato a quote comprese tra 1.000 e 1105 metri s.l.m. su terreni assai degradati a matrice calcarea. L'età più rappresentata è 40 anni (Tabella 1).

Il metodo adottato nella sperimentazione ha previsto, innanzitutto, la descrizione qualitativa di tutto il comprensorio oggetto del rimboschimento, quindi la costituzione di protocolli sperimentali in "popolamenti tipo", ovvero valutati quali rappresentativi, costituiti da aree permanenti, omogenee al loro interno per caratteristiche stazionali e strutturali del popolamento. I protocolli prevedono di regola la realizzazione del trattamento sperimentale con diverse modalità o intensità e il rilascio comparativo di parcelle di "controllo", ove il trattamento non è effettuato. I rilievi minimi comuni a tutti i protocolli, a cadenza temporale variabile in funzione dell'indagine specifica, sono costituiti da: censimento dei soggetti arborei, inventario dei parametri dendrometrici fondamentali (cavallettamento, rilievo delle altezze totali e di inserzione e misura dell'ampiezza delle chiome), strutturazione gerarchica dei popolamenti (suddivisione degli alberi in 3 classi sociali: dominanti, codominanti e dominati), rilievo dell'eventuale novellame. La definizione delle gerarchie sociali viene effettuata associando una stima con criterio semplificato (rispetto a classificazioni più raffinate) alla misura di parametri certi (dimensioni e forma delle chiome), in modo che sia il più possibile esente da incertezze di valutazione. Nei casi di studio ritenuti di maggior interesse, il metodo prevede la realizzazione di transect strutturali (per il piano arboreo, talora per quello della rinnovazione e per gli strati arbustivo ed erbaceo), l'analisi dendroauxometrica e la misura dei principali parametri ecofisiologici.

#### 3.1 I diradamenti

Le pinete d'impianto reagiscono positivamente al diradamento in termini di stabilità intesa dal punto di vista meccanico e biologico, ovvero di attitudine del bosco a perpetuarsi naturalmente. La gestione selvicolturale, perchè sia effettivamente efficace, deve avvalersi di un trattamento differenziato per frequenza, tipo, e intensità dei singoli interventi culturali (Ciancio 1986). La genericità delle specifiche tecniche degli interventi previsti in fase pianificatoria aumenta la difficoltà di codificare a priori la moda-

lità delle martellate. Operativamente è quindi necessario definire i singoli interventi in base alle caratteristiche dei popolamenti. La ricerca può essere di ausilio alla definizione del trattamento validando gli effetti degli interventi e traducendo i risultati in linee operative il più possibile generalizzabili e sostenibili.

I diradamenti dal basso di intensità debole, che prevedono il prelievo esclusivamente nel piano dominante, indipendentemente dallo stadio di sviluppo del popolamento, sono risultati inefficaci a favorire gli incrementi diametrici ed i parametri di stabilità. Essi rappresentano solo una voce di spesa gestionale. In un diradamento a finalità d'incremento di stabilità, anche se tendenzialmente dal basso, occorre intervenire anche nel piano dominante. Ovviamente il grado dell'intervento deve dipendere dalla valutazione di diversi fattori, quali la fertilità della stazione, lo stadio di sviluppo ed il livello dell'attività selvicolturale già effettuata nel popolamento (Cantiani 2000, Cantiani *et al.* 2005). I diradamenti dal basso che interessano anche il piano dominante, così come i diradamenti selettivi, producono effetti incrementali positivi, oltre che sul diametro dei fusti, anche sulla superficie delle chiome. Il fenomeno è più evidente quando la densità viene regolarizzata negli stadi di sviluppo giovanili del popolamento (Tabella 2).

Il pino nero ha dimostrato comunque una buona capacità reattiva nello sviluppo dell'apparato fogliare anche in seguito a primi diradamenti tardivi (età superiori a 30 anni) (Amorini e Fabbio *op. cit.*). Gli apparati fogliari dei pini reagiscono molto rapidamente dopo l'intervento. Recuperi della copertura e del ricoprimento forestale si sono ottenuti già dopo 8 anni da diradamenti di intensità "forte" (rispetto al modello alsometrico della Toscana, cioè, per perticaie a densità di impianto prelievi di circa la metà del numero delle piante, pari a circa il 35% dell'area basimetrica) (Cantiani e Piovosi 2008) (Figura 1). La rapidità del rimodellamento dell'architettura delle chiome dei pini in seguito alla diminuzione della densità, dipendente in modo diretto dalla fertilità stazionale, vanifica in breve tempo il momentaneo decremento di stabilità meccanica complessiva del popolamento che si ha subito dopo l'intervento (Piussi 1994). Questo potrebbe rappresentare uno dei motivi per i quali in tutti i protocolli sperimentali sotto osservazione non è stato registrato alcun caso sensibile di mortalità post-intervento. Oltre agli effetti incrementali sulla superficie delle chiome, l'aumento della luce laterale concorre ad una maggiore longevità degli aghi, come dimostrato dal maggior numero di palchi verdi delle piante dominanti dei popolamenti soggetti a regolare regime di diradamenti o ad interventi di maggior intensità sul piano dominante. La percentuale di chioma verde rispetto all'altezza dendrometrica è l'indicatore di stabilità meccanica classico per le fustaie monoplane che pare incidere maggiormente per le pinete di pino nero. In fustaie mature al terzo diradamento sperimentale trattate, fin dagli stadi giovanili, con diradamenti di intensità "forte" si sono riscontrati valori della superficie fogliare prossimi a quelli misurati su piante cresciute isolate comparabili per età e condizioni stazionali.

Nelle stazioni a maggiore fertilità ed in popolamenti fortemente reattivi per stadio di sviluppo, sono in corso di sperimentazione modalità di diradamento esclusivamente selettivo in comparazione col diradamento dal basso a parità di intensità (in termini di area basimetrica) del prelievo.

L'obiettivo primario degli interventi sperimentali è sempre la valutazione nel tempo del grado di efficienza del sistema rispetto alle perturbazioni causate dalla variazione delle strutture orizzontali e verticali in seguito al prelievo. La sperimentazione è ancora troppo recente per poter fornire risposte valide.

### 3.2 La rinnovazione e la successione delle pinete

Circa l'effetto dei diradamenti sull'aumento di novella sotto copertura è necessario distinguere tra i rimboschimenti posti su stazioni più o meno fertili. Ove la capacità reattiva dei pini è forte gli interventi non paiono dare effetti positivi in tal senso nel breve periodo, pur su popolamenti a stadio evolutivo avanzato. La velocità di ricostituzione della chioma è talmente rapida da vanificare in breve gli effetti della maggiore illuminazione al suolo. Un aumento significativo della presenza di piantule, soprattutto di pino, raramente di altre specie, è stato riscontrato solo in seguito a diradamenti di forte intensità in popolamenti giovani su suoli superficiali di matrice calcarea. In questi casi l'illuminazione al suolo era già ragguardevole per la scarsa densità degli apparati fogliari (Ferretti *et al.* 2003, Cantiani *et al.* 2005). Si ritiene che i diradamenti, anche se di forte intensità, sortiscano effetti positivi sulla dinamica di rinnovazione delle pinete soprattutto laddove siano stati realizzati piani di diradamento espressamente mirati a questo scopo, che prevedano sfolli in fase giovanile e appropriati interventi intercalari tempestivi ed intensi.

L'analisi della successione delle pinete rappresenta attualmente l'attività di ricerca principale. Sono in fase di sperimentazione specifici protocolli per la valutazione della tendenza del bosco alla successione in seguito agli interventi sperimentali e per l'analisi dell'evoluzione naturale di pinete in fase di senescenza. Al momento è possibile esprimere sulla questione solo alcune considerazioni di carattere generale. Evidenze di scarsa dinamica della successione si hanno in pinete poco fertili a limitato grado di evoluzione del suolo, ove è spesso presente uno strato erbaceo compatto a graminoidi. L'assenza di trattamento pregresso influisce negativamente sul fenomeno per la scarsa illuminazione del terreno e per la stasi dell'attività microbica a livello del suolo (Piovanelli 2004). L'analisi dell'attecchimento dei semenzali sotto la copertura della pineta nelle zone di margine con altre formazioni forestali indicherebbe una maggiore difficoltà della successione per ingresso progressivo nelle zone poste alle quote inferiori dei rimboschimenti, ove le latifoglie più rappresentate hanno esigenze di luce mediamente maggiori. Una dinamica potenziale di successione più rapida appare invece nelle zone di margine con popolamenti dell'orizzonte del faggio. Un fattore limitante la successione si ha nei rimboschimenti di pino monospecifici di notevole estensione, ove vi è carenza di zone di margine con popolamenti di specie più esigenti atte alla potenziale disseminazione naturale. In questi casi si ritiene che la gestione potrebbe prevedere la costituzione, per impianto artificiale, di gruppi costituiti da specie ecologicamente appropriate con la specifica funzione di futuri nuclei per la disseminazione naturale. Su questo aspetto sono in corso ricerche specifiche circa la modalità di impianto e le cure colturali per ottenere un'ottimale produzione di seme in impianti sperimentali di rovere realizzati in aperture nella copertura della pineta (Cantiani *et*

al. 2003, Plutino *et al.* 2007, 2009). Osservazioni preliminari hanno mostrato che la rovere reagisce bene in entrambe le tesi. La risposta dopo i primi otto anni è migliore nella tesi caratterizzata da aperture più contenute, nella quale si sono registrati minore mortalità e valori più elevati di

altezza media (Figura 2). Il protocollo, che al momento può fornire risposte solo sulla dimensione ottimale delle buche, prevede a medio termine analisi specifiche del fenomeno della successione della pineta in funzione di interventi selvicolturali appositamente finalizzati.

Località	Tesi	Quota m s.l.m.	Anno impianto	Diradamento				
				Stadio evolutivo	Età	tipo	intensità	
							%N (%)	%G (%)
Fonte Archese	A	750	1973	perticaia	25	dal basso	45,9	30,7
Fonte Archese	T	750	1973	perticaia	25	nessuno	nessuno	nessuno
Fonte dei Frassini	A	1020	1971	giovane fustaia	27	dal basso	47,2	34,8
Fonte dei Frassini	T	1020	1971	giovane fustaia	27	nessuno	nessuno	nessuno
Fonte dei Frassini	B	1020	1971	giovane fustaia	27	dal basso	39,6	28,2
Fonte del Pesce	A	1210	1958	fustaia adulta	40	dal basso	48,6	36,9
Fonte del Pesce	B	1210	1958	fustaia adulta	40	dal basso	40,4	29,2
Fonte del Pesce	T	1210	1958	fustaia adulta	40	nessuno	nessuno	nessuno
Massa Ladronaia	A	1200	1944	fustaia adulta	34	dal basso	46,8	40,2
La Baita	A	880	1956	fustaia matura	51	dal basso	50,8	36,5
La Baita	C	880	1956	fustaia matura	51	selettivo	52,1	41,0
La Baita	T	880	1956	fustaia matura	51	nessuno	nessuno	nessuno
Palmoline	A	1000	1954	fustaia adulta	44	dal basso	31,8	17,5
Palmoline	B	1000	1954	fustaia adulta	44	dal basso	25,9	13,0
Palmoline	T	1000	1954	fustaia adulta	44	nessuno	nessuno	nessuno
Scoiattolo	C	900	1950	fustaia matura	48	selettivo	24,3	21,1
Monte Pettenaio 1	C	1030	1985	perticaia	18	selettivo	34,3	36,4
Monte Pettenaio 2	B	1030	1985	perticaia	18	dal basso	25,3	16,8
Monte Pettenaio 3	C	1030	1985	perticaia	18	selettivo	35,4	36,5
Monte Pettenaio 4	T	1030	1985	perticaia	18	nessuno	nessuno	nessuno
Monte Pettenaio 5	A	1075	1967	giovane fustaia	31	dal basso	49,2	26,2
Monte Pettenaio 6	B	1075	1967	giovane fustaia	31	dal basso	39,2	20,6
Monte Pettenaio 7	A	1075	1967	giovane fustaia	31	dal basso	40,6	28,7
Monte Pettenaio 8	T	1075	1967	giovane fustaia	31	nessuno	nessuno	nessuno

Tabella 1. Caratteristiche, per protocollo sperimentale, relative all'anno del 1° diradamento. Tesi = protocolli sperimentali A (diradamento dal basso forte), B (diradamento dal basso debole), C (diradamento selettivo), T (controllo); %N = intensità del diradamento espressa in % del numero di alberi a ettaro; %G = intensità del diradamento espressa in % di area basimetrica a ettaro.

Table 1. Characteristics per thesis before first thinning operation. Tesi = experimental protocols A (strong intensity thinning from below), B (weak intensity thinning from below), C (selective thinning), T (control thesis); %N = intensity of thinning expressed as % of hectare number of trees; %G = intensity of thinning as % of hectare basal area.

Tableau 1. Caractéristiques, pour chaque protocole expérimental, se rapportant à l'année de la première éclaircie. Thèses = protocoles expérimentaux A (éclaircie par le bas de forte intensité), B (éclaircie par le bas de faible intensité), C (éclaircie sélective), T (contrôle); %N = intensité de l'éclaircie en % du nombre d'arbres par hectare; %G = intensité de l'éclaircie en % de surface terrière par hectare.

Località	Tesi	Prima del 1° diradamento			Ultimo inventario		
		Ir	H/d	% chioma	Ir	H/d	% chioma
		cm m <sup>-2</sup>	adimensionale	%	cm m <sup>-2</sup>	adimensionale	%
Fonte Archese	A	*	63,0	49,3	0,0	63,7	48,4
Fonte Archese	T	*	56,7	48,3	0,0	73,5	37,2
Fonte dei Frassini	A	*	62,1	37,9	4,8	62,0	48,1
Fonte dei Frassini	T	*	60,8	40,0	3,9	64,8	42,8
Fonte dei Frassini	B	*	66,9	39,8	5,1	67,3	44,5
Fonte del Pesce	A	11,4	48,5	41,0	2,4	61,0	43,2
Fonte del Pesce	B	3,2	53,6	40,4	16,4	63,9	43,3
Fonte del Pesce	T	0,8	59,3	40,7	0,8	69,8	39,7
Massa Ladronaia	A	*	57,6	39,9	1,0	57,6	39,9
La Baita	A	*	69,5	36,0	17,7	63,8	34,0
La Baita	C	*	74,8	35,7	16,1	68,3	43,9
La Baita	T	*	73,9	32,5	35,2	67,1	41,6
Palmoline	A	*	65,3	*	**	75,5	37,9
Palmoline	B	*	65,3	*	**	78,0	36,5
Palmoline	T	*	66,2	*	**	80,5	32,5
Scoiattolo	C	*	87,6	33,4	33,4	95,2	32,0
Monte Pettenaio 1	C	*	54,2	71,5	**	54,2	71,5
Monte Pettenaio 2	B	*	63,6	73,0	**	62,2	74,0
Monte Pettenaio 3	C	*	55,6	75,7	**	56,1	76,1
Monte Pettenaio 4	T	*	51,2	69,5	**	51,2	69,5
Monte Pettenaio 5	A	44,9	79,5	43,1	59,9	65,5	47,4
Monte Pettenaio 6	B	29,3	80,0	52,5	18,4	68,8	55,0
Monte Pettenaio 7	A	38,3	74,1	43,8	43,5	64,8	43,5
Monte Pettenaio 8	T	10,1	81,0	60,7	13,0	75,2	60,7

Tabella 2. Confronto per protocolli sperimentali tra i valori, prima del 1° diradamento e all'ultimo inventario, dell'Indice di rinnovazione (Ir, espresso in cm m<sup>-2</sup>), del rapporto ipsodiametrico (H/d, espresso in %) e la profondità della chioma (% chioma, espressa in %). \* Valori non disponibili. \*\* Valori non ancora misurati.

Table 2. Comparison per thesis between the Magini regeneration Index (Ir, misured in cm m<sup>-2</sup>), the H/d ratio (H/d, misured in %) and crown/length ratio (% chioma, misured in %) (before first thinning operation and last inventory) \* Values not available. \*\* Values not yet measured.

Tableau 2. Comparaison pour les différents protocoles expérimentaux entre les valeurs, avant la première éclaircie et au dernier inventaire, de l'indice de régénération (Ir, en cm m<sup>-2</sup>), du rapport hypsodiamétrique (H/d, en %) et de la profondeur de la cime (% de la cime par rapport à l'hauteur de l'arbre, en %). \* Valeurs non disponibles. \*\* Valeurs qui doivent encore être mesurées.

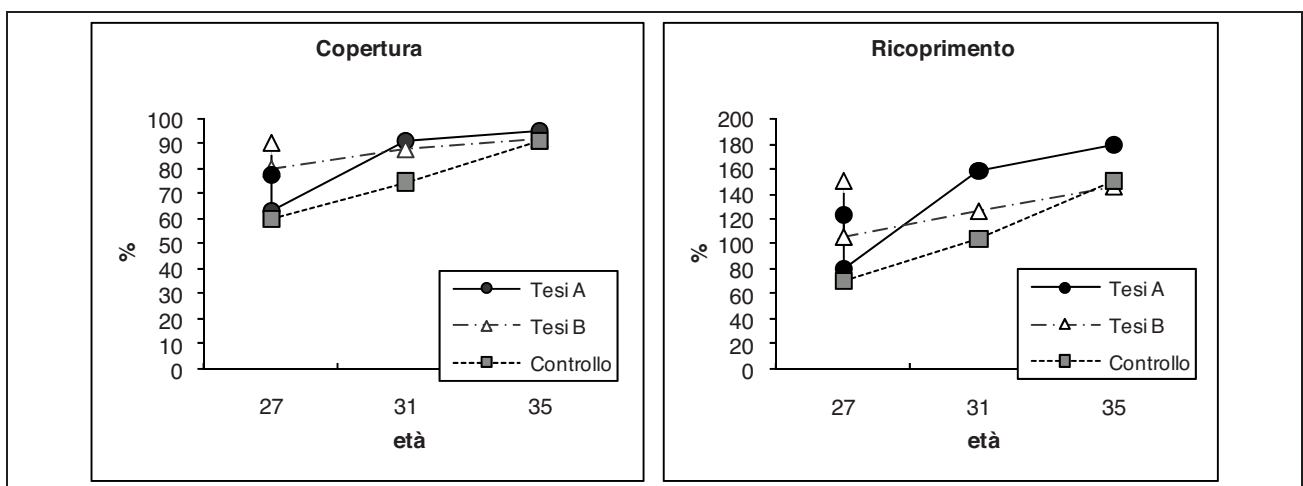


Figura 1. Caso di studio Fonte dei Frassini (Arezzo). Andamento del grado di copertura e del grado di ricoprimento per tesi di trattamento. Tesi A (diradamento dal basso forte), B (diradamento dal basso debole), T (controllo).

Picture 1. Fonte dei Frassini (Arezzo) study case. Dynamics of crown overlapping and canopy cover per thesis. Tesi A (strong intensity thinning from below), tesi B (weak intensity thinning from below), tesi T (control thesis).

Illustration 1. Cas d'étude Fonte dei Frassini (Arezzo). Evolution du degré de couvert et du degré de recouvrement par thèse de traitement. Tesi A (éclaircie par le bas de forte intensité), Tesi B (éclaircie par le bas de faible intensité), Tesi C (éclaircie sélective), T (contrôle).



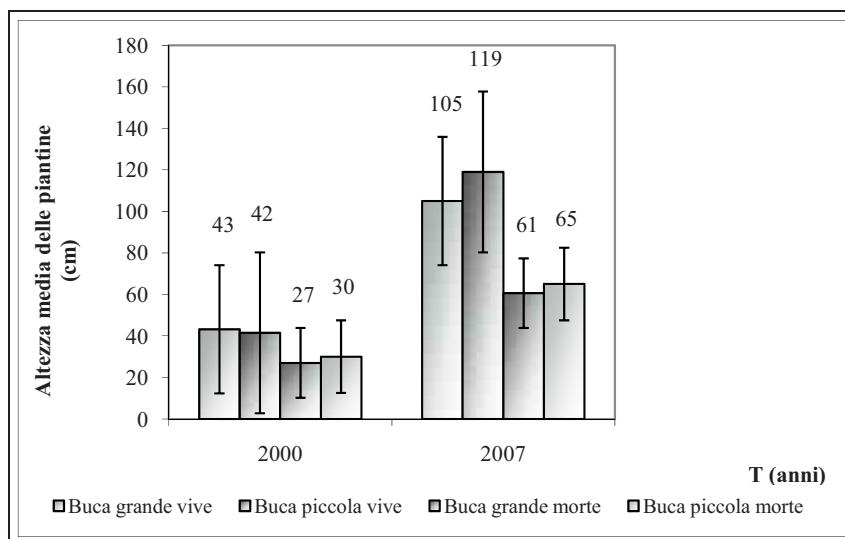


Figura 2. Protocollo Pratomagno (Arezzo). Prove di impianto di rovere in pineta quali potenziali nuclei di disseminazione. Confronto tra i valori medi di altezza delle piantine vive e morte per tesi. Picture 2. The Pratomagno site (Arezzo). Evidence planting sessile oak as potential dissemination sources in artificial black pine stand. Comparison per thesis between the average height of lives and death planting.

Illustration 2. Protocole Pratomagno (Arezzo). Essai de plantation de chêne rouvre en pinède en tant que potentiels noyaux d'ensemencement. Comparaison entre les valeurs moyennes de l'hauteur des semis vivants et morts par thèse.

## SUMMARY

### THE APENNINE BLACK PINE STANDS PLANTED. EXPERIMENTAL INVESTAGATIONS ON THE SILVICULTURAL TREATMENT

In recent decades, the CRA-Centro di ricerca per la Selvicoltura (formerly Istituto Sperimentale per la Selvicoltura) has launched a testing on the silvicultural treatment of artificial black pine stands in its various stages. The experimental research is based on the implementation of several protocols made up of permanent plots. Various method of thinning were tested in the various stages of development of pine forests. Over time, the reaction of stands has been assessed by the analysis of the dynamics of structural indicators. It is reported the main results of testing.

## RÉSUMÉ

### LES PINEDES ARTIFICIELLES DE PIN NOIR DES APENNINS. RECHERCHES EXPERIMENTALES SUR LES TRAITEMENTS SYLVICOLES

Le CRA-Centro di ricerca per la Selvicoltura (ancien Istituto Sperimentale per la Selvicoltura) a commencé, durant les dernières décennies, une recherche sur le traitement sylvicole de ces reboisements en pin noir en réalisant de nombreux protocoles expérimentaux sur des parcelles permanentes. Plusieurs types d'éclaircie ont été testés à différents stades de développement; la réaction des peuplements aux interventions a été évaluée dans le temps en analysant la dynamique de la structure des reboisements. L'article est une synthèse des principaux résultats de ces recherches.

## BIBLIOGRAFIA

- Agostani R., 1961 - *La vegetazione spontanea come guida alla tecnica dei rimboschimenti*. Atti del Convegno Nazionale sui Rimboschimenti e sui Boschi Degradati, Firenze, 12-15 aprile 1961, p. 37-84.
- Amorini E., 1983 - *Prove di diradamento nella pineta di pino nero di Monte della Modina sull'Appennino Toscano*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, 14: 101-148.
- Amorini E., Fabbio G., 1992 - *La gestione dei rimboschimenti con pino nero*. Monti e Boschi, 4: 27-29.
- Amorini E., Gambi G., 1976 - *Un esempio di rinnovazione spontanea del Pino nero sull'Appennino Tosco-Marchigiano*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, 7: 1-25.
- Angerilli A., 1970 - *Comune di Loro Ciuffenna. Rimboschimenti eseguiti nei terreni dell'A.S.F.D. dall'Ispettorato Regionale delle Foreste di Arezzo*. Relazione inedita.
- Bernetti G., 1987 - *I boschi della Toscana*. Quaderni di Monti e Boschi, Edagricole, p. 145-154.
- Bernetti G., 2000 - *Problemi e prospettive della selvicoltura nell'Appennino Centro Settentrionale*. Atti del Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura, Venezia 24-27 giugno 1998, 2: 79-119.
- Bernetti G., Cantiani M., Hellrigl B., 1969 - *Ricerche alsometriche e dendrometriche sulle pinete di pino nero e laricio della Toscana*. L'Italia Forestale e Montana, 1: 10-41.
- Bertini G., 2001 - *Criteri di diradamento in perticaie di pino nero nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona, Campigna*. (Tesi di laurea). Università degli Studi di Firenze, Corso di laurea in Scienze Forestali ed Ambientali.
- Bianchi L., 1999 - *Tipologia evolutiva dei rimboschimenti di pino nero del Casentino*. (Tesi di laurea). Università degli Studi di Firenze, Corso di laurea in Scienze Forestali.
- Bianchi L., Paci M., 2002 - *Tipologia delle pinete di pino*

- nero del Parco Nazionale Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna. *Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali*, 51: 73-120.
- Bianchi L., Maltoni A., Mariotti B., Paci M., 2005. *Il pino nero e il pino laricio*. In: "La selvicoltura delle pinete della Toscana" (eds. Bianchi L., Giovannini G., Maltoni A., Mariotti B., Paci M.). Arsia, Regione Toscana. p. 25-62.
- Budroni N., 2006 - *Realizzazioni tra diradamenti e danni da eventi meteorici in abetine di abete bianco (Abies alba Miller) e pinete di pino nero (Pinus nigra Arnold) nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna*. (Tesi di laurea). Università degli Studi di Firenze, Corso di laurea in Scienze Forestali ed Ambientali.
- Cantiani M., 1969 - *La produzione secondo una ipotesi di diradamento celeroincrementale*. In: "Ricerche alsometriche e dendrometriche sulle pinete di pino nero e laricio della Toscana". *L'Italia Forestale e Montana* (1): 26-33.
- Cantiani P., 2000 - *Indicazioni gestionali in rimboschimenti di pino nero dell'Appennino centro-settentrionale*. Atti del Secondo Congresso SISEF, Bologna, 20-22 ottobre 1999: 125-130.
- Cantiani P., Ciofini A., Cutini A., Piovosi M., Samaden S. 2002 - *Prove di rinaturalizzazione di rimboschimenti di pino nero in Pratomagno (AR)*. Atti seminario "Verso foreste più naturali". Ponte Buriano (AR), 12 giugno 2002: 62-65.
- Cantiani P., Iorio G., Pelleri F., 2005 - *Primi risultati di una ricerca sulle pinete di Pettenaio, Norcia (Perugia)*. *Forest@* (2): 207-216.
- Cantiani P., Piovosi M., 2008 - *La gestione dei rimboschimenti di pino nero appenninici*. I diradamenti nella strategia di rinaturalizzazione. *Annali CRA-SEL*, 34. Accettato per la stampa.
- Ciancio O., 1986 - *Diradamenti: criteri generali, problemi e tecniche*. *Monti e Boschi*, 6: 19-22.
- Corsini P., 1976 - *Contributo allo studio delle pinete di pino nero e laricio della Toscana*. (Tesi di laurea). Università degli studi di Firenze, Corso di laurea in Scienze Forestali.
- De Mas G., 1993 - *Tecniche selvicolturali nel restauro ambientale. L'esempio della rinaturalizzazione di aree rimboschite con pino nero*. *Monti e Boschi*, 1: 16-22.
- De Philippis A., 1958 - *Lezioni di Selvicoltura Speciale*. Firenze, p. 130-131.
- Fabbio G., 1983 - *Studio auxometrico ed ipotesi di diradamento nella pineta di Pinus nigra Arn. sull'Appennino Umbro in località Gualdo Tadino*. *Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, 14: 149-212.
- Ferretti F., Cantiani P., Pelleri F., 2003 - *Applicazioni GIS per indagini di dettaglio a livello di parcella sperimentale forestale*. Atti del Terzo Congresso SISEF, Viterbo, 15-18 ottobre 2001: 411-417.
- Ferrini O., 1965 - *Osservazioni sui rimboschimenti recenti del Pratomagno inferiore*. (Tesi di laurea). Università degli studi di Firenze, Corso di laurea in Scienze Forestali.
- Gambi G., 1983 - *Il pino nero, pianta della bonifica montana*. *Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, 14: 3-46.
- Giacobbe A., 1962 - *L'ecologia dei rimboschimenti*. *Annali Accademia di Scienze Forestali*, 11: 17-40.
- Gugliotta O.I., Mercurio R., 2003 - *Prime osservazioni su tagli a buche in pinete di pino nero in Abruzzo*. *Monti e Boschi*, 1: 18-21.
- Hermanin L., 1980 - *Aspetti della rinnovazione naturale del pino nero in una zona dell'Appennino abruzzese*. *Annali Accademia di Scienze Forestali*, 29: 31-64.
- Hermanin L., 2002 - *Rinaturalizzazione o gestione conservativa per i rimboschimenti di pino?* *Quaderni IAED*, 15: 157-161.
- Hermanin L., Sani L., 1989 - *Indagini sulla produzione del pino laricio in Toscana*. *Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, 20: 571-600.
- Mondino G.P., Bernetti G., 1998 - *I tipi forestali*. *Boschi e macchie di Toscana*. Regione Toscana, Firenze, p. 265-275.
- Nocentini S., 1995 - *La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Una prova su pino nero e laricio nel complesso di Monte Morello (Firenze)*. *L'Italia Forestale e Montana*, 4: 425-435.
- Notarangelo G., 1999 - *Possibilità per l'arboricoltura da legno in impianti artificiali derivanti da rimboschimento. Il caso delle pinete di pino nero (Pinus nigra Arn.) del Casentino (Ar)*. (Tesi di dottorato di ricerca). Università degli Studi della Basilicata.
- Paci M., Romoli G., 1992 - *Studio sulla diffusione spontanea del pino nero sui pascoli del Passo dello Spino (AR)*. *Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali*, 41: 191-226.
- Pavari A., 1927 - *La tecnica dei rimboschimenti secondo le più recenti vedute ed esperienze*. *L'Alpe* (XV) 11: 321-334, 12: 359-364.
- Piegai F., 1975 - *Parametri dendrometrici, auxometrici e posizione sociale in piante di Pinus nigra (Arn)*. (Tesi di laurea). Università degli studi di Firenze, Corso di laurea in Scienze Forestali.
- Piovanelli C., Gamba C., Batistoni E., 2004 - *Valutazione della stabilità e funzionalità degli ecosistemi tellurici in rimboschimenti di pino nero tramite indicatori biologici del suolo*. (Poster): *Ri. Selv. Italia*, Milano, 16 settembre 2004.
- Piussi P., 1984 - *Selvicoltura generale*. UTET: 371-388.
- Plutino M., Piovosi M., Cantiani P., 2007 - *Prove di impianto di rovere (Quercus petraea (Matt.) Liebl.) quali potenziali nuclei di disseminazione ai fini della rinaturalizzazione dei rimboschimenti di pino nero (Pinus nigra Arn.) del Pratomagno (AR)*. (Poster): *Sesto Congresso SISEF, Arezzo*, 25-27 settembre 2007.
- Plutino M., Piovosi M., Cantiani P., 2009 - *Rinaturalizzazione dei rimboschimenti di pino nero. Prove di impianto di potenziali nuclei di disseminazione di rovere in Pratomagno (AR)*. *Sherwood*, 150: 9-14.
- Preto G., 1983 - *Il pino nero della Val del Bidente (Forlì)*. *Aspetti della rinnovazione naturale*. *Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, 14: 47-100.
- Schirone B., 2000 - *Le attività di rimboschimento in Italia: situazione attuale e prospettive*. Atti del Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura, Venezia 24-27 giugno 1998, 3: 347-356.
- Tonon G., Panzacchi P., Grassi G., Minotta G., Cantoni L., Bagnaresi U., 2005 - *Spatial dynamics of late successional species under Pinus nigra stands in the northern Apennines (Italy)*. *Annals of Forest Science, INRA*, (62): 669-679.
- Varallo A., 1999 - *Indagine auxometrica ed indicazioni evolutive sulle pinete casentinesi*. (Tesi di laurea). Università degli studi di Firenze, Corso di laurea in Scienze Forestali ed Ambientali.

## UTILIZZAZIONE DELL'OLIVO IN IMPIANTI SPECIALIZZATI INDIRIZZATI ALLA PRODUZIONE DI LEGNAME DI QUALITÀ

(\*) CNR, Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree, Sesto Fiorentino (FI)

In questo lavoro vengono esposti i risultati preliminari di una sperimentazione indirizzata alla valutazione dell'olivo allevato per la produzione di legno di qualità. L'impianto, di un ettaro di superficie, è stato realizzato nell'inverno 2003/2004 a Follonica (Grosseto) utilizzando piante di due anni di età di 20 cultivar di provenienza clonale impiantate al sesto di m 4 x 4. Le cultivar sono originarie di varie regioni italiane nonché di altri paesi europei. Fino a questo anno, quinto di crescita in campo, è stato possibile individuare alcune cultivar che presentano maggiore attitudine ad essere utilizzate per questo tipo di impianto: esse presentano maggiore accrescimento diametrico del fusto unito ad una regolare conformazione del tronco e ad una maggiore facilità alla cicatrizzazione dei tagli dei rami laterali. Le migliori cultivar per questo scopo sembrano essere Olivo di Casavecchia e San Francesco, autoctone della regione toscana.

*Parole chiave:* *Olea europaea* L., piantagioni, qualità del legno.  
*Key words:* *Olea europaea* L., planting, wood quality.

### 1. INTRODUZIONE

L'olivo, *Olea europaea* è specie tipica dell'ambiente mediterraneo, comunemente distinta in due sottospecie: *oleaster* Hoffm. et Link e *sativa* Loudon corrispondenti rispettivamente alla forma selvatica ed a quella coltivata (MORETTINI, 1972). La specie riveste un importante interesse agricolo per i frutti che vengono indirizzati al consumo diretto o all'estrazione dell'olio ma gioca anche un notevole ruolo ambientale in quanto occupa molti suoli marginali, di ambienti siccitosi, dove altre colture arboree agrarie o forestali stentano a crescere o a fornire reddito. L'olivo è quindi in grado di produrre massa legnosa anche in condizioni di bassi input energetici ma la sua attitudine alla coltivazione indirizzata alla produzione di legno di qualità non è mai stata controllata. Il legname che si usa, duro pesante e compatto (Cecchini, 1952) è di solito prodotto da piante di cultivar per la produzione di frutto, non specificamente allevate, tagliate al momento dell'espianto per senescenza o danneggiamento. Anche la qualità del legno da destinare alle varie utilizzazioni risente di queste condizioni e manifesta spesso caratteristiche negative (Barone et al, 1995) accentuate ad esempio dalla presenza di irrigazione che induce le piante a produrre xilema con caratteristiche di durezza inferiore a quello di piante coltivate in asciutto (Lavee, 1996). Mediante un progetto, specificamente promosso dall'ARSIA-Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale- ed eseguito dal nostro gruppo, denominato "Nuovi sistemi di coltivazione dell'olivo", è stata evidenziata l'impossibilità di indirizzare il legname proveniente da impianti specializzati per la produzione del frutto verso impieghi industriali. In particolare sono state eseguite prove di tranciatura e di fabbricazione di pavimenti prefinti dimostrando l'impossibilità di tali lavorazioni a causa delle ridotte dimensioni dei tronchi e della elevata concentrazione di difetti nel legno (BERTI et al., 2001). Il patrimonio genetico dell'olivo coltivato in Italia è notevole, con circa 500 cultivar presenti (BARTOLINI et al., 1994) con caratteristiche vegetative e di crescita variabili. Per molte varietà è possi-

bile avere materiale clonale per la realizzazione di impianti con notevole omogeneità genetica on comune per molte specie forestali.

Con il presente lavoro, reso possibile grazie ad un ulteriore contributo dell' ARSIA si è voluto per la prima volta realizzare un impianto di olivo indirizzato alla produzione di legno nel quale la fruttificazione sia una possibile fonte di reddito in attesa della taglio definitivo delle piante programmato a maturità. L'obiettivo è quello di verificare se esistono delle cultivar, di origine clonale, con maggiore attitudine alla produzione di legno, ottimizzare l'impiantistica e la gestione agronomica controllando l'impatto ambientale, determinare modalità di crescita e accumulo di massa legnosa nel tempo, verificare le caratteristiche del legno prodotto e la suscettibilità di applicazione su larga scala del modello proposto.

### 2. MATERIALI E METODI

La scelta delle cultivar da utilizzare è stata effettuata sulla base delle conoscenze pregresse dell'IVALSA tenendo conto dell'intensità e tipo di crescita vegetativa e della eventuale utilizzazione di piante appartenenti al germoplasma autoctono della Toscana in comparazione ad altre di origine italiana o straniera. La scelta definitiva ha previsto la utilizzazione di 20 cultivar elencate in Tabella 1.

Le piante, di origine clonale, sono state propagate presso un vivaio specializzato (SPO, Società Pesciatina di Orticoltura, Pescia, Pistoia) e allevate durante due anni all'interno del vivaio in modo da formare un asse centrale ben individuato di altezza superiore a quella dello standard commerciale (circa 1,8 m) e privo di assi laterali concorrenti. Il terreno da destinare all'impianto, di circa 1 ha di superficie, è stato localizzato all'interno dell'azienda agraria sperimentale "Santa Paolina" - IVALSA - localizzata a Follonica (42°56'34.00"N; 0°46'13.00" E). il terreno, pianeggiante, con tessitura sabbio-limoso, è stato preparato mediante lavorazione profonda con aratro scarificatore, concimazione di fondo e lavorazione superficiale con erpice a denti. Nel novembre del 2003 le piante sono state poste a terra, al se-

sto di 4 x 4 m, seguendo uno schema a blocchi randomizzati con 3 blocchi di 4 piante per cultivar. Le pratiche colturali, in asciutto, sono state indirizzate durante i primi due anni alla formazione finale del fusto mediante potature, effettuate durante la stagione vegetativa, rivolte all'eliminazione dei rami posti più in basso fino a creare un tronco libero di circa 2 m di altezza. Una volta raggiunta l'altezza desiderata, la chioma è stata lasciata libera di crescere liberamente senza individuare branche principali in modo che la vegetazione assumesse una forma a "globo". Si è proceduto poi alla gestione dell'impianto in modo da limitare gli input tecnici (concimazioni, trattamenti antiparassitari) per favorire la crescita delle piante e limitare la concorrenza con le erbacee il terreno è stato mantenuto libero dalla vegetazione mediante lavorazioni superficiali effettuate con erpice a dischi come avviene normalmente nella olivicoltura da frutto.

Sulle piante si è provveduto a rilevare con regolarità fin dal primo anno: crescita in altezza ed in volume della chioma; sviluppo e regolarità diametrale del fusto, attitudine alla cicatrizzazione delle ferite, suscettibilità all'allevamento (danneggiamenti dovuti alla gestione, mortalità, interazioni con i fenomeni ambientali).

### 3. RISULTATI E CONCLUSIONI

La messa in opera dell'impianto non ha presentato particolari difficoltà; è emerso subito però il problema dei sostegni più idonei per il supporto delle piante durante i primi anni. Le chiome infatti sono cresciute molto rapidamente durante i primi due anni creando un "effetto vela" notevole durante le giornate ventose. La prima palificazione effettuata soltanto con canne di bambù è stata sostituita con più robusti pali in castagno alti 2 metri fuori terra, uniti in testata da un filo metallico corrente lungo la direzione delle file. Questo tipo di struttura è stata in grado di far sopportare meglio i venti che comunque hanno provocato alcuni danni stroncando alla base alcune piante (2% del numero complessivo fino al 2008). Alcuni danni sono stati poi causati dal passaggio delle macchine utilizzate per le lavorazioni del terreno, specialmente durante i primi 3 anni, causando ferite non ben rimarginate su alcuni tronchi di piante che continuano a vivere ma con la prospettiva di produrre fusti di conformazione non regolare o con dimensione inferiore alla media.

Notevoli differenze sono emerse tra le cultivar prese in esame in termini di crescita vegetativa e sviluppo del fusto. Alcune cultivar sembrano particolarmente adatte a questo tipo di allevamento in quanto sono caratterizzate da tronchi dritti, regolari, con buon accrescimento in diametro presentando inoltre una buona capacità di cicatrizzazione in prossimità dei tagli di eliminazione dei rami laterali. La differenza qualitativa nell'aspetto esteriore dei tronchi di una cultivar che tende a cicatrizzare molto bene le ferite (Olivo di Casavecchia) e un'altra con comportamento opposto (Carolea) è percepibile dalla fotografia 1.

Il diametro raggiunto dai fusti delle diverse cultivar, misurato a 130 cm dal suolo nell'inverno 2007/2008, è esposto in figura 1. Le cultivar che hanno presentato fino a questo momento migliore attitudine alla coltivazione in questo tipo di impianto sono caratterizzate da un elevato accrescimento unito a andamento assurgente della vegetazione e

buona qualità esterna della corteccia (Olivo di Casavecchia, Canino, San Francesco). Nel 2007 la produzione di olive è stata molto scarsa (media Kg 0,450 a pianta) e soltanto su alcune cultivar. Le piante si presentano comunque in buone condizioni di vegetazione e la prima produzione importante di frutti è attesa nel corso di questo anno 2008. L'impianto quindi potrà fornire reddito in attesa del taglio delle piante anche se queste non potranno essere raccolte con macchine a scuotitura del tronco per non danneggiare ulteriormente i fusti. Può comunque essere adottata sia la raccolta manuale con agevolatori che quella meccanica con scuotitori delle branche o dei rami.

Alla luce di quanto emerso fino a questo momento, nella fase iniziale della sperimentazione, si può ipotizzare che il raggiungimento di una dimensione idonea per il taglio delle piante possa essere raggiunto nell'anno 2015 (dodici anni di accrescimento in campo); nel frattempo la qualità del legno ottenibile dalle cultivar sarà determinata mediante prove preliminari negli anni precedenti la maturazione commerciale. Il sistema appare comunque promettente perché la produttività in frutto delle piante non sembra essere al momento impedita, ma soltanto leggermente ritardata, di circa un anno rispetto ad un oliveto specializzato per la produzione di olio. Le cultivar già individuate come più idonee possono essere nel frattempo studiate in nuovi impianti nei quali saggiare distanze ed eventuali consociazioni con altre specie.

<i>Cultivar</i>	<i>Regione/Paese</i>
Bianchera	Slovenia
Canino	Lazio
Carolea	Calabria
Cipressino	Puglia
Frantoio	Toscana
Ginestrino	Toscana
Grignan	Veneto
Itrana	Lazio
Leccino	Toscana
Leccio del Corno	Toscana
Leccio Maremmano	Toscana
Leccione	Toscana
Maurino	Toscana
Moraiolo	Toscana
Olivo di Casavecchia	Toscana
Picholine	Francia
Ravece	Campania
San Francesco	Toscana
Taggiasca	Liguria
Verzola	Marche

Tabella 1. Elenco delle cultivar di olivo utilizzate nell'impianto destinato alla produzione di legno con la loro origine geografica comunemente conosciuta.

Table 1. Olive cultivars used in the specialized groves for timber production with the indication of the geographic origin.

Tableau 1. Liste des variétés d'olivier utilisées dans la plantation destinée à la production de bois, avec son origine géographique comme elle est mieux connue.





Foto 1. Aspetto della corteccia dei tronchi appartenenti a cultivar che tendono a chiudere perfettamente le cicatrici della potatura (sinistra) o con evidenti difetti naturali comuni per la specie (destra).

Photo 1. External appearance of the bark belonging to cultivar with perfect closure of the pruning wounds (on the left) compared to cultivar with evident natural defects (on the right).

Photo 1. Aspect de l'écorce des variétés qui ont la tendance à boucher parfaitement les cicatrices (blessures) de l'élagage (à gauche) ou avec des défauts naturels bien évidents qui sont communs pour l'essence.

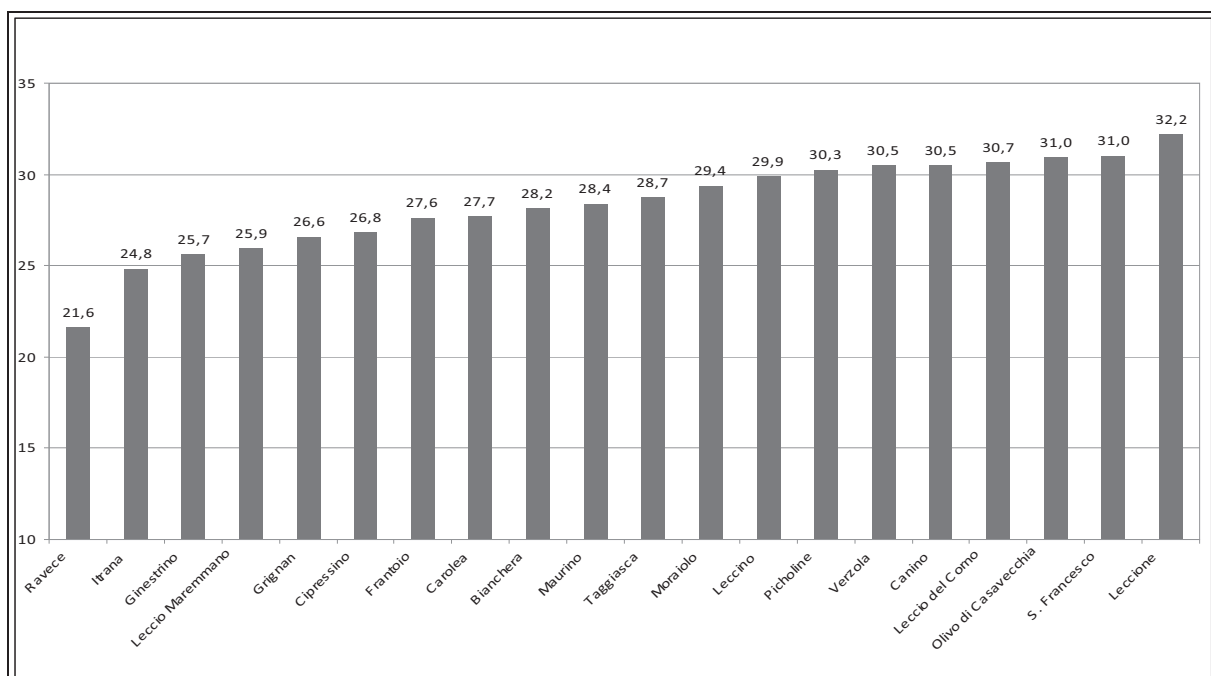


Grafico 1. Diametro del fusto misurato a 130 cm di altezza dal suolo sulle 20 cultivar di olivo allevate per la produzione di legno. I dati sono esposti in ordine di grandezza.

Graphic 1. Diametric dimension of the trunk measured at 130 cm from the soil on the 20 olive cultivars selected for timber production. Data are exposed in order of the size.

Graphique 1. Diamètre du fût mesuré à 130 cm d'hauteur du sol sur 20 variétés d'olivier élevées pour la production du bois. Les données sont exposées selon l'ordre de grandeur.

## SUMMARY

### SPECIALIZED OLIVE GROVES FOR HIGH QUALITY TIMBER PRODUCTION

In this work we present the preliminary results of an experimental trial aimed to evaluate olive tree grove for high quality timber production. The planting was done during the winter of the year 2007 in Follonica (Grosseto, Italy) using olive plants belonging to 20 clonal cultivars planted at the spacing of 4 x 4 m. The cultivars were original from Italy and other European countries. Until this year, fifth of the growing of the plant in the field, we were able to select some cultivars which seems more adaptable to timber production: they show a wider dimension of the trunk associated to a regular shape and facility to heal the cuts resulting from the pruning of the lateral shoots. The best cultivars to the aim of the research were Olivo di Casavecchia and San Francesco, autochthonous of the Tuscany region.

## RÉSUMÉ

### USAGE DE L'OLIVIER EN PROVENANCE DES PLANTATIONS REALISEES POUR LA PRODUCTION DU BOIS DE QUALITÉ

Dans ce travail les auteurs exposent les résultats préliminaires des essais visant à évaluer une plantation d'olivier élevé pour la production du bois de qualité. La plantation, un hectare de surface, a été réalisée dans l'hiver 2003/2004 à Follonica (Grosseto) en utilisant des plantes âgées de deux ans, 20 variétés clonales, plantés à

distance de 4 x 4 m. Les variétés ont origine dès plusieurs régions italiennes et aussi d'autres pays européens. Jusqu'à cette année, le cinquième de croissance sur place, il a été possible de repérer des variétés qui présentent une plus forte aptitude à être utilisées pour ce type de plantation : elles présentent plus d'accroissement diamétrique du fût et au même temps une conformation du tronc régulière et une facilité à la cicatrisation des coupes des branches latérales. Au regard des finalités des essais les variétés les meilleures semblent Olivier de Casavecchia et San Francesco, autochtones de la région toscane.

## BIBLIOGRAFIA

- Barone E., Motisi A., Zappia R., Di Marco L., 1995 - *Utilizzazione del legno di olivo nella piana di gioia tauro*. Atti convegno su arboricoltura da legno e politiche comunitarie. Tempio Pausania, 22-23 giugno 1993, pp. 241-250.
- Bartolini G., Prevost G., Messeri C., Carignani G., 1998 - *Olive germplasm: cultivars and world-wide collections*. Fao, Roma.
- Berti S., Brunetti M., Macchioni N., Spinelli R., 2001 - *Verifica della possibilità di utilizzo del legname di olivo toscano*. In: nuovi sistemi di coltivazione dell'olivo. Aspetti agronomici, economici e qualitativi. Atti ARSIA, pp. 79-81.
- Cecchini G., 1952 - *L'identificazione dei legnami*. Hoepli, milano, pp. 222-223.
- Lavee S., 1996 - *Biologia e fisiologia dell'olivo*. In: enciclopedia mondiale dell'olivo. Coi, madrid. Pp. 61-110.
- Morettini A., 1972 - *Olivicoltura*. REDA, Roma.

## ESBOSCO IN AMBIENTE MONTANO CON *CABLE-FORWARDER*

(\*) Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università degli Studi di Padova

I *forwarder* sono macchine normalmente utilizzate all'estero nella fase di esbosco del legname, ma il loro uso in ambiente montano è stato sempre ostacolato dalla ripidità dei terreni. Per ampliarne il campo di utilizzo, in Austria è stato messo a punto il cosiddetto *cable-forwarder*, ovvero un *forwarder* capace di autoissarsi grazie ad un verricello integrato nella macchina. Una volta che la fune del verricello è fissata ad un ancoraggio a monte, il *forwarder* è in grado di salire in retromarcia lungo il corridoio creato dall'harvester, superando pendenze fino al 70% senza apprezzabili slittamenti delle ruote.

È stato eseguito uno studio su produttività e costi di tale macchina in Stiria (Austria) durante l'esbosco di un taglio di sementazione, portato a termine con harvester cingolato in una pecceta montana dei substrati carbonatici con larice. I dati raccolti hanno permesso di elaborare un modello di produttività che consiste di tre parti: un modello per il carico del legname, uno per lo scarico e uno per la locomozione. La produttività del *cable-forwarder* è risultata essere funzione della distanza percorsa durante la fase di carico, del volume medio del toppe caricato, della distanza di esbosco, della pendenza media superata e del volume totale trasportato. Il costo di utilizzazione per unità di legname esboscato è risultato competitivo rispetto all'unica alternativa possibile, l'esbosco con gru a cavo a stazione motrice mobile.

Inoltre, l'utilizzo del verricello ha mostrato un effetto positivo sull'impatto al suolo esercitato dalla macchina, poiché le ruote non perdono mai aderenza e non si affossano nel terreno.

*Parole chiave:* *forwarder*, produttività, costi, impatto ecologico.

*Key words:* *forwarder*, productivity, costs, ecological impact.

*Mots clés:* porteur, productivité, coût, impact écologique.

### 1. INTRODUZIONE

Il trattore articolato portante, meglio noto come *forwarder*, lavora solitamente accoppiato ad un harvester: percorre il bosco seguendo i medesimi corridoi, carica i toppe lasciati ai bordi degli stessi, già suddivisi secondo i diversi assortimenti, e li trasporta all'imposto.

La bibliografia relativa all'uso di tale mezzo in Italia o è puramente descrittiva (Spinelli e Magagnotti, 2004) o si rifà ad operazioni condotte in impianti artificiali di pianura (Verani, 2001; Verani e Sperandio, 2003). I riferimenti sono totalmente assenti per quanto concerne l'utilizzo di *forwarder* nelle realtà forestali del nostro paese. Solo Vicini (2004) ha rilevato una produttività nell'esbosco di un diradamento di 36,7 m<sup>3</sup>/giorno, molto modesta poiché la macchina doveva anche ammassare la ramaglia allestita. Il loro impiego in area montana è sempre stato frenato, oltre che dall'ingente costo d'acquisto, dal forte ostacolo rappresentato dalla ripidità dei terreni: difficilmente possono affrontare pendenze superiori al 30 - 35%, soprattutto viaggiando a pieno carico.

All'estero questa limitazione è stata in parte risolta proponendo il cosiddetto *cable-forwarder*, un mezzo capace di autoissarsi grazie ad un verricello integrato nella macchina, la cui velocità di avvolgimento della fune è sincronizzata con la trasmissione delle ruote del veicolo. Il verricello viene montato dietro la griglia di protezione del pianale di carico e la fune fuoriesce dal telaio nella parte posteriore, all'estremità del pianale di carico; una volta che questa è fissata ad un ancoraggio a monte (albero o ceppaia ben radicata), il *forwarder* è in grado di salire in retromarcia lungo il corridoio creato dall'harvester,

superando, grazie al supporto del cavo, pendenze fino al 70% senza apprezzabili slittamenti delle ruote. Tale veicolo è apparso nel 2004 in Austria, prima come prototipo e poi come veicolo pienamente operativo adottato da alcune imprese forestali specializzate.

### 2. MATERIALI E METODI

#### 2.1 Forwarder con verricello

La macchina oggetto del presente studio è il modello 950R della casa svedese Gremo. È un *forwarder* relativamente compatto, considerati i 2,6 m di larghezza, ideale quindi per interventi di diradamento, ma abbastanza flessibile da poter essere usato nell'esbosco di tagli di maturità. Il peso ridotto (11 t) e le 8 ruote motrici lo rendono meglio gestibile in situazioni difficili, quali possono essere i terreni con pendenze superiori al 30%. Il motore 4 cilindri Deutz assicura una potenza di 111 kW, mentre la gru a braccio articolato Loglift 51F con pinza Cranab è dotata di 6,5 m di sbraccio. La mobilità è favorita dai semicingoli sulla coppia di ruote dell'unità posteriore e dalle catene su due delle quattro ruote dell'unità anteriore.

Il verricello è dotato di una fune di 300 m di lunghezza per 15 mm di diametro.

#### 2.2 Siti di studio e procedure di lavoro

I lotti sottoposti ad utilizzazione sono localizzati nei pressi di Mürzzuschlag (Stiria, Austria) ad un'altitudine di circa 900 m s.l.m. Il soprassuolo oggetto dell'intervento è ascrivibile alla tipologia forestale della pecceta montana dei substrati carbonatici con larice, composta per il 60% da abete rosso, per il 30% da larice e per il resto da abete

bianco. Il popolamento, prevalentemente allo stadio di fustaia, è sottoposto ad un trattamento a tagli successivi, e con questo intervento è stato portato a termine il taglio di sementazione, asportando in totale più di 3000 m<sup>3</sup>. Le caratteristiche del soprassuolo e dell'intervento sono espresse in Tabella 1.

Un harvester cingolato, in grado di lavorare fino a pendenze del 70%, procedeva in salita, lungo la linea di massima pendenza, aprendo dei varchi distanziati di 20 m (lo sbraccio del braccio articolato è di 10 m) e accumulando i topi ottenuti, già divisi per assortimenti, ai bordi del corridoio. Il lotto non era stato sottoposto a martellata, per cui l'operatore dell'harvester decideva autonomamente quali soggetti da abbattere. Il *forwarder* con verricello procedeva successivamente all'esbosco lungo gli stessi corridoi, viaggiando scarico in salita e caricando il legname durante la discesa. Il legname era quindi accatastato per assortimenti lungo la strada forestale sita a valle, percorribile da autoarticolato.

Abbattimento ed esbosco sono stati portati a termine aprendo cinque corridoi ad andamento rettilineo di larghezza compresa fra i 4 e i 5 m; la massima pendenza misurata, effettivamente affrontata dal *forwarder*, è stata del 70%. È necessario ancorare la fune del verricello ad un ancoraggio a monte, posto alla testa del corridoio (solitamente una ceppaia ben radicata) affinché il *forwarder* possa compiere la prima salita. Per i corridoi successivi il processo è stato più agevole, poiché il *forwarder* poteva sfruttare una pista forestale presente a monte per spostarsi verso la testa del corridoio adiacente, dopo aver risalito scarico il corridoio già completato; la fase di sgancio e nuovo ancoraggio del cavo richiedeva solo pochi minuti. Qualora manchi una pista forestale a monte, il cambio di corridoio avviene coprendo in diagonale, sempre con l'aiuto del verricello, la distanza fra i due corridoi adiacenti.

Durante la salita e la discesa la fune era mantenuta sempre in tensione, mentre una volta raggiunta la strada forestale a valle l'operatore la allentava così da potersi spostare liberamente lungo la strada (perpendicolare rispetto ai corridoi) per le operazioni di scarico del legname.

### 2.3 Modello

Il ciclo operativo della macchina è stato suddiviso in tre elementi temporali:

- Carico: dal momento in cui il *forwarder* aziona la gru per caricare il primo toppo al momento in cui carica l'ultimo toppo sul pianale. Questa fase comprende anche il tempo necessario per spostarsi lungo il corridoio di esbosco, da un cumulo di tronchi a quello successivo;
- Scarico: dal momento in cui il *forwarder* aziona la gru per scaricare il primo toppo al momento in cui scarica l'ultimo toppo dal pianale
- Locomozione: il *forwarder* si muove senza carico in salita e a pieno carico in discesa, compresi i brevi tratti lungo la strada forestale. Non c'è alcuna movimentazione del legname con la gru.

L'insieme dei dati raccolti ha permesso di ipotizzare i seguenti modelli:

- modello per la fase di carico;

$$\text{effic}_{\text{carico}} = \frac{f \cdot (\text{distanza percorsa, pendenza distanza percorsa, volume caricato, volume medio toppo caricato, n. topi caricati})}{\dots}$$

- modello per la fase di scarico;

$$\text{effic}_{\text{scarico}} = \frac{f \cdot (\text{volume scaricato, volume medio toppo scaricato, n. topi scaricati})}{\dots}$$

- modello per la locomozione;

$$\text{effic}_{\text{locomozione}} = \frac{f \cdot (\text{distanza di esbosco, volume trasportato, pendenza media sulla distanza di esbosco})}{\dots}$$

Per "distanza di esbosco" si intende la somma della lunghezza del tratto percorso dalla macchina senza carico in andata (ovvero in salita) e di quella del tratto percorso a pieno carico al ritorno (quindi in discesa).

### 2.4 Rilievo dei dati ed analisi statistica

Il sopralluogo prima dell'inizio dei lavori ha permesso di rilevare distanze e pendenze lungo i cinque futuri corridoi e di realizzare 20 aree di saggio. Durante le operazioni di esbosco, un rilevatore seguiva costantemente la macchina registrando i tempi delle diverse fasi di lavoro su una tabella le varie distanze percorse. Il secondo, all'imposto, contava il numero totale di topi trasportati e misurava il volume del 20-30% di ciascun carico, al fine di ottenere una buona stima del volume totale trasportato, calcolato sottocorteccia e decurtato delle sovrallunghezze. In totale sono stati collezionati dati di tempi e volumi relativi a 44 cicli di esbosco. Al termine delle operazioni di esbosco, è stato effettuato un nuovo sopralluogo delle 20 aree di saggio.

Utilizzando le tecniche di regressione lineare (semplice o multipla) e non lineare sono stati quindi stimati i parametri del modello, tramite i quali è possibile quantificare al meglio la produttività del *cable-forwarder* Gremo 850R sotto specifiche condizioni di lavoro.

## 3. RISULTATI E DISCUSSIONE

In tabella 2 vengono riassunti i valori statistici delle variabili numeriche considerate.

Mediamente con un ciclo di esbosco di 34,5 min il *cable-forwarder* trasporta 11,6 m<sup>3</sup> di legname, coprendo una distanza totale di 330 m.

### 3.1 Analisi di produttività

Le elaborazioni statistiche hanno prodotto i seguenti modelli.

$$\text{effic}_{\text{carico}} = 1,563 + 0,012 \cdot \text{distanza carico} - 4,57 \cdot \text{volume medio}$$

$$\text{effic}_{\text{carico}} = \frac{\text{efficienza del sistema nella fase di carico (min/m}^3\text{)}}{\text{distanza percorsa durante la fase di carico (m)}} \cdot \text{volume medio del toppo caricato (m}^3\text{ senza corteccia)}$$

Il 79% ( $R^2 = 0,792$ ) della variabilità nel tempo richiesto per completare un carico può essere spiegato attraverso la distanza percorsa durante il carico e il volume medio del toppo che viene caricato sul pianale.

$$\text{effic}_{\text{scarico}} = 0,808 e^{-1,911 \cdot \text{volume medio}}$$

$$\text{effic}_{\text{scarico}} = \frac{\text{efficienza del sistema nella fase di scarico (min/m}^3\text{)}}{\text{volume medio del toppo scaricato (m}^3\text{ senza corteccia)}}$$



Solo la variabile “volume medio del toppe scaricato” ha influenza sul tempo necessario a scaricare un carico di legname accatastandolo lungo la strada forestale ( $R^2 = 0,362$ ).

$$\text{effic locomozione} = \frac{-1,697 + 0,038 \cdot \text{distanza esbosco} + 0,177 \cdot \text{pendenza}}{\text{volume carico}}$$

effic locomozione	efficienza del sistema nella locomozione (min/m <sup>3</sup> )
distanza esbosco	distanza di esbosco (m)
pendenza	pendenza media sulla distanza di esbosco (%)
volume carico	volume totale caricato (m <sup>3</sup> senza corteccia)

La distanza percorsa e la pendenza media affrontata sono in grado di spiegare ( $R^2 = 0,854$ ) il tempo richiesto per coprire la distanza di esbosco e quindi l'efficienza nella locomozione.

Per determinare la produttività del *cable-forwarder* si ricorre alla formula (3.1). Il passaggio dal tempo di lavoro netto (PSH<sub>0</sub>) al tempo di lavoro lordo comprendente i tempi morti minori di 15 minuti (PSH<sub>15</sub>) è assicurato dal fattore  $K = \text{PSH}_{15} / \text{PSH}_0$ .

$$\text{Produttività} = \frac{60}{K \cdot (\text{effic carico} + \text{effic scarico} + \text{effic locomozione})} \quad (3.1)$$

Le figure seguenti sono la visualizzazione grafica della formula (3.1). Considerando che le variabili in gioco sono cinque, in ciascun grafico tre vengono tenute costanti e le altre due (una è sempre il volume medio del toppe) vengono fatte mutare tra un valore minimo ed un valore massimo, scelti considerando il range di misure rilevate in campo.

La figura 1 mostra la differenza di produttività al variare della distanza che la macchina deve percorrere per completare un carico. Più il legname è concentrato lungo il corridoio, minore è il tempo necessario per caricare il rimorchio, il che significa, in ultima analisi, che in un bosco rado, con bassa provvigione iniziale, il *cable-forwarder* otterrà produttività più basse. Il concetto si può estendere ad una considerazione più generale: qualora un *forwarder* venga usato nell'esbosco di un taglio effettuato con motosega, la sua produttività rimarrà sempre minore rispetto all'esbosco di un taglio con harvester, poiché l'abbattimento con motosega non permette il concentramento del legname lungo una specifica direzione.

La distanza di esbosco è una variabile avente una influenza più decisa sulla produttività, soprattutto al crescere del volume medio del toppe esboscato. Questo conferma, indirettamente, l'importanza della rete viaria forestale come elemento primario al servizio delle utilizzazioni boschive: una buona densità di strade permette delle distanze di esbosco contenute e quindi alte produttività, concetto altresì valido qualsiasi sia il sistema di trasporto adottato.

La figura 2 rivela come la produttività della macchina vada aumentando al diminuire della pendenza media affrontata durante l'esbosco. La differenza, ad ogni modo, non è sensibile (al massimo 2 m<sup>3</sup>), confermando quindi la bontà del sistema: l'adozione del verricello tende proprio a minimizzare gli effetti della pendenza del terreno sul movimento della macchina. La velocità di avanzamento (sia in salita che in discesa) rimane pressappoco costante,

indifferentemente che la pendenza sia del 20% o del 40%, grazie alla uniforme capacità di traino assicurata dal verricello.

Infine, il grafico di figura 3 può essere interpretato per comprendere come varia la produttività a seconda se si intervenga con il *cable-forwarder* dopo un taglio di diradamento o un taglio di maturità. Un carico di toppe di piccolo volume (< 0,1 m<sup>3</sup>) totalizza di solito un volume totale non superiore agli 8 m<sup>3</sup>, a causa di una maggior presenza di spazi vuoti (come suggerito da McNeel e Rutherford, 1994) e una percentuale di corteccia più elevata rispetto ad un carico di toppe di volume elevato (> 0,25 m<sup>3</sup>); la curva permette quindi di prevedere le diverse produttività ottenibili a seguito di un intervento di diradamento o di un taglio di maturità.

### 3.2 Rilievo danni al suolo

La figura 4 (Loschek, 2006), è esemplificativa dell'effetto positivo dell'uso del verricello sull'impatto al suolo esercitato dalla macchina: due tratti consecutivi di 20 m ciascuno e con la stessa pendenza sono stati percorsi, a titolo di prova, con e senza l'ausilio del verricello. È evidente come, a parità di condizioni, il traino assicurato dal verricello permetta di limitare la profondità dei solchi lasciati sul terreno, poiché le ruote non perdono mai aderenza e quindi si affossano in misura minore.

### 3.3 Analisi dei costi

Diventa di primario interesse arrivare ad una stima del costo di esbosco per unità di legname trasportato (€/m<sup>3</sup>) impiegando il *cable-forwarder*, così da poterlo confrontare con il costo di esbosco ottenibile attraverso altri metodi. Date le pendenze dei corridoi percorsi dalla macchina, l'unica alternativa è data dall'esbosco con gru a cavo a stazione motrice mobile.

I dati più specifici per completare il costo macchina sono stati ottenuti direttamente dall'operatore del mezzo; il costo orario totale risulta di 72 €.

I costi di esbosco per unità di legname allestito (€/m<sup>3</sup>) sono stati ricavati dal rapporto tra costo orario macchina (€/h) e produttività macchina (m<sup>3</sup>/h). La figura 5 riporta l'andamento, considerando condizioni medie delle variabili coinvolte, del costo di esbosco all'aumentare della produttività.

Stampfer e Steinmüller (2004) calcolano, per esbosco con gru a cavo Syncrofalke dopo abbattimento con harvester cingolato, considerando un volume medio del toppe di 0,2 m<sup>3</sup>, una produttività oraria (PSH<sub>15</sub>) di 17 m<sup>3</sup>. Con tale produttività il costo di esbosco, comprensivo dell'installazione delle linee, viene stimato in 13 €/m<sup>3</sup>, ben superiore quindi se confrontato con il rispettivo valore calcolato per il *cable-forwarder* (5,2 €/m<sup>3</sup> ipotizzando il 60% di pendenza). Queste elaborazioni tengono già conto del fatto che, come riportato da Visser e Stampfer (1998), una linea di gru a cavo è in grado di esboscare il legname derivante da tre corridoi creati dall'harvester. La linea di gru a cavo installata lungo un corridoio riesce ad esboscare anche il legname presente lungo i due corridoi adiacenti, grazie alla capacità di esbosco laterale di 30 m (si ricorda che la spaziatura dei corridoi è di 20 m). Questa soluzione si dimostra più conveniente rispetto all'installazione di una

linea di gru a cavo per ogni corridoio. Nel caso specifico, quindi, sarebbe stato sufficiente il montaggio di due linee per coprire i cinque corridoi.

#### 4. CONCLUSIONI

Lo studio del *cable-forwarder* è stato condotto in Austria, ma in condizioni stazionali del tutto simili a quelle riscontrabili nell'arco alpino dell'Italia nord-orientale, poiché è stato preso in considerazione un trattamento a tagli successivi e non un taglio raso.

Ipotizzando condizioni medie per le suddette variabili e un volume medio del toppe di 0,2 m<sup>3</sup>, il *cable-forwarder* è in grado di esboscare circa 15 m<sup>3</sup>/PSH<sub>15</sub>. Date le condizioni di pendenza del terreno, l'unica tipologia alternativa di esbosco sarebbe stata la gru a cavo che, nelle medesime condizioni, avrebbe raggiunto produttività attorno ai 17 m<sup>3</sup>/PSH<sub>15</sub>. Il *cable-forwarder* presenta il beneficio di non richiedere praticamente tempi di montaggio, esclusi i pochi minuti necessari al fissaggio della fune all'ancoraggio a monte, e tutta l'operazione di esbosco viene portata a termine tramite un solo operatore. Per questo, a dispetto della minor produttività oraria, il *cable-forwarder* permette un risparmio di circa la metà sul costo per unità di legname esboscato rispetto alla gru a cavo, ponendosi così come un valido sistema alternativo.

L'impiego di un *cable-forwarder* vede il suo optimum qualora abbinato ad un harvester cingolato in grado di operare fino al 70% di pendenza. Se si utilizza un normale harvester a ruote, che lavora sino al 30-35% di pendenza, un *forwarder* in allestimento standard è sufficiente. Questo da un punto di vista prettamente tecnico, ma se si prende in considerazione l'aspetto dell'impatto al suolo della macchina, allora il *cable-forwarder* si presenta vantaggioso qualsiasi sia la pendenza da affrontare. Il traino assicurato dal verricello, infatti, permette alla macchina di procedere

senza perdite di aderenza e quindi slittamenti delle ruote, così da impedire o comunque minimizzare la formazione dei profondi solchi derivanti dal passaggio ripetuto del mezzo a pieno carico sulla medesima pista, il che si traduce in una limitazione dei fenomeni di ruscellamento ed erosione superficiale del suolo durante le piogge.

Il *cable-forwarder* si pone come valida alternativa alla gru a cavo dopo un taglio con harvester, ma difficilmente potrà esserlo nell'esbosco di un taglio effettuato con motosega, che non permette il concentramento dei topi lungo una determinata direzione. Questo deprimerebbe la produttività, oltre alla necessità di aprire corridoi di esbosco molto ravvicinati, ogni 13 m con il Gremo 950R in esame. Esistono sul mercato *forwarder* con sbraccio della gru fino a 9,3 m, ma peso e dimensioni aumentano a scapito dell'agilità, e parimenti dovrebbe aumentare la potenza del verricello installato. La gru a cavo, potendo concentrare il legname fino a 30 m su ciascun lato della linea, rimane l'opzione più indicata in tali circostanze.

Dal punto di vista della sicurezza sul lavoro, l'uso del *cable-forwarder* permette all'operatore di condurre tutto il processo di esbosco senza mai scendere dalla cabina di guida, eccezion fatta per le operazioni di aggancio e sgancio della fune, con tutte le positive implicazioni del caso. Se questa tipologia di *forwarder* comincerà a diffondersi, è auspicabile che le case costruttrici introducano l'opzione della cabina di guida autolivellante, come è già realtà per gli harvester, poiché la possibilità di mantenere una posizione di lavoro orizzontale anche su superfici inclinate è, per l'operatore, un grosso vantaggio dal punto di vista dell'ergonomia del lavoro.

In definitiva, il *cable-forwarder* può avere un futuro promettente, poiché l'installazione del verricello è in grado di assicurare un ampio spettro d'azione, permettendogli al contempo un impatto ambientale più moderato.

Caratteristica	Unità di misura	Pecceta montana con larice
Specie		abete rosso, larice, abete bianco
Pendenza media	%	40
Provvigione iniziale	m <sup>3</sup> /ha	663,9
Densità iniziale	n. alberi/ha	775
Volume medio albero prelevato	m <sup>3</sup>	0,68
Volume medio albero rilasciato	m <sup>3</sup>	1,22
Volume prelevato	m <sup>3</sup> /ha	299,2
Intensità del prelievo	%	47,9
Numero alberi prelevati	n. alberi/ha	476

Tabella 1. Caratteristiche del soprassuolo.

Table 1. Stand characteristics.

Tableau 1. Caractéristiques du peuplement forestier.

Variabile	Media	Deviazione standard	Percentile 0,05	Percentile 0,95	Unità
tempo carico	14,04	5,73	7,61	25,08	min
tempo scarico	6,42	1,89	3,95	9,31	min
tempo locomozione	14,09	5,59	5,26	21,21	min
volume carico	11,66	3,61	5,59	16,65	m <sup>3</sup> senza corteccia
volume medio toppe	0,19	0,09	0,05	0,34	m <sup>3</sup> senza corteccia
n. toppe	73	33	39	141	n
distanza di carico	60,2	43,3	9,4	146,7	m
distanza di esbosco	271,3	134,1	63,2	468,6	m
pendenza distanza di carico	38,6	3,9	33	43,8	%
pendenza distanza di esbosco	30,2	5	22,1	38,7	%

Tabella 2. Valori statistici delle variabili numeriche.  
 Table 2. Statistical values of numerical variables.  
 Tableau 2. Valeurs statistiques des variables numériques.

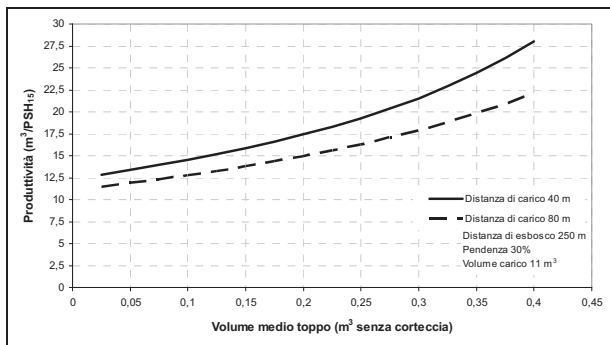


Figura 1. Produttività del *cable-forwarder* al variare del volume medio del toppe e per due distanze di carico.  
 Figure 1. Productivity of the *cable-forwarder* according to average log volume and loading distance.  
 Figure 1. Productivité du *cable-forwarder* d'après le volume moyenne du billon transporté et la distance parcourue pendant le chargement.

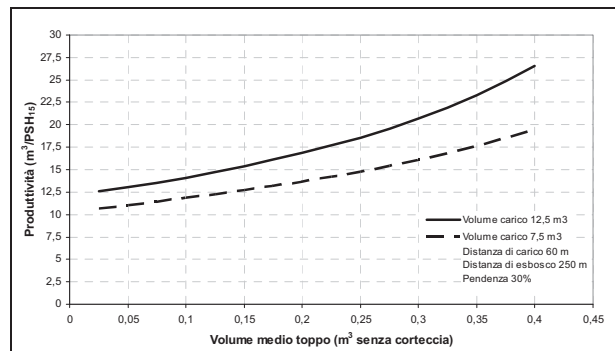


Figura 3. Produttività del *cable-forwarder* al variare del volume medio del toppe e del volume totale di legname caricato.  
 Figure 3. Productivity of the *cable-forwarder* according to average log volume and total loaded volume.  
 Figure 3. Productivité du *cable-forwarder* d'après le volume moyenne du billon transporté et le volume totale transporté.

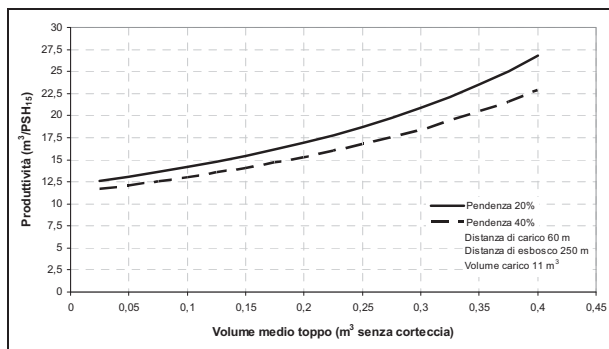


Figura 2. Produttività del *cable-forwarder* al variare del volume medio del toppe e della pendenza.  
 Figure 2. Productivity of the *cable-forwarder* according to average log volume and extraction slope.  
 Figure 2. Productivité du *cable-forwarder* d'après le volume moyenne du billon transporté et la pente moyenne dépassé.

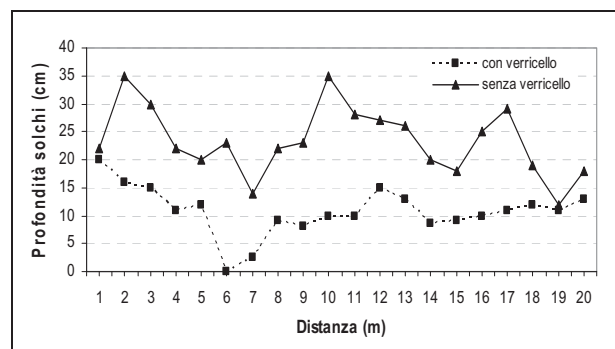


Figura 4. Profondità dei solchi lasciati dalla macchina con e senza l'ausilio del verricello. Tratto percorso 20m, pendenza 36%, numero di passaggi 9.  
 Figure 4. Ruts depth after the machine passage with and without using the winch. Considered length 20m, slope 36%, n. of passages 9.  
 Figure 4. Profondeur des sillons après le passage de la machine. Longueur considéré 20m, pente 36%, n. de passages 9.

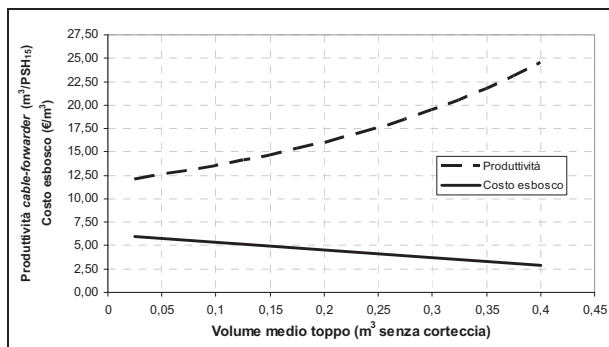


Figura 5. Produttività e costo di esbosco. Ipotesi di base: distanza di carico 60 m, distanza di esbosco 270 m, pendenza 30%, volume trasportato 11,5 m<sup>3</sup>.

Figure 5. Cable-forwarder productivity and consequent extraction cost. Hypothesis: loading distance 60 m, extraction distance 270 m, extraction slope 30%, total volume 11,5 m<sup>3</sup>.

Figure 5. Productivité et coût d'utilisation pour unité du bois débusqué. Hypothèse: distance parcourue pendant le chargement 60m, distance de débardage 270m, pente moyenne dépassé 30%, volume totale transporté 11,5 m<sup>3</sup>.

## SUMMARY

### HAULING WITH A CABLE-FORWARDER EMPLOYED UNDER ALPINE CONDITIONS

Wood extraction on steep slopes is usually operated by cable crane, but recently a modified forwarder has made its appearance in Austria. It consists of a usual forwarder equipped with a winch; once the cable of the winch is anchored on a tree or a stump, the machine can drive slopes up to 70%.

The present work concerns the analysis of productivity, costs and impact on the soil of a cable-forwarder, operating on a main felling in a coniferous stand. Trees were felled and crosscut by a tracked harvester; the cable-forwarder was covering the same corridors, hauling the logs to the forest road.

For data collection and statistical analysis an established protocol has been adapted to the study. All variables and times have been collected on a total of 44 extraction cycles. Statistical analyses produced three models which have been combined in order to explain the productivity (m<sup>3</sup>/PSH<sub>15</sub>) of the cable-forwarder in relation to different variables.

Productivity increases according to the increment of the average volume of the loaded log and to the increase of the total payload. Contrarily, a long covered distance while loading, a long transportation distance and a steep slope of the corridor are variables which depress the productivity of the machine.

Considering average conditions, the cable-forwarder is able to extract about 13 m<sup>3</sup>/h, with a calculated operative cost around 6 €/m<sup>3</sup>, that is lower than the extraction cost when using a cable crane in comparable conditions.

## RÉSUMÉ

### DÉBARDAGE DANS L'ENVIRONNEMENT DE MONTAGNE AVEC UN CABLE-FORWARDER

Les porteurs sont machines utilisés pour le débardage des exploitations forestières, mais l'utilisation dans l'environnement de montagne a toujours été empêché par les terrains très escarpés. Pour étendre le domaine d'utilisation, en Autriche un porteur a été modifié en intégrant un treuil dans l'arrière du véhicule. Quand le câble du treuil a été fixé à un amarrage, le porteur peut salir le long de le couloir crée par l'abatteuse, en dépassant jusqu'à le 70% de pente sans aucun patinage.

La productivité et les coûts de cette machine ont été étudiés en Autriche pendant le débardage d'un coupe d'ensemencement, réalisé par une abatteuse à chenilles dans un peuplement d'épicéa et mélèze sur un terrain carbonaté. Avec les données recueillées a été élaboré un modèle de productivité en trois parties: un modèle pour le chargement du bois, un pour le déchargement et un pour la locomotion. La productivité du véhicule est résulté dépendant de la distance parcourue pendant le chargement, de le volume moyenne du billon transporté, de la distance de débardage, de la pente moyenne dépassé et du volume totale transporté. Le coût d'utilisation pour unité du bois débusqué est compétitif quand comparé à la seule alternative possible avec la pente si élevée, la câble-grue mobile.

De plus, l'utilisation du treuil a montré un effet positif regard l'impact sur le terrain exercée par le véhicule, puisque les roues ne perdent pas l'adhérence en ne créant pas des profonds sillons.

## BIBLIOGRAFIA

- Loschek J., 2006 - *Forsttechnik im Bergwald. Österreichische Forstzeitung* 9: 32-33.
- McNeel J.F., Rutherford D., 1994 - *Modelling harvester-forwarder system performance in a selection harvest.* Journal of Forest Engineering 6 (1): 7-14.
- Spinelli R., Magagnotti N., 2004 - *Forwarders: tutte le soluzioni presenti sul mercato.* Mondo macchina 4: 42-46.
- Stampfer K., Steinmüller T., 2004 - *Harvester und Seilgerät am Steilhang: Valmet 911.1 X3M und Syncrofalke.* Eigenverlag des Instituts für Forsttechnik, Universität für Bodenkultur, Wien. 25 S.
- Verani S., 2001 - *Tempi di lavoro e produttività di esbosco con un forwarder in un pioppeto.* Mondo Macchina 11-12: 50-56.
- Verani S., Sperandio G., 2003 - *Utilizzazione del pioppeto: impiego di un diverso grado di meccanizzazione.* Sherwood 88: 37-44.
- Vicini L., 2004 - *Produttività riscontrate in utilizzazioni di fustaie alpine con sistemi di lavoro a meccanizzazione avanzata.* L'Italia Forestale e Montana 6: 525-531.
- Visser R.J.M., Stampfer K., 1998 - *Cable extraction of harvester-felled thinnings: an Austrian case study.* Journal of Forest Engineering 9 (1): 39-46.



## VIABILITÀ E APPROVVIGIONAMENTO DI BIOMASSE LEGNOSE FORESTALI

(\*) Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università di Padova

La reale disponibilità di cippato di origine forestale per impieghi energetici è influenzata dal costo di approvvigionamento.

I costi di approvvigionamento dipendono dalla organizzazione e dalla efficienza dei cantieri. Tenuto conto che sia la cippatura che il trasporto possono essere condizionati dalla dotazione e dalle caratteristiche delle infrastrutture viarie, quali strade forestali, imposti e piazzali ne deriva che la disponibilità di spazi di manovra, la accessibilità dei mezzi, le distanze di conferimento, nonché i quantitativi disponibili di biomassa forestale destinabile alla cippatura sono da ritenersi gli elementi chiave per la determinazione del costo di approvvigionamento.

Al fine di predisporre un piano di approvvigionamento di cippato forestale è stato condotto quindi un rilievo dettagliato della viabilità forestale in un comprensorio alpino del Trentino. Successivamente sulla base delle indicazioni fornite dal piano dei tagli, si sono localizzati puntualmente gli interventi nel comprensorio. Sulla base delle stesse indicazioni fornite dei piani di taglio e sulla analisi dello storico dei lotti utilizzati e venduti nel comprensorio è stata stimata la disponibilità di biomasse forestali per ciascun intervento previsto che fossero adatte ad essere destinate come combustibile legnoso alla approvvigionamento di un impianto termico locale.

I dati raccolti sono stati elaborati, con l'impiego di applicazioni GIS, al fine di valutare e stimare i costi di trasporto di approvvigionamento di cippato forestale in relazione alle caratteristiche della viabilità e alla localizzazione dei piazzali per lo stoccaggio intermedio delle biomasse forestali e le operazioni di cippatura.

*Parole chiave:* viabilità forestale, biomasse forestali, GIS.

*Key words:* forest road network, forest biomass, GIS.

*Mots clés:* réseau routier forestier, biomasse forestière, GIS.

### 1. INTRODUZIONE

La realizzazione di un impianto termico alimentato a biomasse legnose presuppone, come requisito fondamentale, di disporre di risorse in quantità sufficienti a garantire una fornitura regolare di combustibile (Gronalt e Rauch, 2007).

A prescindere che la risorsa di approvvigionamento sia il bosco o l'industria di prima lavorazione del legno, è indispensabile che nella fase preliminare alla realizzazione di un impianto si valuti la fattibilità e l'entità in termini di costo dell'approvvigionamento locale.

In accordo con Röser *et al.* (2008) l'approvvigionamento di biomasse forestali a fini energetici deve basarsi su una gestione sostenibile delle risorse, questo indipendentemente dalla taglia e dalle quantità di combustibile in gioco.

Nell'ambito alpino in cui il contesto forestale si caratterizza per la presenza di popolamenti di conifere, la biomassa forestale impiegabile per la produzione di cippato può essere generalmente recuperata da:

- tagli ordinari: ramaglia e cimali e legname non destinabile per qualità all'industria di prima trasformazione (segherie);
- tagli colturali: piante intere di diametro a petto d'uomo inferiore ai 17.5 cm utilizzate allo scopo di ridurre la densità dei giovani popolamenti forestali (diradamenti);
- interventi di ripristino: piante utilizzate in aree a prato o a pascolo attualmente abbandonati o sottoutilizzate che presentano ampie aree con rinnovazione arbustiva e/o arborea.

In linea di massima il materiale destinabile alla cippatura

può essere: tonname non commerciabile, sottomisure, fusti recuperabili dai diradamenti e ramaglia e cimali recuperabili come prodotti secondari dall'impiego di processori collocati a bordo strada.

#### 1.1 Approvvigionamento di cippato forestale

Durante l'anno si registrano forti picchi invernali di richiesta di combustibile e sensibili riduzioni della domanda nel corso della stagione estiva (Van Loo e Koppejan, 2003; Gronalt e Rauch, 2007).

In ambito alpino, l'andamento climatico non influenza solo la domanda di combustibile, ma anche l'attività continuativa delle utilizzazioni forestali e quindi l'offerta potenziale di combustibile. Le utilizzazioni forestali possono essere sospese per diversi mesi (fino a 4 mesi) (Cavalli, 2004) nel corso della stagione invernale, periodo nel quale si registra anche la massima richiesta di combustibile da parte degli impianti.

A seguito dell'incremento del numero di impianti termici e quindi della domanda di combustibile, l'interesse per l'impiego delle biomasse forestali aumenta (Stampfer e Kanzian, 2006). Si ha quindi la necessità di realizzare siti di stoccaggio e lavorazione (*piattaforme*) nei pressi degli stessi impianti termici o comunque in aree sempre accessibili nel corso dell'anno (Gronalt e Rauch, 2007).

Nel contesto alpino la presenza di piattaforme di stoccaggio (stagionatura) e lavorazione (cippatura) riducono i problemi della discontinuità e irregolarità dell'approvvigionamento di biomasse forestali. Presso le piattaforme, la biomassa forestale è stagionata e trasformata in combustibile (cippato). In questo modo si valorizza energeticamente la

biomassa in quanto alla perdita del contenuto idrico per l'effetto della stagionatura corrisponde l'aumento del potere calorifico unitario (kcal/kg; kcal/m<sup>3</sup><sub>stero</sub>). Questo processo gioca un ruolo importante qualora si basi (come è ormai diffuso in Germania, Austria e Svizzera e in alcuni casi in Alto-Adige e Veneto) la compravendita del cippato sul valore energetico del combustibile (€ per kcal/kg; € per kcal/m<sup>3</sup><sub>stero</sub>) (Hellrigl, 2006).

Relativamente al cippato forestale, nell'arco alpino del Nord-Est si contano sette piattaforme (4 in Alto-Adige, 2 in Trentino, 1 in Veneto). Allo stato attuale queste presentano ancora una organizzazione e struttura molto diversa, per lo più adatte alle realtà in cui si trovano e alla tipologia e numerosità degli impianti presenti.

La domanda e la qualità del cippato dipende dalla diffusione sul territorio di impianti a cippato, che possono essere costituiti da una o più caldaie. Le potenze delle caldaie variano dai 100 kWt ai 1000 kWt e le tecnologie della camera di combustione sono spesso non adatte all'impiego di cippato fresco (Cavalli *et al.*, 2007; Emer *et al.*, 2008).

A seconda della tipologia di biomassa forestale la strategia e le scelte di cippatura, quanto le modalità di conferimento, sono diverse. Le operazioni che si susseguono a partire dalle piante in piedi per arrivare al materiale accatastato a piazzale o su strada sono condizionate dalla presenza e caratteristiche della viabilità forestale. Questa presenta una elevata diversificazione in termini qualitativi e dimensionali (Baldini *et al.*, 2002) anche all'interno di uno stesso comprensorio, complicando così la pianificazione e l'organizzazione dei sistemi di approvvigionamento.

Per minimizzare i costi, le imprese boschive ottimizzano i cantieri forestali tenendo presente le condizioni operative determinate dalla presenza di strade, morfologia del terreno e soprassuolo: questo obiettivo è raggiungibile, per quanto riguarda l'approvvigionamento di cippato forestale, adeguando di volta in volta la scelta del sistema di processo (stoccaggio temporaneo, trasporto e cippatura) in relazione alle condizioni operative (spazi a disposizione) e alla presenza e qualità della viabilità (Spinelli *et al.* 2007; Fabiano e Piegai, 2007) ma anche in relazione alla distanza di conferimento foresta-centro intermedio di stoccaggio o foresta-piattaforma/impianto (Kanzian *et al.* 2007; Spinelli *et al.*, 2007).

Soffermandosi sulla produzione di cippato forestale, è evidente l'importanza che la modalità e il momento in cui si inserisce l'operazione di cippatura hanno nella filiera di approvvigionamento (Asikainen, 1998; Stampfer e Kanzian, 2006; Spinelli *et al.*, 2006a; Spinelli *et al.* 2007).

Nell'ambito alpino, l'organizzazione razionale del cantiere di cippatura è una condizione fondamentale per la buona riuscita del cantiere: assieme al trasporto (fino ad 1/3 del costo complessivo), la cippatura rappresenta la voce di costo più importante (fino ad 2/3 del costo complessivo) (Stampfer e Kanzian, 2006).

La cippatura in bosco necessita quindi di spazi sufficienti a garantire lo svolgimento efficiente di tutte le fasi di lavoro. In condizioni non ottimali si registrano la riduzione della produttività dei cantieri e una lievitazione dei costi (Spinelli *et al.* 2006a; Neri e Piegai, 2007; Fabiano e Piegai, 2007).

L'esbosco a pianta intera (*Full Tree system*), per mezzo di gru a cavo e successivo allestimento a bordo strada per

mezzo di processore, rappresenta una condizione interessante e adatta al recupero di biomassa forestale in forma di cimali e ramaglia (Spinelli *et al.* 2006a; Spinelli *et al.* 2007).

Per quanto riguarda la qualità del cippato ottenibile si può considerare, però, che il cippato forestale di ramaglia e cimali non sia adatto agli impianti di piccola taglia e non sia ben accettato nemmeno dagli impianti di media grossa taglia (Emer e Toldo, 2008).

Il cippato forestale che meglio si adatta alla tecnologia di combustione dei piccoli e medi impianti è quello che si ricava dalla cippatura di legname non commerciabile e di fusti stagionati provenienti da diradamenti. A garanzia della qualità del cippato, secondo Jonas *et al.* (2005), la cippatura deve venire su materiale stagionato (circa un anno a seconda delle condizioni ambientali, della specie legnosa e degli accorgimenti adottati durante la stessa stagionatura).

### 1.2 Obiettivi

Nell'ipotesi di realizzare un impianto a biomasse legnose che si approvvigioni completamente o parzialmente di cippato forestale, si devono valutare attentamente i quantitativi di biomassa forestale disponibili e i relativi costi di approvvigionamento. In particolare gli obiettivi del presente lavoro sono:

- inquadrare i quantitativi recuperabili di cippato forestale in relazione alla analisi della viabilità forestale e modalità di conferimento;
- inquadrare i costi di produzione e conferimento per predisporre successivamente un piano di approvvigionamento che relazioni il costo alla domanda annuale di combustibile.

## 2. MATERIALI E METODI

Il presente lavoro si basa sull'analisi dei piani di taglio e delle caratteristiche e estensione della viabilità forestale del comprensorio dell'Altipiano di Baselga di Pinè in provincia di Trento.

L'impostazione del lavoro è stata sviluppata sui seguenti punti:

- a. quantificazione della biomassa forestale potenzialmente disponibile determinata a partire dall'analisi dei Piani di Assestamento (PA) e dei relativi Piani di Taglio (PdT). Sono stati considerate le informazioni spaziali e temporali riportate per la ripresa prescritta e quelle relative agli interventi di miglioramento del bosco (sfolli, diradamenti);
- b. quantificazione della biomassa forestale tecnicamente disponibile mediante valutazione delle modalità tecnico-organizzative dei cantieri di utilizzazione e della successiva filiera di approvvigionamento. Si sono valutati i sistemi di esbosco in relazione a: caratteristiche del lotto (ripresa, superficie percorsa; tipologia e intensità del taglio, diametro medio), distanza di esbosco e morfologia del terreno (Cavalli *et al.*, 2006). Successivamente sono stati confrontati i risultati ottenuti dalla elaborazione GIS con le indicazioni riportate nel PdT. Per i sistemi di approvvigionamento di cippato forestale (cippatura e trasporto) sono state esaminate sia l'estensione e che la qualità della viabilità forestale, in particolari i limiti di accessibilità quali (Hippoliti, 1976): pendenza tratti stradali, restringimenti, larghezza carreggiata, disponibilità e frequenza delle piazzole, presenza di piazzali;

- c. quantificazione economica dei costi di approvvigionamento valutando i costi sulla base di una analisi sito specifica (GIS), sulle distanze e modalità di conferimento e determinazione del momento e luogo di cippatura (centro di stoccaggio intermedio o piattaforma).
- d. predisposizione di un piano di approvvigionamento della durata di tre anni.

### 2.1 Analisi infrastrutture

Il *database* fornito dal Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento (2004) ha permesso di acquisire le informazioni relative alla estensione delle viabilità forestale presente nel comprensorio.

L'intera viabilità è stata percorsa in ciascun tratto e classificata sulla base dell'acquisizione dei seguenti elementi: lunghezza complessiva, manto stradale, pendenza media (%). Durante il rilievo sono stati acquisiti come informazioni puntuali i seguenti elementi: pendenza massima del tratto, larghezza uguale o inferiore a 3 m, larghezza uguale o inferiore a 2.5 m, piazzali, imposti e piazzole.

A ciascun rilievo (tratto stradale e punto) è stato assegnato un codice di archiviazione univoco. Mediante l'impiego del codice assegnato sono stati messi in relazione i tratti stradali e i punti rilevati e dislocati lungo lo stesso tratto stradale. La rete stradale è stata quindi spezzata in nodi in corrispondenza degli incroci e dei punti rilevati. Questi sono stati quindi considerati come *barriere di accesso* discriminanti, in relazione alle loro caratteristiche e sulla base della categorizzazione di Hippoliti (1976), il transito degli autocarri o mezzi di simili dimensioni e portata. I tratti stradali sono stati quindi classificati in relazione alla loro accessibilità (camionabili e trattorabili) (Tabella 1) per mezzo di una analisi *routing* (supportata dal *network analysis* di ArcGIS) considerando come punti di partenza i nodi tra la viabilità forestale e le strade provinciali e comunali (*punti di accesso*).

### 2.2 Determinazione dei quantitativi

Valutazioni su scala regionale o provinciale, che includono sia la superficie forestale pubblica che privata, sono spesso basate su carte delle categorie o tipologie forestali (Cavalli e Grigolato, 2008), inventari forestali (Ranta, 2005; Sakai e Yoshioka, 2005; Loeffler *et al.* 2006) o l'impiego di carte dell'uso del suolo come la CORINE Land Cover (Recchia, 2006; Emer *et al.* 2008, Cavalli *et al.* 2008).

Allo scopo di inquadrare le potenzialità di una superficie forestale pubblica e definire i confini delle fattibilità tecniche ed economiche dell'approvvigionamento di biomasse forestali, si può ricorrere alla consultazione dei Piani di Assestamento (PA) (Cavalli e Grigolato, 2007). Inoltre la consultazione dei PA o Piani di Riordino (PdR) (se presenti) della proprietà forestale privata risulta adatta quando le valutazioni sono su scala di comprensorio e richiedono un livello di precisione dettagliato. La scelta sulle fonti di informazioni è condizionata dalla scala di analisi e dalla proprietà della superficie forestale interessata (pubblica, privata o entrambe), da cui dipende la disponibilità di informazioni dettagliate.

In questo lavoro è stato considerato uno dei documenti finali di sintesi dei PA, ossia il Piano dei Tagli (PdT). Di regola questo riporta le quantità (ripresa del taglio), la loca-

lizzazione e le modalità di prelievo per il periodo di validità del PA. I dati riportati nel PdT sono: particella, collocazione temporale del prelievo, delimitazione dell'area da utilizzare, ripresa e sistema di esbosco impiegabile.

Per determinare i quantitativi tecnicamente destinabili alla cippatura si sono definite delle percentuali di biomassa forestale destinabile alla cippatura in relazione alla tipologia di prelievo.

Per i tagli ordinari si è determinata la quantità di legname destinabile alla cippatura sulla base della ripresa indicata nei PdT e sulla base dell'analisi dei registri storici di assegnazione dei lotti. Per il comprensorio in esame il volume non commerciabile (Giovannini e Bagattini, 2008) è stato valutato come 9.9% della ripresa, che corrisponde allo *sconto medio sul volume (tarizzo)* che è stato ricavato dall'analisi dei registri storici.

Questa percentuale individua quindi il volume della catasta che presenta difetti per i quali il legname non è ritenuto commerciabile. Quando il legname è accatastato a piazzale, infatti, avviene una seconda misurazione con la quale è determinato il volume commerciale. A questo viene applicato l'effettivo prezzo di aggiudicazione dell'asta. Il volume non commerciabile (9.9%) può essere così destinato, se lasciato a piazzale, alla filiera di approvvigionamento di cippato forestale.

Per quanto riguarda la ramaglia e cimali si sono assegnati valori recuperabili sul volume della ripresa pari a 12% per l'abete rosso e l'abete bianco, 15% per il larice e 13% per il pino silvestre.

Per i tagli colturali il quantitativo è stato stimato considerando le prescrizioni nei PdT sulla base della superficie di intervento indicate. A seconda delle indicazioni i quantitativi desunti vanno dai 25 ai 70 m<sup>3</sup>/ha con valori oltre i 200 m<sup>3</sup>/ha. I valori non risultano pertanto omogenei, in ragione del fatto che gli interventi possono insistere su popolamenti a struttura radicalmente diversa, dal forteto alla perticaia in fase di passaggio allo stato adulto.

I PdT con le relative informazioni sono stati digitalizzati e inseriti sul *geodatabase* comprendente i PA e la viabilità forestale aggiornata con i rilievi.

Per rendere il più possibile vicino alla realtà (nei limiti delle applicazioni GIS) la localizzazione probabile del materiale utilizzato, si è proceduto a collegare le aree di taglio digitalizzate con la viabilità forestale (Grigolato *et al.* 2005; Ranta, 2005; Loeffler *et al.* 2006). La conversione del file delle aree di taglio in un file di punti (centri di massa) ha permesso di unire le informazioni delle stesse aree di taglio alla viabilità attraverso una operazione di *snapping* che ha considerato non solo la distanza minima dell'area di taglio dalla viabilità, ma anche la tipologia di esbosco (aereo o terrestre), il senso (verso valle o verso monte) e la prossimità di un imposto o piazzola lungo il tratto di strada in cui ricadeva il punto (Figura 1).

Su 250 punti (corrispondenti alle 250 aree di taglio) la distanza planimetrica media coperta nella procedura di spostamento del centro di massa sulla viabilità è risultata pari a 86.8 m (distanza minima 2.3 m, distanza massima 523.4 m). Per verificare la procedura, sono state confrontate le posizioni dei centri di massa spostati su strada rispetto alla corrispondente superficie di taglio: su 250 punti 43 presentavano una localizzazione non opportuna (in termini di prossimità) al punto di esbosco su strada. La procedura è

stata considerata comunque accettabile in relazione alla quantità dei dati (250 superfici di taglio).

Per ciascuna area di taglio e in relazione alle indicazioni riportate, sono stati calcolati i volumi di biomassa forestale impiegabili per l'approvvigionamento di cippato forestale, che è stato quindi quantificato in relazione alla sua provenienza (tondame non commerciabile, ramaglie e cimali, fusti da diradamento).

### 2.3 Costi di approvvigionamento

Per ciascuna area di taglio ai quantitativi di biomassa forestale precedentemente quantificati è stato fissato il costo unitario di approvvigionamento. Questo è stato definito in base al sistema di approvvigionamento considerato più adatto rispetto alle indicazioni del PdT e ai risultati dell'analisi sulla viabilità.

Ad esempio si è considerata valida la possibilità di recuperare cimali e ramaglia solamente nel caso in cui sia possibile l'uso del processore nella fase di allestimento all'imposto. Questo sistema è stato valutato valido nel caso di tagli ordinari con imposto collocato su viabilità camionabile, sistema di esbosco aereo e con una soglia minima di ripresa pari a 300 m<sup>3</sup> (Giovannini, 2008).

Per ciascuna tipologia di biomassa forestale sono stati valutati i costi unitari divisi per operazione e in relazione alla localizzazione dell'imposto sulla viabilità. I costi sono stati definiti sulla base di cantieri rilevati nel contesto alpino orientale e dalle indicazioni riportate in letteratura (Pinazza, 2005; Raise, 2005; Stampfer e Kanzian, 2006; Spinelli *et al.* 2006a; Spinelli *et al.*, 2006b; Spinelli *et al.* 2007; Zuccoli Bergomi, 2007).

I costi e i quantitativi sono stati riferiti alla massa di biomassa forestale al contenuto idrico pari al 50%. La scelta è stata motivata per rendere confrontabili tutti i costi e per consentire una comprensione di insieme omogenea nella lettura dei risultati.

Il costo finale comprende anche il costo di trasporto calcolato secondo il modello proposto da Pottie e Guimier, (1986). Il costo di trasporto è stato disgregato per tipologia di sistema impiegato (trattore e rimorchio o autocarro) e calcolato sulle distanze percorse. La variabile distanza è stata disgregata e quantificata per sistema di trasporto attraverso l'analisi *GIS-based* supportata dal *geometric network analysis* (Arc GIS 9.1). Per ciascun imposto, la destinazione di conferimento (piazze intermedio o impianto/piattaforma) dipende dalla sua localizzazione sulla viabilità: quando questo si colloca all'interno di un tratto stradale percorribile esclusivamente da trattore e rimorchio, l'elaborazione del percorso minimo considera come unica possibilità di conferire per mezzo di trattore e rimorchio la biomassa forestale al più vicino piazzale (massimo 2 km). La fase successiva del trasporto prevede invece l'impiego dell'autocarro (maggiore capacità volumetrica e minore costo unitario) per il conferimento della biomassa all'impianto o alla piattaforma. Nel caso di cimali e ramaglia, il piazzale è considerato un centro di stoccaggio temporaneo e di lavorazione dove dopo 6 mesi (Stampfer e Kanzian, 2006) dall'accatastamento del materiale si procede alla cippatura e al successivo trasporto con autocarro verso l'impianto. Nel caso di legname non commerciabile e fusti da diradamento, il trasporto dal piazzale o dall'imposto (qualora questo si collochi su viabilità camio-

nabile e non sia necessario usufruire del piazzale come punto di interscambio) alla piattaforma situata nei pressi dell'impianto avviene sempre con materiale tal quale.

Nella valutazione finale dei costi si sono tenute presenti le distanze reali calcolate con il modello basato sul *geometric network*. Il calcolo è stato supportato dalla applicazione del *matrix cost*, che ha permesso di collegare tutti gli imposti direttamente o via piazzale (punto di interscambio) al centro di conferimento (piattaforma o impianto). Attraverso questa procedura a ciascun imposto sono stati associati i costi relativi a: cantieri (in funzione del PdT e della accessibilità), distanza minima di conferimento (rispetto alle barriere di accesso e con o senza interscambio a piazzale) e cippatura.

## 3. RISULTATI

I risultati considerano l'analisi di 77 interventi previsti dal Piano dei Tagli di 16 proprietà pubbliche tra il 2008 e il 2010 (Tabella 1).

Dall'analisi dei Piani di Taglio e dalla valutazione sulla viabilità sono stati determinati i quantitativi di cippato forestale e relativi costi unitari (€/t) di approvvigionamento per ciascun intervento previsto nel triennio 2008-2010. I costi sono riferiti a tonnellate al 50% di contenuto idrico (Tabella 2).

Il cippato forestale ottenibile dai 77 interventi è stato distinto per tipologia di biomassa forestale di origine. Al fine di comparare i risultati tra i tre anni si è quindi fissato un quantitativo annuo di approvvigionamento pari a 1500 t (contenuto idrico 50%). Nel calcolo delle curve di approvvigionamento si è fissato che i quantitativi di cippato forestale conferibili fossero prima quelli con origine il legname non commerciabile e poi quelli dai diradamenti. Infine si prevede di impiegare il cippato proveniente dai cimali e ramaglia, in quanto questo è considerato di scarsa qualità e non è accettato dagli impianti.

I risultati sono presentati come curve di costo di approvvigionamento relative agli anni 2008, 2009 e 2009 e valutate fino ad un quantitativo annuo pari a 1500 t (contenuto idrico 50%).

## 4. CONCLUSIONI

Il presente lavoro ha analizzato la possibilità di un approvvigionamento di cippato forestale in un contesto alpino definendone i quantitativi e i costi medi di approvvigionamento. L'analisi evidenzia come la pianificazione di un approvvigionamento deve considerare le modalità di organizzazione dei cantieri in relazione alla accessibilità delle aree forestali.

La viabilità forestale, nella sua estensione e caratteristiche, influenza le modalità dell'approvvigionamento specialmente per quanto riguarda il trasporto, il sito di cippatura in bosco e l'interscambio del materiale tra i mezzi di trasporto.

Il modello di analisi impostato permette di analizzare i quantitativi di cippato forestale in relazione al percorso e ai possibili interscambi di mezzi che intercorrono dall'imposto al centro di conferimento finale.

In relazione alla disponibilità dei dati, inoltre, si ha la possibilità di inquadrare i quantitativi di cippato in termini di qualità. Questo è un aspetto fondamentale nella valuta-



zione di fattibilità dell'approvvigionamento di un impianto. Nel caso considerato è evidente che, in base alla pianificazione dei tagli, sebbene per i primi due anni ci sia la dispo-

nibilità di cippato, questo non risulterebbe adatto, in termini di qualità, ai piccoli medi impianti (Toldo e Emer, 2008, Jonas *et al.* 2005).

PROPRIETÀ	Cippato	Interventi	Conferimento	Costo medio per proprietà						
				TOTALE	trasporto		cippatura		altre operazioni	
				€/t	€/t	%	€/t	%	€/t	%
1	21	1	3.17	25.6	1.5	5.9	5.4	20.9	18.7	73.2
2	343	7	11.03	44.0	13.2	30.0	15.0	34.1	15.8	35.9
2	214	3	12.10	44.9	14.8	32.9	15.1	33.7	15.0	33.4
4	541	9	15.59	48.9	17.5	35.9	14.1	28.8	17.2	35.3
5	403	7	15.64	52.8	14.3	27.1	12.8	24.3	25.7	48.6
6	281	4	8.99	56.4	5.8	10.3	14.4	25.6	36.1	64.1
7	2413	13	6.97	40.9	5.4	13.3	10.9	26.7	24.5	60.0
8	184	4	11.40	44.1	8.7	19.7	10.8	24.6	24.5	55.7
9	226	4	8.93	41.0	10.9	26.6	15.1	36.9	15.0	36.5
10	144	3	12.91	45.3	14.7	32.6	15.1	33.4	15.4	34.0
11	254	2	3.23	26.7	1.8	6.6	6.7	25.1	18.3	68.3
12	80	1	5.87	42.0	2.8	6.7	5.4	12.7	33.8	80.6
13	0	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	153	3	12.68	45.9	13.4	29.2	12.9	28.1	19.6	42.7
15	268	5	7.60	48.1	7.4	15.3	14.9	31.0	25.8	53.7
16	534	11	15.59	50.0	19.1	38.1	15.0	30.1	15.9	31.8
MEDIA	-	-	9.48	41.0	9.5	20.6	11.5	26.0	20.1	47.1
TOTALE	6059	77								

Tabella 1. Numero interventi e costi medi complessivi per la produzione di cippato forestale per le 16 proprietà del comprensorio nel periodo 2008-2010.

Table 1. Numbers of working site and average costs for the production of forest chips for the 16 properties of the study area within the period 2008-2010.

Tableau 1. Nombre d'interventions et coûts moyens totales pour la production de plaque forestier pour les 16 propriétés du casier dans le période 2008-2010.

PROPRIETÀ	Quantitativi di cippato forestale						
	legname non commerciabile		fusti da diradamento		cimali e ramaglia		TOTALE
	t	%	t	%	t	%	t
1	0	0	21	100	0	0	21
2	138	40.2	0	0	205	59.8	343
2	76	35.5	0	0	138	64.5	214
4	175	32.4	56	10.4	309	57.1	541
5	91	22.5	153	38.1	159	39.4	403
6	66	23.6	170	60.5	45	15.9	281
7	464	19.2	1118	46.3	832	34.5	2413
8	54	29.5	76	41.3	54	29.2	184
9	80	35.5	0	0	146	64.5	226
10	53	36.5	0	0	92	63.5	144
11	13	5.2	218	85.8	23	9	254
12	0	0	80	100	0	0	80
13	0	0	0	0	0	0	0
14	43	28.3	34	22.6	75	49.1	153
15	67	25.1	79	29.4	122	45.5	268
16	210	39.4	0	0	324	60.6	534
TOTALE	1531	25.3	1985	33.1	2521	41.6	6059

Tabella 2. Quantitativi di cippato forestale per tipologia di biomassa per le 16 proprietà del comprensorio nel periodo 2008-2010.

Table 2. Forest chips amount in according to forest raw biomass for the 16 properties of the study area within the period 2008-2010.

Tableau 2. Quantitatifs de plaque forestier pour typologie de biomasse pour les 16 propriétés du casier dans le période 2008-2010.

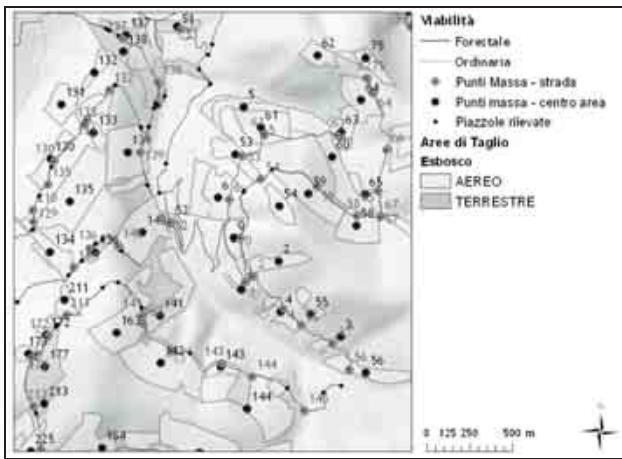


Figura 1. Particolare del risultato dell'operazione di snapping dei centri di massa (identificati dal codice chiave) sulla viabilità e posizione delle piazzole (rilievi in campo).

Figure 1. Focus on the results of snapping procedure for the mass centers (identified by key code) on the forest road network and the location of the landings (field surveys).

Figure 1. Particulier du résultat de l'opération de « snapping » des centres de masse ( identifiés par le code clé) sur la viabilité et position des dégagements (relèvement au terrain)

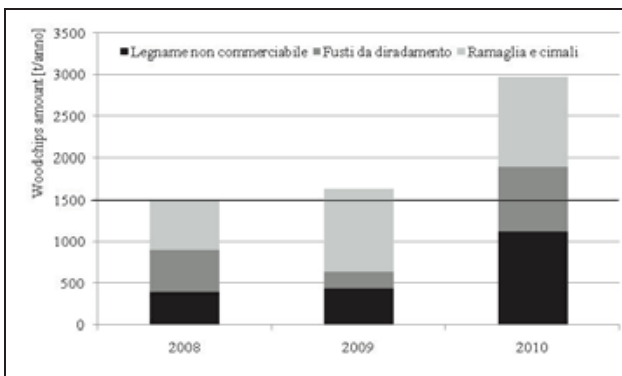


Figura 2. Quantitativi annuali di cippato forestale e relativa origine.

Figure 2. Forest chips amount in according to the forest raw material source.

Figure 2. Quantitatifs de plaque forestier pour chaque année et son provenance.

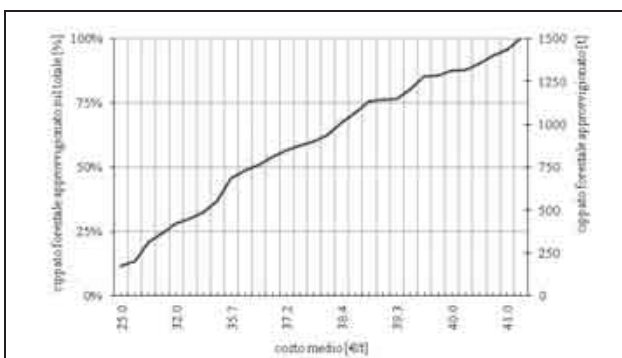


Figura 3. Curva di approvvigionamento anno 2008 (costo medio pesato per unità conferita).

Figure 3. Forest chips supply curve year 2008 (average weight cost for supplied unit).

Figure 3. Courbe de ravitaillement pour l'année 2008 (coût moyen pesé pour unité livrée).

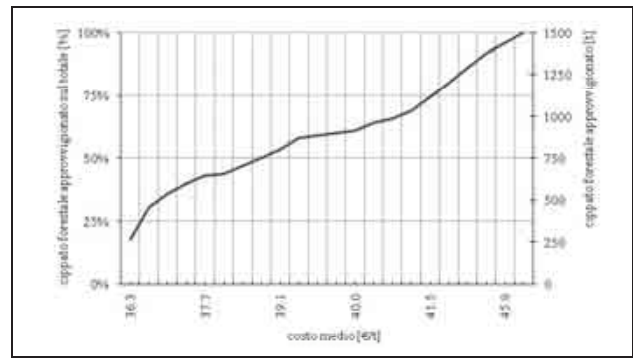


Figura 4. Curva di approvvigionamento anno 2009 (costo medio pesato per unità conferita).

Figure 4. Forest chips supply curve year 2009 (average weight cost for supplied unit).

Figure 4. Courbe de ravitaillement pour l'année 2009 (coût moyen pesé pour unité livrée).

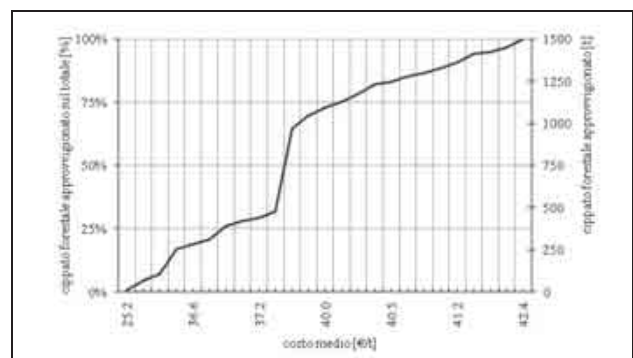


Figura 5. Curva di approvvigionamento anno 2010 (costo medio pesato per unità conferita).

Figure 5. Forest chips supply curve year 2010 (average weight cost for supplied unit).

Figure 5. Courbe de ravitaillement pour l'année 2010 (coût moyen pesé pour unité livrée).

## SUMMARY

### FOREST ROAD NETWORK AND SUPPLY OF ENERGY WOOD

The present work aims to evaluate the operational efficiency of a forest chips supply chain in an alpine context. Wood chips availability is related to ordinary forest operations and it is evaluated in relation to logging residues and un-merchantable logs availability after planned harvesting and logging operations. Evaluation about the most realistic availability of un-merchantable logs for energy production is based on analysis on previous forest utilization data. Further analysis concerns forest operation cost and working site features according to forest road net and terrain characteristics. Geospatial analysis is thus applied in order to define supply cost according to transport cost. Thus forest biomass suitable to be used as wood fuels is determined and classified according to supply cost and wood fuel quality. Geospatial information are used then to define the supply plan up to three year. Supply plan will be investigated according to supply cost, yearly available amount and wood chips quality.

## RÉSUMÉ

### RÉSEAU ROUTIER FORESTIER ET APPROVISIONNEMENT EN BIOMASSE FORESTIÈRE

Le travail présenté vise à évaluer l'efficacité opérationnelle de la chaîne d'approvisionnement des copeaux de bois dans le contexte alpin. Le réseau routier forestier a été examiné afin d'en définir l'efficacité et les incidences sur le système des opérations forestières.

La disponibilité des copeaux de bois est reliée aux opérations forestières habituelles et a donc été évaluée tenant compte des résidus de coupes et de la disponibilité des coupes non commercialisables après les opérations planifiées de coupe et de récolte. L'évaluation de la disponibilité, la plus réaliste, de coupes non commercialisables pour la production d'énergie est basée sur l'analyse des données antérieures d'utilisation de la forêt. Des analyses supplémentaires concernent le coût des opérations forestières et les caractéristiques du site de travail prenant en compte le réseau routier forestier et les caractéristiques du terrain.

L'analyse géo-spatiale est alors appliquée afin de définir les coûts d'approvisionnement tenant compte des coûts de transport. Par conséquent la biomasse forestière convenable à être utilisée comme matière première pour les carburants est identifiée et classifiée prenant en compte les coûts

## BIBLIOGRAFIA

- ARCGIS 9.1. - Redland, CA: Environmental System Research Institute. <http://webhelp.esri.com/>.
- Baldini S., Calvani P., Cecchi P., Picchio R., 2002 - *L'evoluzione delle utilizzazioni forestali in Italia: macchine, infrastrutture e formazione*. Mondo Macchine. 7/8 (11): 18-27.
- Cavalli R., 2004 - *Le utilizzazioni forestali nell'Italia nord-orientale*. L'Italia Forestale e Montana, 59 (6): 453-465.
- Cavalli R., Emer B., Grigolato S., 2007 - *Wood biomass boilers and heating plants in North-eastern Italy: which strategy to boost a sustainable local supply chain?* In «15<sup>th</sup> European Biomass Conference and Exhibition from Research to Market Deployment». Berlino. 7-11 maggio 2007. Firenze: Eta-Florence.
- Cavalli R., Grigolato S. E Lubello D., 2006 - *Planning logging systems through site analysis*. In «Precision Forestry in plantations, semi-natural and natural forests». International Precision Forestry Symposium. Stellenbosch, 5-10 marzo 2006. Stellenbosch: Stellenbosch University.
- Cavalli R., Grigolato S., 2007 - *Geographical analysis with GIS methodologies for a sustainable use of logging residues in mountainous area*. Rivista di Ingegneria Agraria, 36 (3): 47-55.
- Emer B., Grigolato S. Lubello D., Cavalli R., 2008 - *Comparison of biomass feedstock supply and demand in North-eastern Italy*. Biomass and Bioenergy. Accettato e in corso di stampa.
- Emer B., Toldo G., 2008 - *Impianti termici a biomasse legnose. Un'indagine in provincia di Trento*. Sherwood 14(4): 19-24.
- Fabiano F., Piegai F., 2007 - *Diradamenti in impianti artificiali di conifere*. Sherwood, 13 (8): 23-29.
- Giovannini G., 2008. *Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste e Fauna*. Comunicazione personale.
- Giovannini G., Bagattini A., 2008 - *La vendita di legname allestito a strada: l'esperienza del BIM del Chiese*. Sherwood.
- Grigolato S., Firth J., Hock, B., Nielsen P., Cavalli R., 2005 - *Supply of Logging Residues for Energy Production a GIS-based Study. A Case Study in New Zealand and in Italy*. In «14<sup>th</sup> European Biomass Conference & Exhibition. Biomass for Energy, Industry and Climate Protection». Parigi, 17-21 October 2005. Firenze: Eta-Florence.
- Gronalt M., Rauch P., 2007 - *Designing a regional forest fuel supply network*. Biomass and Bioenergy, 31 (6): 393-402.
- Hellirgl B., 2006 - *Elementi di xiloenergetica*. AIEL Associazione Italiana Energie Agroforestali, Legnaro. pp 319.
- Hippoliti G., 1976 - *Sulla determinazione delle caratteristiche della rete viabile forestale*. L'Italia Forestale e Montana, 31 (6): 241-255.
- Jonas A., Haneder H.E., Furtner K. 2005, - *Energie aus Holz*. St. Polten: Niederosterreichische Landes-Landwirtschaftskammer pp. 52.
- Kanzian C., Holzleitner F., Stampfer K., 2007 - *Regional wood energy logistics. Optimizing local fuel supply*. In «Meeting the needs of tomorrow's forests. New developments in forest engineering». Formec 2007. Vienna 7-11 ottobre 2007. Vienna, Boku.
- Kanzian C., Kindermaan G., 2007 - *Regional wood energy logistics. Estimation of energy wood resources based on inventory data*. In «Meeting the needs of tomorrow's forests - New developments in forest engineering». Formec 2007. Vienna 7-11 ottobre 2007. Vienna, BOKU.
- Loeffler D., Calkin D.E., Silverstein P., 2006 - *Estimating volumes and costs forest biomass in Western Montana using inventory and geospatial data*. Forest Products Journal, 56 (6): 31-36.
- Neri F., Piegai F., 2007 - *Produttività e costi di trasformazione nell'utilizzazione di materiale legnoso in biomassa (chips)*. L'Italia Forestale e Montana. 62 (5/6): 385-398.
- Pinazza C. 2005 - *Valutazione sul rilascio di dendromassa in bosco in una pecceta alpina*. Tesi di laurea in Scienze Forestali e Ambientali. Relatore Raffaele Cavalli, Correlatore Massimo Faccoli. Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Padova, Legnaro.
- Pottie M.A., Guimier D.Y., 1986 - *Harvesting and transport of logging residuals and residues*. Special report n. SR-33. IEA Cooperative Project n. CPC6. Montreal, FERIC.
- Provincia Autonoma di Trento, 2004 - *La viabilità forestale: i dati della pianificazione forestale*. Sistema Informativo Ambiente e Territorio. Trento, Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste e Fauna.
- Raise A., 2005 - *Modelli di approvvigionamento di biomassa forestale per centrali termiche in ambiente alpino*. Tesi in Scienze Forestali e Ambientali. Relatore Cavalli R. Correlatore Grigolato S. Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Padova, Legnaro.
- Ranta T., 2005 - *Logging residues from regeneration fellings for biofuel production, a GIS-based availability analysis in Finland*. Biomass and Bioenergy, 28 (2):171-182.
- Recchia L., 2006 - *Strumenti GIS per un uso energetico della biomassa agro-forestale*. Rivista di Ingegneria Agraria, 35 (4): 15-22.

- Röser D., Asikainen A., Raulund-Rasmussen K., Stupak I., 2008 - *Sustainable use of forest biomass for energy*. Dordrecht, Springer. pp. 259.
- Spinelli R., Magagnotti N., 2007 - *La produzione di biomassa legnosa nella selvicoltura alpina: quantità, sistemi di raccolta, costi*. L'Italia Forestale e Montana, 62 (5/6): 421-435.
- Spinelli R., Magagnotti N., E Hartsough B., 2006b - *Raccolta integrata di tonde e biomassa nel taglio a gruppi di fustaie alpine*. L'Italia Forestale e Montana 62 (4): 245-253.
- Spinelli R., Nati C., Magagnotti N. 2006a - *Recupero di biomassa. Alcune utilizzazioni in boschi alpini*. Sherwood 12 (2): 21-27.
- Spinelli R., Nati C., Magagnotti N. 2007 - *Recovering logging residues: experiences from the Italian Eastern Alps*. Croatian Journal of Forest Engineering 28 (1): 1-9.
- Stampfer K., Kanzian C., 2006 - *Current state and development possibilities of wood chip supply chain in Austria*. Croatian Journal of Forest Engineering 27 (2): 135-145.
- Van Loo S., Koppejan J. 2003 - *Handbook of Biomass. Combustion and cofiring*. Enschede, Twente University Press. 348 pp.
- Yoshioka T., Sakai H., 2005 - *Amount and availability of forest biomass as an energy resource in a mountainous region in Japan: a GIS-based analysis*. Croatian Journal of Forest Engineering 26 (2): 59-70.
- Zuccoli Bergomi L., 2007 - *Analisi di applicazioni avanzate della meccanizzazione forestale sull'arco alpino del Nord-Est italiano*. Tesi di Dottorato in tecnologie meccaniche dei processi agricoli e forestali. Coordinatore De Zanche C., Supervisore Cavalli R., Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Padova, Legnaro.



SODDISFACIMENTO DEL FABBISOGNO ENERGETICO PUBBLICO LOCALE ATTRAVERSO  
LA GENERAZIONE TERMOELETTRICA DA BIOMASSA LEGNOSA FORESTALE.  
IL CASO DI STUDIO DEL COMUNE DI MALVAGNA

(\*) Dipartimento di Scienze Agronomiche, Agrochimiche e delle Produzioni Animali, Sezione Scienze Agronomiche, Università degli Studi di Catania

(\*\*) Dipartimento di Ingegneria Agraria, Sezione Costruzioni e Territorio, Università degli Studi di Catania

Il presente lavoro propone i primi risultati di uno studio finalizzato a verificare il soddisfacimento del fabbisogno energetico pubblico del comune di Malvagna (Messina, lat. 37°55' N, long. 15°03' E) attraverso la generazione termoelettrica da biomassa legnosa forestale prodotta dalle operazioni selvicolturali del 'Fondo Pittari' ricadente all'interno della Riserva Naturale Orientata Bosco di Malabotta (EUAP1126).

In particolare, l'attività di ricerca condottasi è limitata alla verifica del soddisfacimento delle esigenze energetiche (elettriche, di climatizzazione estiva ed invernale, di produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari) degli edifici di proprietà comunale nonché delle reti infrastrutturali.

*Parole chiave:* biomassa forestale, energia elettrica, 'CO<sub>2</sub> saved'.

*Key words:* forest biomass, electricity, 'CO<sub>2</sub> saved'.

*Mots clés:* biomasse forestière, électricité, 'CO<sub>2</sub> saved'.

## PREMESSA

Il "Piano d'azione per le biomasse"(2005) dell'Unione Europea prevede per il 2010 un incremento significativo della quota di energia proveniente da fonti rinnovabili che attualmente ammonta a circa il 4% del fabbisogno energetico totale. Secondo tale Piano si dovrebbe passare dall'attuale produzione di 69 Mtep (valore rilevato nel 2003) a circa 185 Mtep del 2010. Sempre nel 2003 solo 2 Mtep derivavano da colture agricole dedicate alla produzione di energia mentre nel 2010 si prevede che tali colture possano contribuire con 43-46 Mtep.

Le potenzialità produttive del sistema agroforestale italiano sono cospicue, in quanto le fonti rinnovabili di energia, essendo diffuse sull'intero territorio, possono essere sfruttate attraverso l'utilizzo di impianti tecnologici di piccole e medie dimensioni, idonei ad un impiego diffuso e capillare. Inoltre, l'evoluzione ed i progressi tecnologici hanno ridotto gli impatti ambientali dell'intera filiera produttiva e di trasformazione (dall'approvvigionamento dei biocombustibili, al trasporto delle biomasse, alla produzione e distribuzione di energia elettrica). Per tale motivo l'agricoltura risulta essere oggi il principale sistema in grado di rispondere con efficacia alle esigenze di una crescente domanda di energia da fonti rinnovabili.

L'utilizzo di biomassa per energia concilia, inoltre, la necessità di contenere le emissioni di gas serra nell'atmosfera con l'esigenza di promuovere la fissazione della CO<sub>2</sub> da parte degli ecosistemi agroforestali. Le foreste sono infatti l'ecosistema in grado di immagazzinare il maggior quantitativo di carbonio. A livello mondiale esse fissano globalmente circa 1.146 miliardi di tonnellate di carbonio (Kimmins, 1997). Pertanto, una mirata gestione del patrimonio boschivo esistente e la realizzazione di nuovi impianti forestali possono contribuire a mitigare l'effetto serra. Il Protocollo di Kyoto, infatti, nel delineare una strategia di contenimento del *Climate Change*, considera espressamente i contributi delle aree forestali nella modificazione del bilancio fra emissione e assorbimento di CO<sub>2</sub>.

L'uso delle biomasse legnose forestali per generazione termoelettrica, oltre a porre un freno al depauperamento delle fonti combustibili fossili, permette, infatti, il contenimento delle emissioni di CO<sub>2</sub> in quanto durante la combustione viene emessa una quantità pari a quella assorbita durante il ciclo vitale delle comunità vegetali. Il modesto contenuto di zolfo e di azoto permette, inoltre, il contenimento delle emissioni di SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>.

Il presente lavoro propone i risultati di uno studio finalizzato a verificare il soddisfacimento del fabbisogno energetico pubblico del comune di Malvagna (Messina, lat. 37°55' N, long. 15°03' E) attraverso la generazione termoelettrica da biomassa legnosa forestale prodotta dalle operazioni selvicolturali effettuate all'interno del 'Fondo Pittari' della Riserva Naturale Orientata Bosco di Malabotta (EUAP1126).

## MATERIALI E METODI

Il comune di Malvagna, piccolo centro agricolo dei Monti Nebrodi orientali, sito in provincia di Messina nell'area territoriale denominata "Valle dell'Alcantara", rientra per circa il 70% della sua superficie all'interno della Riserva Naturale Orientata Bosco di Malabotta che con i suoi 3221,95 ettari di estensione è stata istituita, con Decreto Assessoriale del 25 luglio 1997, n. 477/44 (G.U.R.S. 1 gennaio 1998, n. 3, S.O.), per tutelare "il notevole consorzio forestale caratterizzato dall'associazione aquifolio-gaggetum con aspetti mesofili e termofili dei querceti caducifogli, arricchito da interessanti aspetti di vegetazione ripariale e igrofila, nonché i numerosi endemismi di artropodi".

I fabbisogni energetici considerati nella ricerca sono quelli rivolti a soddisfare le esigenze energetiche (elettriche, di climatizzazione estiva ed invernale, di produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari) degli edifici di proprietà comunale nonché delle reti infrastrutturali.

La metodologia pertanto ha visto l'articolazione del lavoro in tre fasi.

La prima fase ha riguardato la raccolta di tutta la docu-

mentazione relativa ai consumi elettrici, nel triennio 2005/2007, del Comune di Malvagna inerenti le strutture e gli impianti pubblici.

La seconda fase ha previsto lo studio, l'analisi e la stima della biomassa legnosa forestale del 'Fondo Pittari', utilizzabile per soddisfare il fabbisogno elettrico pubblico. In particolare l'analisi della biomassa forestale, non essendoci dati ufficiali sui tagli autorizzati nell'ultimo ventennio si è basata su una ipotesi previsionale, ricollegandosi a quanto contenuto nel V Censimento Generale dell'Agricoltura (I-STAT, ottobre 2000).

Infine, durante la terza fase è stata valutata l'energia ricavabile dalla biomassa secondo due possibili scenari: il primo si riferisce all'attuale superficie coperta dal bosco (214 ettari); il secondo prende in considerazione l'intera superficie del 'Fondo Pittari' (427 ettari) prevedendo il rimboschimento delle superfici attualmente adibite a pascolo. Le valutazioni condotte sono state, inoltre, effettuate quantificando il rendimento della centrale termoelettrica pari a 25%.

È stato, infine, computato il valore di "CO<sub>2</sub> saved" utilizzando il metodo proposto da G. Reinhardt (2000).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Il 'Fondo Pittari', ricadente all'interno della Riserva Naturale Orientata "Bosco di Malabotta", è caratterizzato da una copertura vegetale mista erbacea, arbustiva ed arborea molto fitta. La specie arborea più diffusa è la Roverella (*Quercus pubescens* Willd.) che sta 'invadendo' le ormai residue macchie di Nocciolo. Rade e miste sono le piante di melo, pero selvatico, castagno, ecc., mentre il sottobosco è costituito da un fitto intreccio di specie erbaceo-arbustive e da molte essenze della macchia mediterranea.

Il fabbisogno energetico considerato risulta essere determinato in maggior misura dalla voce 'illuminazione pubblica stradale' (89,2%), rimanendo le voci 'scuola ed uffici comunali' (7,0%), 'cimitero' (1,7%), 'impianto di depurazione' (0,9%), 'telecontrollo' (0,8%), 'acquedotto' (0,3%) a valori notevolmente inferiori.

I risultati hanno messo in evidenza che l'attuale fabbisogno energetico pubblico del Comune di Malvagna (1101,6 MJ - media triennio 2005/2007) potrebbe essere garantito già dalla sola superficie attualmente a bosco (scenario I), prevedendo interventi selvicolturali mirati con produzione annua di biomassa legnosa pari a 3 t ha<sup>-1</sup>. Nell'ipotesi di rimboschimento delle superfici attualmente a pascolo (scenario II) la produzione di biomassa si raddoppierebbe con evidenti ricadute economiche per la pubblica amministrazione che potrebbe erogare l'energia anche per esigenze di tipo privato (Fig. 1).

La "CO<sub>2</sub> saved", pari a 5,08 t ha<sup>-1</sup>, risulta essere inferiore a quanto ottenibile nei casi di colture S.R.F. (*Short Rotation Forestry*), poiché i tagli ipotizzati sono visti in un razionale piano di gestione e mantenimento del 'Fondo Pittari', a differenza di quanto avviene per le S.R.F. per le quali viene asportata l'intera biomassa prodotta.

## CONCLUSIONI

Lo studio condotto ha permesso di verificare la fattibilità della produzione di energia da biomassa forestale per il soddisfacimento energetico di alcune utenze pubbliche del Comune di Malvagna.

I risultati ottenuti, anche in assenza di dati ufficiali sui tagli autorizzati all'interno del 'Fondo Pittari', si ritengono attendibili sulla base di studi e ricerche condotte in contesti nazionali.

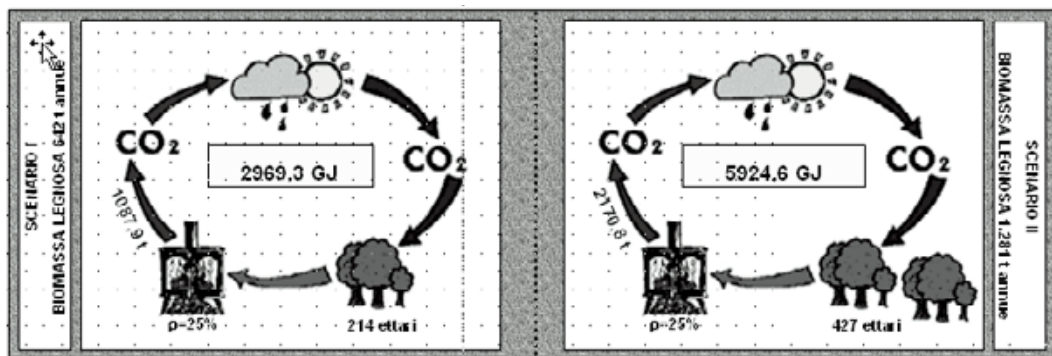


Figura 1. Confronto dell'energia prodotta (GJ) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> (t) nei due scenari allo studio.

## SUMMARY

### SATISFACTION OF THE LOCAL PUBLIC ENERGY REQUIREMENT BY MEANS OF THERMOELECTRIC GENERATION FROM FOREST WOOD BIOMASS. THE CASE OF STUDY ON MUNICIPALITY OF MALVAGNA

This paper proposes the first result of a study aimed at verifying the satisfaction of the public energy require-

ment of the municipality of Malvagna (Messina, lat. 37°55' N, long. 15°03' E) through the thermoelectric generation from forest biomass produced from the woody management operations of "Fondo Pittari", placed inside the Natural Oriented Forest Reserve of Malabotta (EUAP1126).

In particular, the activity of carried out research concerns the assessment of the satisfaction of the energetic requirements (electrical uses, summer and winter air conditioning, warm water production for hygienic and sani-

tary uses) of the buildings of communal property and also the infrastructural nets.

## RÉSUMÉ

### SATISFACTION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUE PUBLICS LOCAUX À TRAVERS LA GÉNÉRATION THERMO-ÉLECTRIQUE DE BIOMASSE LIGNEUSE FORESTIÈRE. CAS DE D'ÉTUDE DE LA MUNICIPALITÉ DE MALVAGNA

Ce document propose les premiers résultats d'une étude visant à vérifier le respect des besoins énergétiques de la Municipalité de Malvagna (Messine, lat. 37 ° 55 'N, long. 15 ° 03' E) par le biais de la production thermique à partir de biomasse ligneuse produites par les opérations forestières de 'Fondo Pittari' dans la Réserve Naturelle de 'Bosco Malabotta' (EUAP1126).

En particulier, la recherche est limitée à la vérification de la satisfaction des besoins énergétiques (électricité, climatisation en été et en hiver, la production d'eau chaude) des bâtiments municipaux et des réseaux d'infrastructures.

## BIBLIOGRAFIA

- Biewinga E., Van der Bijl G., 1996 - *Sustainability of energy crops in Europe. A methodology developed and applied*. Centre for Agriculture & Environment, Utrecht.
- Cosentino S., Foti S., Venturi G., Giovanardi R., Copani V., Mantineo M., D'Agosta G., Bezzi G., Tassan Mazzocco G., 2005 - *Colture erbacee annuali e poliennali da biomassa per energia di possibile coltivazione in Italia*. *Agroindustria*, 4: 35-48.
- Cosentino S. L., Foti S., D'Agosta G.M., Mantineo M., Copani V., 2005 - *Confronto tra gli impatti ambientali di biocombustibili e di combustibili fossili per mezzo della "Life Cycle Assessment" (LCA)*. *Agroindustria*, 4: 109-128.
- Commission of the European Communities, 2005 - *Biomass Action Plan*. Bruxelles. 1-46.
- Kimmins J.P., 1997 - *Forest ecology*. Prentice Hall Inc., New Jersey, pp. 596.
- Reinhardt G., 2000 - *Final Report. Bioenergy for Europe: which ones fit best? A comparative analysis for the community*. Heidelberg. pp. 178.

## EFFETTO DELLE PRATICHE SELVICOLTURALI SULLA RICORRENZA E SULLE CARATTERISTICHE DEL LEGNO DI COMPRESSIONE NEL LARICE (*LARIX DECIDUA* MILL.)

(\*) DISTAF, Università degli Studi di Firenze

Il legno di compressione ha la funzione di ripristinare la crescita verticale della pianta. Nonostante questa importante funzione fisiologica, tecnologicamente è considerato un tessuto anomalo poiché pregiudica le lavorazioni e l'impiego del legno.

Scopo di questo studio è stato quello di stabilire gli effetti dei trattamenti selvicolturali sulla formazione e sul grado di severità del legno di compressione nel Larice.

Sono stati selezionati due soprassuoli diversi per le modalità di rinnovazione (S1- soprassuolo artificiale e S2 – soprassuolo naturale). La presenza ed il grado di severità (moderato ed intenso) del legno di compressione sono stati stabiliti sulla base dell'intensità di colore.

Da ogni fusto sono stati ricavati topi avviati alla segazione ed alla realizzazione di prodotti lamellari giuntati per la determinazione delle rese di lavorazione e delle perdite dovute al legno di compressione. Sono state inoltre asportate delle rotelle per studiare il grado di intensità del difetto, attraverso la misura dell'angolo microfibrillare, mediante diffrattometria a raggi X, e attraverso l'esame di sezioni microscopiche.

La classificazione del materiale ha mostrato, per entrambi i soprassuoli, una bassa qualità dovuta principalmente alla geometria dei pezzi e alla forte nodosità. Complessivamente, le perdite dovute al legno di compressione sono state del 6,5% per S1 e del 9,3 % per lo S2. Dalla misura degli angoli microfibrillari, il materiale di origine artificiale ha presentato valori angolari maggiori rispetto al materiale di origine naturale. L'esame della variazione dello spessore degli anelli di accrescimento ha evidenziato un legame tra l'inclinazione delle microfibrille e la diversa velocità di accrescimento che caratterizza le due provenienze.

*Parole chiave:* resa di lavorazione, legno di compressione, angolo microfibrillare, larice.

*Key words:* working yields, compression wood, microfibril angle, larch.

*Mots clés:* rendement d'usinage, bois de compression, angle des fibrilles, mélèze.

### 1. INTRODUZIONE

L'attenzione da parte dell'industria per il legno di compressione è in continuo aumento a causa dei problemi che la sua presenza comporta durante le lavorazioni e la successiva messa in opera del materiale. Una delle peggiori conseguenze attribuibili al legno di compressione è la perdita di planarità dei segati dovuta al suo forte ritiro longitudinale. Le attuali norme di classificazione a vista quantificano la presenza del legno di compressione in base alla superficie e alla sezione interessate dall'anomalia, analizzando il diverso colore tra i vari tipi di tessuti legnosi. Il legno di compressione ha un colore intensamente scuro ed opaco che lo differenzia dal restante legno "normale". La diversa tonalità è dovuta alle modifiche anatomiche, strutturali e chimiche indotte da condizioni di crescita anomale. Il legno di compressione, infatti, si sviluppa nella parte inferiore degli alberi inclinati di conifera interessando una zona più o meno ampia della sezione trasversale del fusto. La sollecitazione a compressione induce la produzione di cellule morfologicamente diverse caratterizzate da un contorno arrotondato e da una parete molto spessa contenente circa il 20-25% in meno di cellulosa ed il 30-40% in più di lignina rispetto al legno normale. Il maggior contenuto di lignina ed il più ampio spessore delle parete cellulare sono i responsabili del colore più scuro della zona di compressione. Inoltre, il colore varia in base al grado di sviluppo raggiunto dal legno di compressione. L'attuale classifica-

zione distingue tre gradi: leggero, medio e severo (*mild, moderate e severe compression wood*). Il colore diviene progressivamente più scuro e, di conseguenza macroscopicamente più evidente, passando dal grado leggero al grado severo. Inoltre, il legno di compressione ha angoli microfibrillari più elevati rispetto al legno normale. L'orientazione dell'angolo microfibrillare è un parametro di fondamentale importanza in quanto ha una grande rilevanza sulle caratteristiche fisiche-meccaniche del legno e dei suoi prodotti influenzandone il comportamento e di conseguenza il possibile impiego. In linea generale si può affermare che più piccolo è l'angolo microfibrillare maggiori sono le proprietà del legno.

Gli assortimenti legnosi che si ottengono dall'abbattimento di piante inclinate rappresentano un problema per i costi di lavorazione ed i requisiti tecnologici richiesti dalle industrie di trasformazione. La conoscenza degli effetti delle pratiche selvicolturali sulla formazione e sul grado di severità del legno di compressione è un primo passo per stabilire se conviene intervenire e se il materiale ottenuto è remunerativo almeno per coprire i costi degli interventi.

### 2. MATERIALE E METODOLOGIA

La ricerca è stata eseguita su 40 piante di larice europeo provenienti da due soprassuoli diversi per modalità di rigenerazione (S1- soprassuolo artificiale in località Caldi-



rola e S2 – soprassuolo naturale ubicato nella Val di Susa). Il campionamento è stato fatto considerando il grado di curvatura del fusto sulla base di una classificazione che prevede tre classi di forma del fusto (Classe 1: massima deviazione dalla verticale nei primi 4 m del fusto < 2%; Classe 2: da 2% a 5%; Classe 3: > 5%). Dai tronchi abbattuti sono stati ricavati un diverso numero di topi dipendente dal diametro minimo utile per la segazione (15 cm). Ciascun topo è stato classificato, con l'applicazione di norme di classificazione a vista (UNI EN 1310 e ENV 1927-3), cubato e segato. I segati sono stati selezionati in base alla qualità resistente attraverso la classificazione visuale prevista dalla UNI 11035:2003. Sulla base dell'aspetto esteriore e dei risultati della classificazione visuale è stata concordata, al fine di valorizzare il materiale, la produzione di liste giuntate da utilizzare per la fabbricazione di infissi. Il materiale grezzo è stato quindi sottoposto al ciclo produttivo (segazione e refilatura con sega a nastro, essiccazione dei segati, segazione con multilama, marcatura difetti, intestatura sezionatura, piallatura sulle quattro facce, selezione dei quadrotti, formazione del giunto a pettine, incollaggio e piallatura finale) presso lo stabilimento Polistamp System S.r.l. di Pratovecchio (AR). Per il calcolo della resa di lavorazione e per le perdite relative al legno di compressione il materiale è stato cubato e selezionato dopo ogni tappa del ciclo.

Da ogni topo, prima della segazione, sono state asportate delle rotelle per la misura dell'angolo microfibrillare. La misura dell'angolo microfibrillare (MFA) è stata realizzata utilizzando la diffrazione dei raggi X in trasmissione perpendicolare. Per la determinazione dell'MFA, questa tecnica usa un modello di diffrazione generato dall'interazione dei raggi X con il campione esaminato. Un gruppo di fibre legnose è irradiato da un stretto raggio X monocromatico. Il modello di diffrazione è prodotto dalla struttura cristallina della cellulosa e registrato su un detector elettronico. Tale modello è formato da una serie di archi concentrici separati e ben definiti. I diametri dei cerchi concentrici indicano lo spazio dei piani cristallini all'interno della zona cristallina delle microfibrille. I provini esaminati, ottenuti da singoli anelli d'accrescimento contenenti legno di compressione e prelevati in corrispondenza delle rispettive zone primaverile e tardiva, hanno forma rettangolare, con spessore approssimativo di 2-5 mm e larghezza di 2-8 mm. Per ogni provino sono state catturate una serie di immagini ottenute facendo ruotare progressivamente il campione di 5° al fine di individuare il giusto profilo d'intensità dei raggi diffratti all'interno del range rappresentativo della famiglia di piani (002). La posizione corretta del campione è individuata dalla simmetria delle due curve del profilo; tale andamento mostra che il fascio di raggi X incidente è perpendicolare a due delle pareti delle fibre del legno. Integrando il profilo simmetrico si ottiene il valore medio dell'angolo microfibrillare mentre la variazione del profilo, ottenuta facendo ruotare il campione intorno al proprio asse, indica la forma della cellula. Cellule poligonali avranno profili che mutano con la rotazione delle stesse mentre cellule tondeggianti, come quelle del legno di compressione, hanno un profilo invariato o per lo meno quasi simmetrico in base al grado di severità dell'anomalia. Le misure sono state eseguite presso il

Centro Interdipartimentale Di Cristallografia Strutturale (Polo Universitario di Sesto Fiorentino).

### 3. DISCUSSIONE DEI RISULTATI

L'analisi dei risultati viene riportata separatamente per i dati relativi alla resa di lavorazione e le perdite dovute al legno di compressione e per quelli relativi l'angolo microfibrillare. La tabella 1 sintetizza il campionamento effettuato all'interno dei due popolamenti.

#### 3.1 Resa e perdite di lavorazione

Per S1 sono stati segati 48 topi (6,59 mc) ottenendo 137 tavole (3,14 mc), con una media di 2,8 tavole per topo ed una resa del 48%. Dall'S2, invece, sono stati segati 72 topi (12,73 mc) ottenendo 247 tavole (7,12 mc), con una media di 4 tavole per topo ed una resa del 56%. Oltre ai noti parametri che influenzano negativamente le rese, quali la segazione, la refilatura e la perdita di umidità, ulteriori grandi perdite sono state imputate alla qualità del materiale di partenza e, soprattutto, alla rastremazione, alla curvatura nonché alla presenza di zone attaccate da marciume che hanno interessato maggiormente i topi basali e quindi i più grandi. L'ispezione visuale ha consentito di fare delle considerazioni generali circa la qualità e la quantità dei difetti. Per entrambi i popolamenti, il materiale è risultato di qualità scadente per la presenza di grossi e numerosi nodi. Molti topi basali, soprattutto provenienti dall'S2, hanno presentato attacchi fungini e sono stati inseriti nell'ultima delle quattro classi di qualità previste dalla norma. Anche la rastremazione e la curvatura hanno contribuito notevolmente a declassare il materiale nelle classi 3 e 4.

Dalla classificazione visuale solo 63 segati (2,62 mc) sono stati selezionati per le successive lavorazioni. Le restanti tavole sono state eliminate principalmente per la nodosità, gli smussi, le fessurazioni, le deformazioni e 72 per la presenza di canastro (50, cioè il 17%, provenienti dal popolamento naturale e 22, cioè il 16%, da quello artificiale). Dalla segazione delle tavole restanti sono stati prodotti 187 quadrotti (1,98 mc). Dai quadrotti si sono ottenuti, alla fine del ciclo, 102 pezzi di giuntato con sezione di 47x47 mm e lunghezza di 426 cm corrispondenti ad un volume di 0,95 mc. La tabella 2 sintetizza i rendimenti di lavorazione per i due popolamenti ed i principali parametri che hanno abbassato la resa nei singoli passaggi del ciclo produttivo. Nei riguardi dell'inclinazione del fusto rispetto alla verticale, le tre classi di forma esaminate non hanno mostrato differenze significative. Per inclinazioni comprese tra lo 0% ed il 20% non si sono osservate forme di sviluppo diverse del legno di compressione.

#### 3.2 Angolo microfibrillare

I risultati delle misure degli angoli microfibrillari relative ai due popolamenti e ai due tipi di tessuto legnoso sono riportati nel grafico 1. I grafici evidenziano due fenomeni caratteristici del legno: il legno di compressione ha angoli superiori a quelli del legno normale con valori medi, rispettivamente, di 20° e di 14°, e la porzione primaverile dell'anello ha valori angolari maggiori rispetto a quella tardiva per entrambi i due tipi di tessuto.

È stato inoltre evidenziato che gli angoli sono mediamente più elevati nel popolamento artificiale per il quale

sono state osservate forme più severe di sviluppo del canastro. Dall'osservazione delle sezioni anatomiche e dei profili d'intensità, infatti, nel legno di compressione del popolamento artificiale la forma delle tracheidi è nettamente più circolare rispetto al popolamento naturale nel quale si osservano forme di transizione con presenza di contorni anche poligonali tipici del legno normale (figura 1).

Il diverso valore degli angoli microfibrillari riscontrati tra il legno normale e quello di compressione e tra la zona primaverile e tardiva dell'anello può essere ricondotto alla velocità di accrescimento. Analizzando lo spessore degli anelli di accrescimento ed i rispettivi angoli microfibrillari si evince un aumento dell'angolo all'aumentare dell'ampiezza dell'anello. La ripresa vegetativa è accompagnata da una maggiore ed intensa attività cambiale con la produzione di cellule a lume più grande e con angoli microfibrillari più inclinati rispetto al legno che si forma in estate. Anche la densità d'impianto gioca un ruolo analogo attraverso una minor competizione epigea ed ipogea che si traduce in un incremento della crescita e quindi in un aumento degli angoli delle microfibrille. Il materiale di origine artificiale, con densità d'impianto più bassa, ha valori angolari maggiori rispetto al materiale di origine naturale in relazione alla diversa velocità di crescita che li caratterizza.

Dal confronto del colore del legno e i corrispondenti valori angolari è stato osservato che non sempre esiste una

relazione tra questi due parametri, poiché i campioni con colorazione più scura non sempre hanno legno di compressione. Le difficoltà dell'individuazione macroscopica del canastro sono attribuibili principalmente alla colorazione intensa del durame e dell'alburno, agli attacchi fungini e alle forti essudazioni resinose che rendono il legno più scuro e traslucido.

#### 4. CONCLUSIONI

In tutte le fasi del ciclo produttivo il principale fattore che ha diminuito notevolmente la resa di trasformazione è stata la nodosità, sia per la dimensione ed il numero dei nodi sia per il loro stato fisiologico. Le rese della prima segagione sono state influenzate anche dalla geometria dei pezzi e dalla presenza di attacchi biotici. Le maggiori percentuali attribuite all'S2 derivano dalle dimensioni mediamente più grandi dei campioni abbattuti. Complessivamente, le perdite dovute al legno di compressione sono state del 6,5% per S1 e del 9,3 % per S2. La qualità del legno è stata più alta per S1 rispetto all'S2 come dimostrato dalla classificazione del materiale e dalla minore percentuale di canastro riscontrata. D'altro canto, il grado più severo di legno di compressione riscontrato in S1 è dovuto ad una minore densità di impianto che ha determinato velocità di accrescimento più sostenute alle quali è accompagnata una maggiore inclinazione delle microfibrille.

	Età	Ø medio (cm)	N° piante				Toppi	Rotelle
			Classe 1	Classe 2	Classe 3	totale	N°	N°
S1	55	36,5	8	8	4	20	48	48
S2	115	35	8	8	4	20	72	72
Totale			16	16	8	40	120	120

Tabella 1.

RESA DI TRASFORMAZIONE							
S1/S2	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	%	%	%
Tronchi	6,59/12,73	segagione+essiccazione	multilama	linea lavoro giuntato	100		
Segati					48/56	100	
Quadrotti		3,14/7,12	0,4/1,5		6/12	13/21	100
Giuntato				0,2/0,76	3/6	6/11	50/51
PARAMETRI INCIDENTI SULLA RESA							
Scarti S1/S2	%						
Tronchi	0/0	Rastremazione, curvatura, rifilatura, essiccazione					
Segati	52/44	deformazioni, smussi, fessurazioni, canastro, nodosità					
Quadrotti	94/88	nodosità, midollo, fessurazioni, formazione giunto, piallatura					
Giuntato	97/94						

Tabella 2.

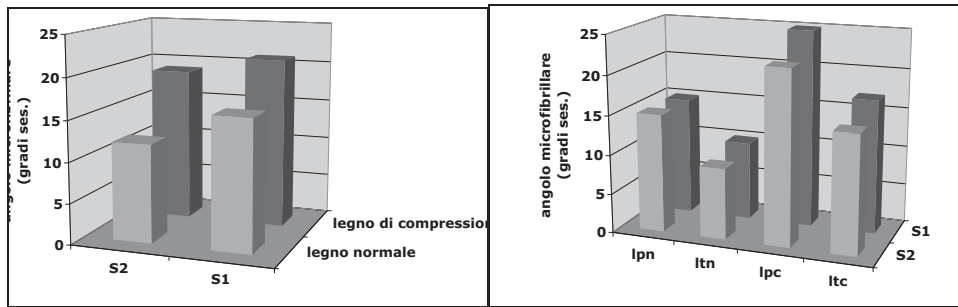


Grafico 1. Lpn: legno primaverile normale; ltm: legno tardivo normale; lpc: legno primaverile di compressione; ltc: legno tardivo di compressione.  
 Graph 1. Lpn: normal earlywood; ltm: normal latewood; lpc: compression earlywood; ltc: compression latewood.  
 Graphique 1. Lpn: bois initial normal; ltm: bois final normal; lpc: bois initial de compression; ltc: bois final de compression.

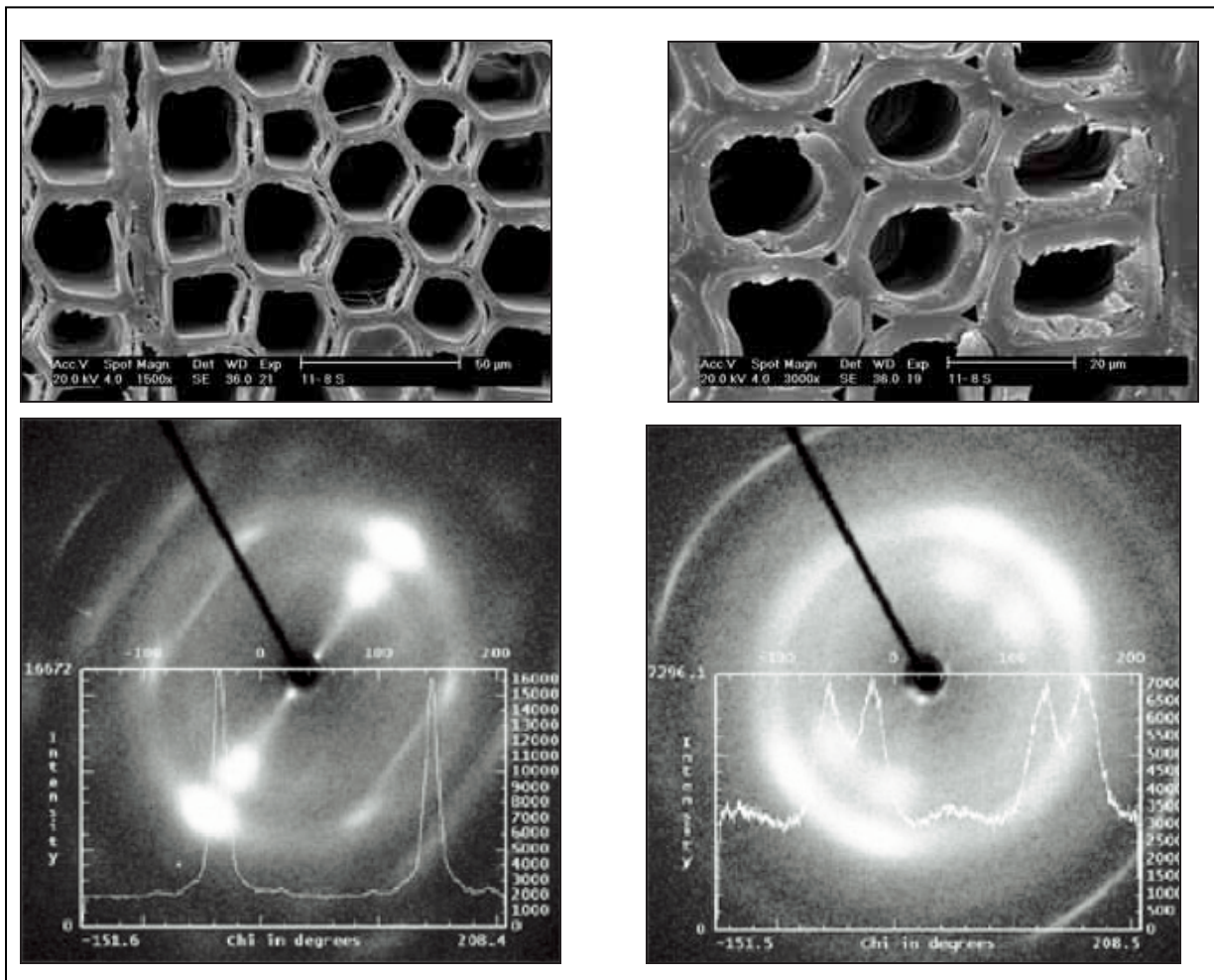


Figura 1. Sezioni trasversali di legno di Larice visto al SEM con relativi profili d'intensità ottenuti mediante diffrattometria: a sinistra legno normale con tracheidi poligonali, a destra legno di compressione con tracheidi a contorno circolare. L'integrazione del profilo (linea bianca) restituisce il valore medio dell'angolo microfibrillare.

Figure 1. Transversal sections of larch wood view by SEM with intensity profiles obtained with diffractometry: on the left normal wood with polygonal tracheids, on the right compression wood with round shaped tracheids. The integration of the profile (white line) gives the medium value of MFA.

Figure 1. Sections transversales de bois de Mélèze vue au SEM avec profils d'intensité obtenu par diffractométrie: à la gauche bois normal, avec trachéides polygonales, à la droite bois de compression, avec trachéides au contour circulaire. L'intégration du profil (ligne blanche) donne la valeur moyenne de l'angle des fibrilles.

## SUMMARY

### EFFECT OF SYLVICULTURAL PRACTICES ON THE DEVELOPMENT AND ON THE FEATURES OF COMPRESSION WOOD OF LARCH (*LARIX DECIDUA* MILL.)

Compression wood (CW) has the function of re-establishing the vertical growth of the tree. Despite this important physiological function, at a technological level it is considered an abnormal tissue because it compromises the transformations and use of the wood.

Aim of this work is to establish the effects of the silvicultural cares on the formation and on the degree of severity of C.W. in the Larch.

Two stands differing on the modality of regeneration have been chosen (S1 – artificial stand and S2 – natural stand). The presence and the degree of severity (moderate and severe) of CW have been established basing on the colour's intensity.

From each trunk we obtained some stumps assigned to sowing and realization of jointed plywood for the determination of working yields and losses due to C.W. We have also removed some discs to study the degree of intensity of the defect through microfibril angle (MFA) measurement with X-Ray diffractometry and microscopic analysis of wood sections.

The classification of the material showed, for both the stands, a low quality due mainly to the geometry of samples and to the strong presence of knots. Globally, the losses due to CW were 6,5% for S1 and 9,3 for S2. From the measurements of MFA the material coming from the artificial plot has shown higher angular values compared to the material with natural origin. The analysis of variation of growth rings thickness has shown a link between microfibril inclination and different growth speed typical of the two provenances.

## RÉSUMÉ

### EFFET DES PRATIQUES SYLVICULTURALES SUR LA FORMATION ET SUR LES CARACTÉRISTIQUES DU BOIS DE COMPRESSION DANS LE MÊLÈZE (*LARIX DECIDUA* MILL.)

Le bois de compression a la fonction de rétablir la croissance verticale de la plante. Malgré cette importante fonction physiologique, au niveau technologique il est considéré un tissu anomal parce qu'il compromet les transformations et l'emploi du bois.

Le but de ce travail est d'établir les effets des soins sylviculturaux sur la formation et sur le degré de sévérité du bois de compression sur le Mêleze.

Deux peuplements différents pour la modalité de renouvellement ont été choisis (S1 – peuplement artificiel et S2 – peuplement naturel). La présence et le degré de sévérité (modéré et intense) du bois de compression ont été établis sur la base de l'intensité de la couleur.

De chaque plante on a obtenu des billes destinées au sciage et à la réalisation des produits lamellaires joints pour la détermination des rendements d'usinage et des pertes dues au bois de compression. On a aussi coupé des disques pour étudier le degré d'intensité du défaut, à travers la mesure de l'angle des fibrilles par diffractométrie à rayons x et l'analyse microscopique de sections de bois.

La classification du matériel a montré, pour les deux peuplements, une basse qualité due principalement à la géométrie des morceaux et à la forte présence de nœuds. Au total, les pertes dues au bois de compression ont été de 6,5% pour S1 et de 9,3% pour S2. De la mesure des angles des fibrilles, le matériel d'origine artificielle a montré des valeurs angulaires supérieures respect par rapport au matériel d'origine naturelle. L'analyse de la variation de l'épaisseur des anneaux a montré une liaison entre l'inclinaison des fibrilles et la différente vitesse de croissance qui caractérise les deux provenances.

## BIBLIOGRAFIA

- Cave I.D. (1997) - *Theory of X-ray measurement of microfibril angle in wood - X-ray diffraction by materials with fibre type symmetry Part 1*. Wood Science and Technology. 31, pp. 143-151.
- Cave I.D. (1997) - *Theory of X-ray measurement of microfibril angle in wood - X-ray diffraction by materials with fibre type symmetry Part 2*. Wood Science and Technology. 32, pp. 225-234.
- Cave I.D., Robinson W. (1998) - *Interpretation of (002) diffraction arcs by means of a minimalist model*. Proceedings of the International Workshop on the Significance of Microfibril Angle to Wood Quality. Westport, New Zealand. 21-26 Nov. 1997.
- Lichtenegger H., Reiterer A. (1999) - *Variation of cellulose microfibril angles in softwood and hardwoods - A possible strategy of mechanical optimisation*. Journal of Structural Biology 128, pp. 257-269.
- Lofty M., El-Osta M. (1973) - *A direct X-ray technique for measuring microfibril angle*. Wood and Fiber. Vol. 5, No. 2, pp. 118-127.
- Timell T.E. (1986) - *Compression wood in gymnosperms*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo.
- Warensjo M., Lundgren C. (1998) - *Impact of compression wood on deformations of sawn wood of spruce (Picea abies (L) Karst.)*. Rapport Institutionen for Virkeslارا, Sveriges Lantbruksuniversitet. 255, 38 pp.



## PRUNUS AVIUM L.: UNO STUDIO SULL'EREDITABILITÀ DEL COLORE DEL LEGNO

(\*) DISTAF, Università di Firenze

(\*\*) SUEF, Università di Perugia

(\*\*\*) ISSA, Arezzo

In un campione di legno di ciliegio si è studiata la relazione tra qualità e quantità di estrattivi ed il colore, quantificato con un colorimetro nelle tre coordinate del sistema CIELab. La quantità di estrattivi è stata determinata con estrazione Soxhlet con etanolo assoluto. In un sottocampione di provini, rappresentativo della variabilità colorimetrica del campione, si è estratto anche a freddo per determinare la quantità di ciascuna molecola di estrattivo tramite HPLC, che ha consentito l'identificazione delle principali molecole dell'estratto e la loro quantificazione.

Non è stata trovata alcuna relazione significativa tra colore del legno e quantità di estrattivi a causa della dimostrata degradazione termica delle molecole più termolabili dell'estrattivo. Le quantità specifiche di ogni molecola hanno invece mostrato particolari trend in funzione delle variabili del colore, a dimostrazione di un loro diverso influsso sul colore del durame.

Su un altro campione prelevato in un impianto di cloni di Ciliegio, si sono studiati i fattori di variabilità intra- ed inter clonali del colore del durame attraverso l'analisi dei dati colorimetrici.

Il genotipo ha mostrato il maggiore influsso sulla variabilità del colore, tuttavia, anche tra alberi di uno stesso clone c'è notevole variabilità, a prova dell'influsso del fenotipo legato probabilmente a caratteristiche ambientali.

*Parole chiave:* colore, legno, ciliegio, estrattivi, colorimetria.

*Key words:* colour, wood, wild cherry, extractives, colorimetry.

*Mots clés:* couleur, bois, merisier, extractives, colorimetrie.

### 1. INTRODUZIONE

Il Ciliegio selvatico (*Prunus avium* L.) è una latifolia di pregio ampiamente diffusa in Italia e sempre più impiegata in arboricoltura da legno per la produzione di legname, particolarmente apprezzato per le sue qualità estetiche, tra le quali la più importante è certamente il colore.

E' pertanto evidente quali vantaggi comporterebbe considerare questa caratteristica un carattere da perseguire nei programmi di selezione genetica di cloni di ciliegio da arboricoltura da legno.

In questo studio, dunque, ci siamo preposti l'obiettivo di eseguire una valutazione delle possibilità di considerare il colore del legno come un carattere ereditabile, attraverso lo studio delle relazioni tra il colore ed il contenuto di estrattivi, caratteristica dipendente dal genotipo, e lo studio della variabilità del colore a livello interclonale ed intraclonale indice, rispettivamente, di influssi genotipici e fenotipici.

### 2. MATERIALE E METODO

La ricerca è stata condotta su due piantagioni di legno di Ciliegio: una ubicata nell'area di restauro forestale della Miniera E.N.E.L. di Santa Barbara, a S. Giovanni Valdarno (Arezzo) e l'altro nell'Azienda Agraria Sperimentale "M. Marani" (Ravenna).

Nella prima i campioni sono stati prelevati da 5 piante di circa 15 anni, abbattute in una operazione di diradamento. Da ciascun fusto sono state asportate, al suolo, a petto d'uomo ed a 3m, rotelle alte circa 15 cm. Da ciascuna si sono ottenuti 4 provini: 2 interni, opposti; e 2 esterni, opposti, per un totale di 12 provini per ciascun albero, e 60 per tutto il campione, sui quali si è rilevato il colore ed eseguito l'estrazione.

Nell'impianto clonale i cloni di ciliegio presenti sono 7, ed il materiale è stato prelevato da 4 alberi per ogni clone asportando, alle stesse altezze stabilite per le rotelle, delle carotine, seguendo un criterio non distruttivo necessario alla conservazione della piantagione. Si precisa che le carotine sono state asportate tutte da Est verso Ovest e gli alberi dell'impianto avevano circa 20 anni.

Per quantificare il colore è stato impiegato il colorimetro portatile Microflash v4.0 che fornisce, per ciascuna scansione, i dati relativi alle 3 coordinate colorimetriche del sistema CIEL\*a\*b\* (L\*= Luminosità, a\*= asse cromatico verde-rosso, b\*= asse cromatico blu-giallo).

Sulle carotine sono state fatte scansioni colorimetriche lineari ogni 5 mm, mentre sui provini delle rotelle sono state eseguite circa 10 scansioni casuali su ciascuna delle 2 superfici radiali.

Per l'analisi quantitativa degli estrattivi si è fatto riferimento al protocollo stabilito dalla normativa TAPPI 264 om-88 utilizzando, tuttavia, solo etanolo assoluto come solvente, per estrarre la componente fenolica dell'estrattivo. Ogni provino, ridotto in farina di legno (diam. particelle 250-300 micron) è stato sottoposto ad estrazione Soxhlet. Il contenuto di estrattivi è stato espresso in percentuale sul peso della farina anidra.

Per il riconoscimento e per la quantificazione delle molecole componenti gli estrattivi è stata fatta l'analisi HPLC in un sottocampione di provini cromaticamente rappresentativi. L'analisi si è orientata verso la componente fenolica degli estrattivi, ponendo particolare attenzione alla famiglia dei flavonoidi, che contribuiscono in maniera decisiva alla colorazione del legno.

Le singole molecole che formano gli estrattivi sono state individuate tramite confronto degli spettri UV e di massa delle molecole ricercate con quelli degli standards di rife-

rimento, cioè singoli estrattivi allo stato puro reperibili in commercio. Per l'analisi quantitativa di ogni molecola, espressa in mg/g di farina anidra di legno, è stata calcolata l'area del picco corrispondente al massimo assorbimento UV della molecola.

### 3. DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Il primo campione, di origine naturale, presenta un range di variabilità del colore compreso in una nube situata nel quadrante con valori positivi di Luminanza, saturazione del rosso ( $a^*$ ) e del giallo ( $b^*$ ). Il range varia tra 67,8 e 79,6 per la Luminanza, 7,18 e 14,6 per  $a^*$ , 23,09 e 29,41 per  $b^*$ .

Il contenuto di estrattivi, espresso in percentuale sul peso della farina di legno anidra sottoposta ad estrazione soxhlet, varia, nel campione, all'interno di un range compreso tra il 3,5% e l'8,5%.

L'analisi statistica della relazione tra gli estrattivi totali e le medie delle 3 variabili colorimetriche di ciascun provino ha mostrato una forte dispersione del dato, soprattutto per quel che riguarda la quantità di giallo. Tuttavia, per le altre due variabili, emerge una relazione più evidente con il contenuto di estrattivi, secondo la quale un legno più chiaro e dal colore rosso meno saturo conterrebbe più estrattivi di uno più scuro e più saturo in rosso. Questo risultato, del tutto inverosimile, ha trovato giustificazione nella termo-degradazione, avvenuta in estrazione soxhlet, delle molecole fenoliche più termolabili dell'estrattivo, fenomeno che si è potuto dimostrare confrontando i cromatogrammi di uno stesso provino sottoposto a duplice estrazione: soxhlet (a caldo) ed a freddo. Nell'estratto a freddo si evidenzia un maggior numero di picchi, e quelli presenti anche nell'estratto a caldo presentano qui un'area maggiore, dunque quantità maggiori. Si è potuto così dimostrare che l'estrazione soxhlet porta ad una alterazione del dato quantitativo.

Per meglio conoscere i rapporti tra colore ed estrattivi è stato eseguito anche il confronto tra il colore e le specifiche quantità delle molecole di estrattivi, determinate però sull'estratto a freddo.

Occorre precisare che, in questo lavoro, per esigenze della Struttura che ha operato le analisi HPLC, il campionamento è stato limitato a soli 6 provini, scelti tra quelli più rappresentativi a livello colorimetrico.

I composti ricercati nell'estrattivo di ciliegio sono fenolici, della famiglia dei Flavonoidi.

Le molecole analizzate quantitativamente sono in tutto 19, delle quali ne abbiamo identificate 4 con certezza, mediante l'analisi di standards commerciali: (+)-Catechina, Naringenina, Chrysin e Pinocembrina. Le altre sono state quantificate in Naringenina e Quercetina ma non è stato possibile determinarle, pertanto sono state semplicemente numerate con ordine crescente in funzione dei tempi di ritenzione riscontrati in HPLC.

Dai grafici di dispersione ottenuti per il confronto tra i valori delle 3 variabili del colore ed i contenuti delle principali molecole dell'estratto, emergono dei trend particolari per ciascun composto. Si osserva che un maggior contenuto molecolare è generalmente legato ad un colore più scuro e meno giallo: vi è proporzionalità inversa tra i valori di luminanza ed il contenuto molecolare, a conferma dell'ipotesi secondo la quale ad un più alto livello di estrattivi corrisponde un colore più scuro. Fanno eccezione a ciò la Chrysin e la

Pinocembrina che non produrrebbero un colore scuro nel legno quando presenti a concentrazioni più alte.

Il rapporto inversamente proporzionale tra il giallo ed il contenuto delle molecole, avvalorato peraltro da un R2 molto alto (0,91 per la (+)-Catechina), è probabilmente legato al fatto che si tratta di un colore riconducibile al legno non completamente duramificato, si ricorda, a tale proposito, che le piante oggetto di esame hanno non più di 15 anni.

Il colore rosso, tipico invece del durame di ciliegio, è legato in maniera diversa alle diverse molecole: la (+)-Catechina è la sola correlata positivamente con  $a^*$ , le altre molecole, invece, all'aumentare della saturazione del rosso, decrescono in proporzioni differenti, lasciando intendere che è la sola catechina ad essere legata positivamente alla caratteristica colorazione rossastra del legno di ciliegio.

Un risultato interessante emerso dallo studio è, infine, la netta differenziazione quantitativa tra un provino largamente affetto da Vena Verde, contenente poche molecole e con poca quantità, e gli altri costituiti da legno sano. Tale dipendenza si spiega con le peculiari caratteristiche anatomiche del legno affetto da vena verde, assimilabili a quelle del legno di tensione.

Per il secondo campione, di provenienza clonale, i dati colorimetrici raccolti sono stati elaborati statisticamente al fine di analizzare la variabilità del colore a vari livelli d'indagine per comprendere gli influssi di genotipo e fenotipo, dato che abbiamo la possibilità di confrontare tra loro piante con identico genoma.

In questo campione il campo di variabilità delle coordinate colorimetriche era ripartito in una nube posta nel quadrante con  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  positivi, tra i valori di 33,1 e 77,8 per la Luminanza, 2,6 e 9 per  $a^*$  e 17,1 e 30,7 per  $b^*$ .

Dalla analisi della varianza a livello interclonale, eseguita per le tre variabili colorimetriche  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  si sono palesate evidenti differenze significative tra i cloni, ma emerge soprattutto che 2 dei 7 cloni (Villa Ghigi e Colline Bolognesi) presentano un colore profondamente diverso dagli altri per livelli di rosso e giallo.

Da questi risultati è quindi emerso che il genotipo ha un influsso evidente sulla variabilità del colore del legno, fornendo, così, una prova a favore dell'ereditabilità di questo carattere.

Sempre attraverso l'analisi della varianza applicata alle variabili del colore, si sono confrontati gli alberi di uno stesso clone. Per tutti i cloni si è osservato l'esistenza di una notevole variabilità di colore tra gli alberi, con evidenti differenze statisticamente significative per tutte e tre le variabili colorimetriche, differenze tuttavia inferiori rispetto a quelle che si sono verificate tra i cloni.

Tale risultato dimostra che anche il fenotipo ha un influsso notevole sul colore del legno.

Ciò dimostra che, nel ciliegio, il colore del durame non è un carattere completamente ereditabile e, anche qualora venisse considerato tra i caratteri della selezione genetica, ci si dovrà aspettare una certa variabilità individuale, a causa di fattori legati molto probabilmente alle caratteristiche ambientali.

Per rafforzare i risultati ottenuti in Anova interclonale e renderli più fruibili nel loro insieme si è applicato anche l'analisi dei clusters, uno strumento di notevole interesse poiché consente di considerare tutte e tre le variabili colorimetriche contemporaneamente, lavorando, cioè, con una

nube di dati tridimensionale che rappresenta esattamente la distribuzione del colore nello spazio colorimetrico CIEL\*a\*b\*.

La nube di dati si è subito dimostrata suddivisa in 4 clusters, cioè delle sub-nubi ben distinte tra loro per diversi range di valori di L\*, a\* e b\*.

Nello specifico, le frequenze dei cloni nei clusters hanno fornito i seguenti risultati:

- Nel cluster 1, caratterizzato dai livelli di rosso e giallo più elevati della nube, ricadono quasi per il 50% i soli dati relativi al clone Villa Ghigi.

- Il cluster 2; dagli elevati livelli di rosso, è costituito principalmente dai cloni Colline Bolognesi e Villa Ghigi.

- Il cluster 3, con centroide dal valore intermedio di rosso e giallo, ma con il più alto livello di luminanza, comprende dati di tutti i cloni ma con scarsa presenza di Villa Ghigi.

- Il cluster 4, caratterizzato dai livelli più bassi di rosso e giallo ed intermedi per la luminanza; presenta le massime proporzioni raggiunte dai cloni Alpe 1, Chiesa Vecchia '85 e Puzzolo; mentre Villa Ghigi è totalmente assente.

La suddivisione della nube colorimetrica in questi 4 lobi distinti avvalorava ulteriormente la tesi, dimostrata in anova, dell'esistenza di un controllo genetico sul colore del legno.

#### 4. CONCLUSIONI

Il colore del legno di ciliegio si distribuisce in una nube tridimensionale nel quadrante dei valori positivi di L\*, a\* e b\* dello spazio CIEL\*a\*b\*.

Non esiste una correlazione tra il contenuto totale di estrattivi del legno rilevato con metodo a caldo (Soxhlet) ed il colore del legno, a causa della alterazione delle molecole più termo-labili avvenuta durante l'estrazione.

La termolabilità degli estrattivi rende il metodo soxhlet non idoneo per la loro corretta quantificazione, rendendosi pertanto necessaria una estrazione a freddo.

Le molecole, di natura fenolica, osservate nell'estrattivo di ciliegio asportato a freddo presentano diverse distribuzioni quantitative e qualitative nei provini a differente colore.

Le singole molecole mostrano degli specifici trends quantitativi in funzione del colore del legno, a dimostrazione del loro differente influsso sul colore del durame, pertanto la quantità totale di estrattivo non è correlabile con il colore, caratteristica da confrontare solo con i contenuti specifici di ogni molecola.

C'è una netta differenziazione quantitativa delle molecole

tra il provino di Vena Verde e quelli di legno sano, legata alle peculiari caratteristiche anatomiche del legno affetto da questo difetto, con proprietà assimilabili al legno di tensione.

La variabilità del colore tra i cloni di ciliegio è assai elevata, a dimostrazione di un chiaro effetto del genotipo, ma si ha anche un effetto fenotipico sul colore, dimostrato dalle differenze significative tra alberi dello stesso clone, espressione delle caratteristiche individuali dell'albero ed ambientali.

Il colore del legno non è un carattere strettamente ereditabile, cioè, anche qualora il carattere venisse considerato nella selezione genetica, ci si dovrà attendere una evidente differenza di colore tra gli alberi dello stesso clone, a causa di fattori fenotipici.

VALDARNO			60 provini
ALBERI	ROTELLE	PROVINI	
a	3	4	
b	3	4	
c	3	4	
d	3	4	
e	3	4	
		2 interni opposti, 2 esterni opposti	
		0m; 1,30m; 3m	

Tabella 1. Schema del campionamento nell' impianto di Valdarno.

Table 1. Scheme of sampling in Valdarno's plot.

Tableau 1. Schème d'échantillonnage dans la plantation de Valdarno.

MARANI				168 provini
CLONI	ALBERI	CAROTINE	PROVINI	
Alpe 1	4	3	2	
Alpe 2	4	3	2	
Colline Bolognesi	4	3	2	
Chiesa Vecchia'84	4	3	2	
Chiesa Vecchia'85	4	3	2	
Puzzolo	4	3	2	
Villa Ghigi	4	3	2	
		0m; 1,30m; 3m	est, ovest	

Tabella 2. Schema del campionamento nell' impianto clonale di Marani.

Table 2. Scheme of sampling in Marani's plot.

Tableau 2. Schème d'échantillonnage dans la plantation de Marani.

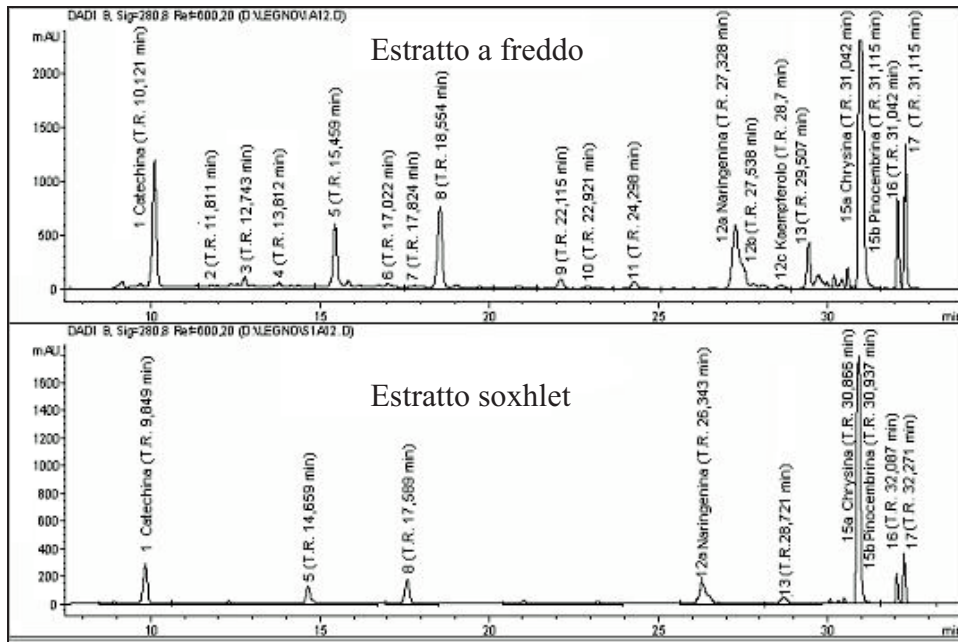


Grafico 1. Confronto tra i cromatogrammi dell'estratto a freddo e soxhlet di uno stesso provino.  
 Graph 1. Comparison, in a single sample, between the chromatogrammes of the extracts obtained by cold and soxhlet extraction.  
 Graphique 1. Comparaison entre les chromatogrammes des extraits à froid et soxhlet d'un échantillon.

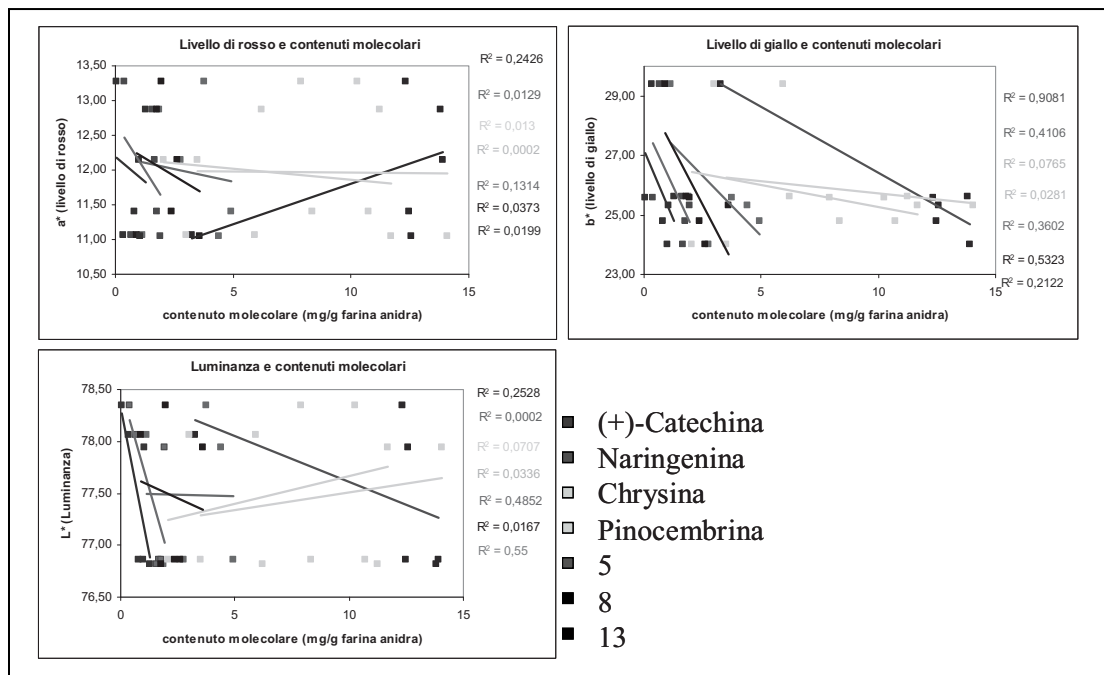


Grafico 2. Rapporto tra colore e contenuto delle principali molecole degli estrattivi.  
 Graph 2. Relationship between wood colour and content of the main molecules of extractives.  
 Graphique 2. Rapport entre la couleur et le contenu des principaux molecules des extractives.



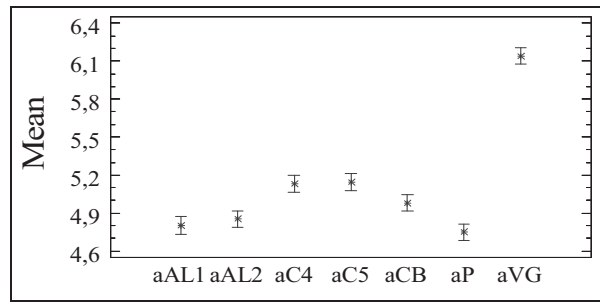


Grafico 3. Anova interclonale sulla variabile a\*: Il clone Villa Ghigi presenta forti differenze con gli altri per livello di rosso.  
 Graph 3. Interclonal Anova on the variable a\*: the clone Villa Ghigi is very different from the others for level of red.  
 Graphique 3. Anova interclonale sur la variable a\*: le clone Villa Ghigi est très différent des autres pour niveau de rouge.

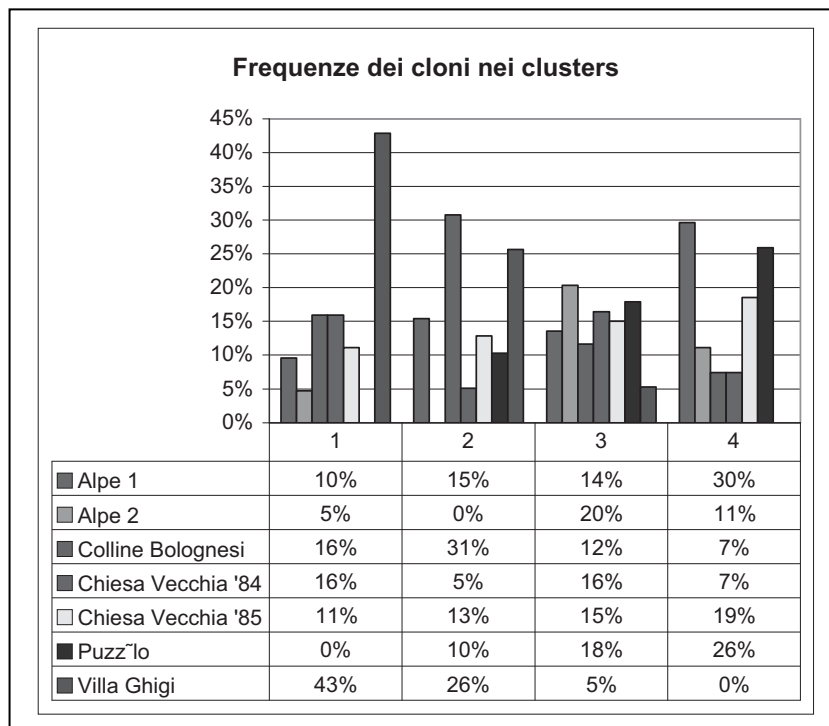


Grafico 4. Analisi dei clusters a livello inter-clonale: istogramma delle frequenze dei cloni nei clusters in cui è visibile la separazione di alcuni cloni dagli altri.  
 Graph 4. Clusters analysis at inter-clonal level: histogram of frequencies of clones in the clusters that shows the separation of some clones from the others.  
 Graphique 4. Analyse des clusters a niveau inter-clonale: istogramme des frequences des clones dans les clusters qui montre la separation de quelques clones des autres.

## SUMMARY

### *PRUNUS AVIUM* L. A STUDY ON THE HERITABILITY OF WOOD COLOUR

In a wild cherry wood sample the relation between quantity and quality of extractives and wood colour has been studied.

Colour has been quantified with a colorimeter in the three co-ordinates of CIELab colorimetric system. Extractive quantities have been assessed after Soxhlet extraction with ethanol absolute.

In a wood sub-sample colorimetrically significant of the whole sample a cold extraction has been done. The extract obtained was used to assess the quantity of each molecule of the extractive through HPLC, method that allowed us to identify the main molecules of the extract and their quantification. On n'a pas trouvé des relations entre couleur du bois et quantité d'extractives a cause de la dégradation thermique des molécules plus thermolabiles de l'extractif. Les quantités spécifiques de chaque molécule ont, d'autre part, montré des particuliers trend en fonction des variables de la couleur, qui nous démontre leur différent influence sur la couleur du bois de coeur.

Relations between wood colour and extractives weren't found because the most thermo-labile molecules were thermically degraded during soxhlet extraction. The specific quantities of each molecule have shown particular trends with the color variables, showing their different influence on the heartwood's colour.

In a second sample, coming from a wild cherry clones experimental plot, intra- and inter-clonal factors of heartwood colour variability have been studied through statistic analysis of colorimetric datas. Genotype has shown the strongest effect on wood colour variability, nevertheless, variability between trees of the same clone is strong too, demonstrating the existence of a phenotypic effect probably due to environmental features.

## RÉSUMÉ

### *PRUNUS AVIUM* L. UN ETUDE SUR L'HERITABILITE DE LA COULEUR DU BOIS

Dans un échantillon de bois de merisier on à étudié la relation entre quantité et qualité des extractives et couleur du bois.

La couleur à été quantifié avec un colorimètre dans les trois coordonnées du système colorimétrique CIELab.

La quantité des extractives à été calculé après extraction Soxhlet avec éthanol absolu.

Dans un sous-échantillon représentatif de la variabilité colorimétrique de l'échantillon on à fait une extraction à froid. L'extrait obtenu à été employé pour estimer la quantité et le type de chaque molécule de l'extractif à travers l'analyse HPLC.

On n'à pas trouvé des relations entre couleur du bois et quantité d'extractives a cause de la dégradation thermique des molécules plus thermolabiles de l'extractif. Les quantités spécifiques de chaque molécule ont, d'autre part, montré des particuliers trend en fonction des variables de la couleur, qui nous démontre leur différent influence sur la couleur du bois de coeur.

Dans un deuxième échantillon, obtenu à partir d'une plantation expérimentale de clones de merisier, on à étudié les facteurs de variabilité de la couleur à niveau inter- et intra-clonale.

Le génotype à montré l'effet le plus fort sur la variabilité de la couleur, cependant, la variabilité entre les arbres du même clone est fort aussi, en prouvant qu'il à aussi un effet du phénotype, lié probablement aux caractéristiques environnementales.

## CERTIFICAZIONE FSC: STATO DELL'ARTE E NUOVI STRUMENTI

(\*) *EcoGeoFor, Dipartimento STAT, Università del Molise, Pesche, Isernia*

(\*\*) *Gruppo FSC-ITALIA, Dipartimento TESAF, Università di Padova*

(\*\*\*) *Dipartimento TESAF, Università di Padova*

(\*\*\*\*) *Dipartimento TESAF, Università di Padova*

(\*\*\*\*\*) *EcoGeoFor, Dipartimento STAT, Università del Molise*

Il *Forest Stewardship Council* è un'organizzazione internazionale che promuove una corretta gestione forestale attraverso l'applicazione di 10 Principi e 57 Criteri (P&C). I P&C sono definiti a livello internazionale e attraverso gruppi di lavoro nazionali si definiscono indicatori in base al contesto sociale, economico ed ambientale del Paese. È una certificazione di gestione forestale e di catena di custodia per la produzione di prodotti finali certificati che possono essere puri o misti dove all'interno vi è una parte di prodotto non certificato. Per quest'ultima categoria sono stati formulati degli standard che valutano il rischio in base alla provenienza dei prodotti non certificati ed è stato sviluppato un servizio online per facilitare tale dichiarazione da parte della aziende denominato FSC Global Risk Assessment. La certificazione FSC è supportata dai principali gruppi mondiali della Grande Distribuzione Organizzata (GDO) i quali hanno via via allargato l'offerta dei prodotti certificati presenti nei propri punti vendita, ma anche dai principali gruppi ambientalisti (Greenpeace e WWF su tutti). La certificazione FSC dà alle aziende certificate la possibilità di differenziare i propri prodotti, acquisendo un vantaggio competitivo e dandole il vantaggio di partecipare ad appalti funzionanti attraverso quelli che sono i meccanismi del Green Public Procurement, GPP.

*Parole chiave:* FSC, certificazione forestale, gestione forestale, catena di custodia.

*Key words:* FSC, forest certification, forest management, chain of custody.

*Mot clés:* FSC, la certification des forêts, la gestion des forêts, chaîne de garde.

Il *Forest Stewardship Council* (FSC) è un'organizzazione internazionale non governativa e senza scopo di lucro (non-profit) creata nel 1993 allo scopo di promuovere in tutto il mondo una corretta gestione delle foreste e delle piantagioni forestali. Ci si riferisce, con ciò, a una gestione che si ispiri a tre grandi famiglie di valori, ambientali, sociali ed economici, quindi a una gestione che: tuteli l'ambiente naturale, sia utile per la gente (lavoratori e popolazioni locali) e valida dal punto di vista economico, in linea con i principi dello sviluppo sostenibile affermati nei summit di Rio de Janeiro (1992). Per riuscire nella propria missione, FSC ha definito, con il coinvolgimento di tutte le parti interessate, un sistema di certificazione volontario e di parte terza (indipendente), operativo a livello internazionale e specifico per il settore forestale e i prodotti legnosi. Più in dettaglio, sono stati definiti 10 Principi & 57 Criteri (P&C) di buona gestione forestale, norme per la rintracciabilità dei prodotti forestali (c.d. catena di custodia) e per l'uso di un marchio internazionale registrato, finalizzato ad identificare i prodotti forestali (legnosi e non): tutti i prodotti contrassegnati con il marchio FSC sono certificati come provenienti da foreste che rispettano i Principi e Criteri di buona gestione forestale riconosciuti a livello internazionale. In questo senso la certificazione FSC costituisce anche un valido strumento di mercato per promuovere la buona gestione delle risorse forestali. Le foreste sono controllate e valutate in maniera indipendente da una serie di organismi di certificazione accreditati, il cui operato è costantemente monitorato per assicurarne la competenza e la credibilità.

I P&C definiti da FSC hanno valore internazionale, ma devono essere calati su scala locale, con riferimento alla

specificità della realtà forestale. FSC tenta di stimolare tale processo decentralizzando il proprio lavoro e incoraggiando la partecipazione locale. In tale prospettiva si colloca la costituzione di gruppi di lavoro nazionali (FSC National Working Groups), agenzie regionali o nazionali (FSC National or Regional Offices) e/o la nomina di responsabili nazionali (FSC Contact Persons). È compito di questi gruppi periferici (nazionali) definire, con la partecipazione ed il coinvolgimento di tutti gli stakeholders, standard locali, ispirati ai 10 P&C internazionali. Il Gruppo FSC-Italia, creato nel 2001 ed ufficialmente riconosciuto a livello internazionale nel 2002, è l'iniziativa nazionale italiana del Forest Stewardship Council. Nel dicembre 2002 ha approvato – dopo lungo processo di consultazione con le parti interessate – gli “Standard FSC di buona gestione forestale per l'arco alpino italiano”. Successivamente ha seguito con interesse il processo di determinazione degli standard di buona gestione per i boschi appenninici e mediterranei sviluppati dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali, predisponendo un contributo di discussione. Attualmente il gruppo di lavoro di FSC-Italia è impegnato nella revisione dei propri standard con l'intento di proporre un documento unico a livello nazionale in sostituzione dei due documenti al momento presenti, in grado di rispettare i P&C FSC, ma al tempo stesso di adeguarsi alle peculiarità del panorama forestale italiano. Il documento conterrà P&C applicabili a tutto il territorio nazionale prendendo in considerazione le due forme di governo (ceduo e fustaia) e riportando alla fine delle schede che evidenzieranno i P&C da applicare a quelle colture specifiche presenti, come ad esempio la castanicoltura o la pioppicoltura. Alla fine del 2008 sarà pubblicata, dopo l'assemblea generale a Città del Capo,

dall'organizzazione internazionale FSC, la versione definitiva dei nuovi Principi e Criteri da applicare in base al contesto sociale, economico ed ambientale del Paese in cui verranno istituiti.

La superficie forestale certificata secondo gli standard FSC si attesta complessivamente sui 103 milioni di ettari in tutto il mondo, mentre a livello nazionale essa ammonta a 39.577 ha, interessando tipologie forestali estremamente diverse tra di loro: dalla pecceta alpina della Magnifica Comunità di Fiemme - prima realtà forestale dell'arco alpino a ottenere la certificazione FSC già nel 1997 - a numerosi pioppeti della Lombardia e del Piemonte, dalla sughereta della Stazione Sperimentale del Sughero di Tempio Pausania (SS) al piccolo ceduo appenninico di Piegara (PG), dal gruppo di Comuni riuniti nella certificazione del Parco Regionale del Matese (CE e BN) al gruppo di agricoltori riuniti nel Consorzio Forestale Xiloimprese (SV). Numerosi, poi, sono i processi di preparazione alla certificazione in corso. Non va infine sottovalutato il forte impulso che la certificazione FSC dà anche agli anelli della filiera collocati a valle rispetto alla foresta. Nel settembre 2008 il numero di aziende italiane in possesso di un valido certificato FSC di catena di custodia ha infatti superato quota 300 (su un totale di circa 10.500 aziende certificate in tutto il mondo), un risultato che colloca l'Italia in prima linea tra i paesi con il maggior numero di certificazioni FSC, assicurando un contributo sensibile all'uso di legno, carta e prodotti derivati provenienti da foreste gestite in maniera responsabile. A ragione di quello che è il ruolo del nostro Paese nell'ambito delle dinamiche commerciali internazionali del settore legno - sesto importatore mondiale, secondo a livello europeo - e alla luce anche dei dati recentemente pubblicati dal rapporto APAT "Deforestazione e processi di degrado delle foreste - Le responsabilità e i campi d'intervento del Sistema Italia" anche il settore della trasformazione può trovare nella certificazione forestale un valido strumento per ricoprire un ruolo chiave nel promuovere una gestione responsabile delle risorse forestali.

Lo schema di certificazione FSC può essere definito un processo complesso ma allo stesso tempo "snello" nella sua formulazione. Complesso in quanto intervengono più figure professionali ed esperti del settore a partire dal proprietario dell'impresa (forestale, ditta boschiva, ecc...) che dà inizio al processo, al consulente esterno e all'ente di certificazione a sua volta accreditato dall'ente nazionale responsabile. L'incontro di queste figure dà via al procedimento di certificazione che va dalla richiesta, alla visita preliminare, all'esame della documentazione, al controllo di conformità e alle verifiche in campo, e se il risultato è positivo, si ha l'emissione del certificato e la spiegazione dei limiti d'uso e di mantenimento del certificato stesso. Come già detto, però, il processo è anche semplice e lineare nella sua applicazione, in quanto l'ente certificatore dovrà solamente verificare, oltre alla parte burocratica dei documenti, la conformità delle azioni intraprese, attuali e future, da parte dell'impresa, nel rispetto degli indicatori presenti all'interno dei Principi e Criteri preposti per ogni tipologia di certificazione (gestione forestale o catena di custodia). Proprio questo serio e preciso procedimento dà la sicurezza al consumatore che il prodotto finale che acquisterà ha alle spalle una filiera di imprese, persone, uomini coscienti che

le loro attività produttive ricadono all'interno di un bene di interesse pubblico e che le loro azioni si ripercuotono in un sistema che non deve essere considerato solo a livello locale ma a livello globale, quindi non come un sistema isolato ma che interagisce con gli altri sistemi provocando a sua volta delle esternalità.

Proprio per queste considerazioni per il proprietario o gestore forestale è un'opportunità per valorizzare il proprio patrimonio boschivo in quanto aderendo allo schema di certificazione FSC condividerà l'idea dei P&C ma soprattutto aderirà ad una selvicoltura in grado di intervenire in modo sostenibile. Spesso il termine "sostenibile" è usato in modo improprio o inserito in qualsivoglia contesto, per questo FSC utilizza la dicitura di: "prodotti provenienti da foreste correttamente gestite" e "per contribuire ad un uso responsabile delle risorse forestali". Dietro a queste diciture ci sono però i principi di "sviluppo sostenibile" sviluppati nel rapporto di Brundtland (WCED, 1987) e di "Gestione Forestale Sostenibile" derivati dalla Conferenza di Rio (1992) e di Helsinki (1993). Il gestore forestale quindi aderendo alla certificazione avrà una gestione responsabile delle foreste e delle piantagioni, tutelando l'ambiente naturale, portando vantaggi reali alle popolazioni, alle comunità locali, ai lavoratori e assicurando un'efficienza in termini economici. Infatti attraverso una giusta pianificazione degli interventi in cui si prenderà in considerazione non solo l'elemento bosco da cui trarre ricavo ma tutto l'ecosistema in esso appartenente, ed utilizzando una selvicoltura che non semplificherà la struttura del bosco ma conserverà la complessità del sistema tutelando la biodiversità e l'equilibrio del bosco con l'ambiente, si arriverà ad un giusto compromesso tra i benefici tratti dalla vendita dei prodotti legnosi e non e i benefici ambientali derivanti dalla presenza dell'ecosistema stesso. La certificazione FSC dà quindi al proprietario un elemento in più per valorizzare in termini ambientali ed economici la propria azienda nella vendita dei propri prodotti, nel consolidare e migliorare i rapporti con i diversi soggetti interessati (ditte boschive, clienti, ma anche ambientalisti, autorità di controllo, turisti) in quanto alle spalle hanno un ente che li guida, ma soprattutto rafforza il legame tra foresta ed elevata qualità ambientale di un territorio. Tutto questo in una visione globale andrà a favorire le foreste del mondo migliorandone la qualità e intervenendo nei processi di assorbimento di carbonio con la creazione di veri e propri sink che svolgono un ruolo fondamentale nella tematica dei cambiamenti climatici. L'Italia, infatti, con la ratifica della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici, partecipa alla riduzione delle emissioni dei gas ad effetto serra attraverso l'impegno del Protocollo di Kyoto, formalmente in vigore dal 16 febbraio 2005. Secondo tale protocollo il Paese firmatario deve rispettare il proprio obiettivo di riduzione con la facoltà di decidere sulle misure da intraprendere per mantenere l'impegno. L'Italia, per rispettare un obiettivo di contenimento pari a 487.1 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente nel primo periodo di impegno (2008-2012), ha previsto l'attuazione di una serie di misure, elencate nel dettaglio nel "Piano Nazionale per la riduzione delle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra 2003-2010", adottato con Delibera CIPE n. 123 del 19 Dicembre 2002. Tra le misure previste



figurano anche interventi volti a promuovere l'assorbimento di carbonio nel settore agro-forestale dal momento che, come è noto, gli art. 3.3 e 3.4 del Protocollo ed i successivi accordi negoziali consentono l'impiego dei pozzi (sinks) di carbonio per la riduzione del bilancio netto nazionale delle emissioni di gas ad effetto serra. Allo stato attuale delle cose, l'Italia prevede di realizzare attraverso i sinks (settore forestale e agricolo) un assorbimento di carbonio pari a 10.2 MtCO<sub>2</sub> per anno corrispondente all'11% dell'impegno totale di riduzione (Tedeschi et al, 2006). Per il raggiungimento di tali obiettivi, notevole importanza per il campo forestale sarà svolta dalla gestione forestale sostenibile attraverso lo strumento della certificazione. Infatti attraverso l'applicazione dei P&C avremo una gestione responsabile dei boschi di produzione e la conservazione dei boschi di alto valore (Principio 9 - FSC). A livello internazionale questo tipo di foresta viene definito come HCVPs (High Conservation Value Forests). Le caratteristiche che devono rispettare per entrare a far parte di questa categoria sono: a) foreste con alti valori di biodiversità; b) grandi aree forestali naturali intatte; c) ecosistemi rari o minacciati; d) foreste con ecosistemi importanti; e) aree forestali di particolare importanza per le comunità locali e le popolazioni indigene. Un obiettivo che si è preposto FSC è proprio quello di individuare dal punto di vista biologico e strutturale i parametri fondamentali di queste foreste per la loro individuazione, la loro gestione e il loro monitoraggio.

Oltre alla certificazione di gestione forestale, FSC presenta uno schema di certificazione che viene chiamato Catena di Custodia (chain of custody COC) ed identifica il canale attraverso cui è commercializzato un prodotto partendo dall'origine delle materie prime, passando attraverso tutti i processi di trasformazione, fino ad arrivare alla sua vendita ed all'utilizzazione finale. I destinatari di questo schema sono le industrie e le aziende che producono, trasformano e commercializzano prodotti forestali (non solo legno). Questi gestori aderendo a degli standard previsti dimostrano l'impegno ad un uso corretto delle risorse forestali. Soprattutto nella filiera del legno rappresenta per le aziende una maggiore capacità competitiva dovuta al fatto che, con la globalizzazione dei mercati e con la richiesta sempre maggiore di materiale legnoso dall'estero portano ad evidenziare quelle aziende che acquistano e producono prodotti le cui materie prime non provengano da foreste tagliate illegalmente o che non se conosca la provenienza; quindi, tramite la certificazione e l'etichettatura (labelling), assicurano che il legno presente nel prodotto finale provenga effettivamente da una foresta correttamente gestita. Dall'altro canto per quanto riguarda invece le esportazioni dei prodotti delle aziende italiane soprattutto nei paesi del Nord Europa, Germania, Stati Uniti, ecc. dove vi è una maggiore maturità e consapevolezza verso i temi della buona gestione forestale, è richiesto molto spesso, in modo espresso, la certificazione FSC dei prodotti acquistati. Il marchio FSC permette quindi alle aziende certificate di differenziare i propri prodotti, acquisendo un vantaggio competitivo e rispondendo alla crescente domanda del mercato italiano e del mercato internazionale diffondendo dei prodotti "made in Italy" certificati.

Gli standard di certificazione FSC della catena di

custodia prevedono quattro categorie di prodotti finali certificati: 1) FSC puro (prodotti esclusivamente - 100% - a base di legno certificato FSC); 2) FSC misto, prodotti con più componenti certificati e non, dove le componenti non certificate devono comunque essere riciclate e/o controllate; 3) FSC riciclato, di origine riciclata e post-consumo; 4) FSC controllato, di legno la cui provenienza è stata valutata. Proprio quest'ultima categoria è stata da poco inserita, necessaria in quanto la domanda di legno certificato è maggiore dell'offerta, e al momento attuale gli standard FSC consentono l'eventuale combinazione e il mescolamento di materiale (legno, carta, fibra, ecc.) certificato FSC e di materiale non certificato per la produzione di prodotti FSC Misto. Per la componente non certificata, tuttavia, sulla scorta del documento FSC-STD-40-005 vers. 2, si richiede che il materiale in questione sia verificato come non proveniente da:

- a) tagli illegali;
- b) violazione di diritti tradizionali e/o civili;
- c) foreste nelle quali alti valori di conservazione siano minacciati dalle attività di gestione;
- d) foreste convertite in piantagioni o ad altre forme d'uso (non forestali);
- e) foreste nelle quali siano presenti piante geneticamente modificate (OGM).

La valutazione del rischio delle aree di provenienza del materiale rappresenta un passaggio importantissimo per la classificazione del Legno Controllato. Sebbene gli standard di riferimento includano specifici requisiti di valutazione e definizioni delle possibili fonti controverse, l'esperienza maturata sul campo in questi anni ha mostrato che le aziende certificate incontrano difficoltà nella realizzazione del risk assessment (valutazione del rischio), principalmente a causa della difficoltà a reperire informazioni utili o per l'insufficienza delle informazioni disponibili.

Nel maggio 2008 Rainforest Alliance e NEPCon hanno avviato un progetto finalizzato allo sviluppo di uno strumento interattivo in grado di raccogliere le informazioni disponibili e utilizzabili per condurre un risk assessment a livello di singolo paese. Tale servizio - disponibile online gratuitamente e semplice da usare - è denominato FSC Global Risk Assessment ed è inteso a facilitare le aziende che utilizzino legno certificato e Legno Controllato. All'interno del sito, vi è una mappa interattiva dove, per ogni categoria di rischio (si vedano le 5 categorie sopra riportate), è indicato sulla mappa il livello di criticità (da low risk, accettabile, a unspecified risk, che richiede maggiori e più approfondite verifiche sul campo). Cliccando poi su il singolo Paese in merito al quale si vogliono raccogliere informazioni, si apre una scheda dettagliata riportante, per ogni indicatore, il livello di rischio calcolato sulla base di una fonte informativa citata e una giustificazione della valutazione assegnatagli. Ritenendo tale progetto interessante per le aziende certificate, FSC ha deciso di assumere direttamente la gestione dello stesso.

Tale tematica è stata anche affrontata dalla commissione europea in quanto tagli illegali di alberi e la conseguente formazione di un mercato di prodotti irregolari causa danni ambientali, perdite di guadagni per i governi, promuove la corruzione ed in alcune nazioni finanzia i conflitti armati.

Per queste ragioni nel 2003 l'unione europea ha adottato un piano di azione denominato Forest Law Enforcement Governance and Trade (FLEGT), che ha lo scopo di eliminare prodotti provenienti da tagli illegali all'interno dell'unione europea (<http://ec.europa.eu>). Il regolamento di tale piano è entrato in vigore nel dicembre 2005 e prevede la firma di accordi bilaterali tra la Unione Europea e i singoli Paesi esportatori a seguito dei quali – a fronte di aiuti economici volti al rafforzamento delle amministrazioni preposte al controllo delle foreste nei paesi in via di sviluppo per controllare il taglio illegale – si introdurrà un sistema di licenze di esportazione quale misura volta ad assicurare che solo il legno ottenuto legalmente, in conformità della legislazione nazionale del paese produttore, possa essere esportato nella Unione Europea. La licenza FLEGT sarà un documento standard, legato a ciascun carico di legname o a singoli soggetti commerciali, verificabile e non falsificabile, riferito a un carico conforme alle prescrizioni, debitamente rilasciato e convalidato dall'autorità nazionale del paese partner. Il sistema delle licenze deve garantire la legalità e la tracciabilità del legno e dei prodotti derivati iscritti nelle Appendici del Regolamento (Testasecca 2008).

La certificazione FSC costituisce, dunque, un'opportunità che le aziende italiane hanno cominciato a cogliere e sfruttare solamente da pochi anni, mentre molti dei principali gruppi mondiali della Grande Distribuzione Organizzata (GDO) hanno da tempo individuato nella certificazione FSC uno strumento credibile ed affidabile per i prodotti in legno e derivati. L'esperienza italiana è legata soprattutto alle iniziative di Coop-Italia, che nel 2002 ha lanciato il primo prodotto a largo consumo certificato FSC in Italia (fazzolettini in carta), per poi allargare la propria offerta di prodotti certificati, e di Castorama-Italia, che dal 2004 ha deciso di puntare su un numero crescente di prodotti FSC per l'arredo esterno. Da anni, inoltre, Ikea adotta una scala di selezione dei propri fornitori, che prevede la fornitura di prodotti a base di legno rispondenti a precisi requisiti di sostenibilità, e che, in un'ottica di miglioramento continuo, si basa sul rispetto di standard di buona gestione forestale riconosciuti come validi e credibili dall'azienda. Attualmente lo standard FSC è l'unico ad essere considerato come tale. Nel corso negli ultimi anni la GDO ha via via allargato l'offerta dei prodotti certificati presenti nei propri punti vendita, dandone anche un'adeguata pubblicità attraverso volantini consegnati casa per casa come nel caso concreto dell'azienda Obi. Un ruolo importante in tal senso è giocato dalle campagne di comunicazione, tra le quali spiccano quelle condotte da alcuni dei principali gruppi ambientalisti (Greenpeace e WWF su tutti), che, considerando FSC come il più credibile ed efficace schema di certificazione forestale al mondo, lo promuovono presso i propri soci e simpatizzanti e, attraverso le proprie campagne, al pubblico in genere.

Ma una grande opportunità che viene data alle aziende e ai gestori forestali con certificazione FSC è di partecipare, oltre ai mercati convenzionali, ad un mercato parallelo, funzionante attraverso quelli che sono i meccanismi del Green Public Procurement, GPP. GPP è l'approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto,

incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull'ambiente lungo l'intero ciclo di vita". Infatti le Pubbliche Amministrazioni – oltre ad essere spesso proprietari/gestori di risorse forestali e incidere sulla disponibilità di risorse tecniche/finanziarie disponibili per la gestione e il miglioramento del patrimonio boschivo – sempre più spesso adottano politiche di acquisti verdi (Green Public Procurement), selezionando i propri fornitori in base a criteri di responsabilità ambientale e sociale. Un numero crescente di amministrazioni comunali e provinciali italiane aderisce alla campagna "Città amiche delle foreste" promossa da Greenpeace, assumendosi l'impegno formale a preferire prodotti in legno e carta certificati FSC. Non va dimenticato che si tratta di uno strumento volontario e scelto dall'Amministrazione Pubblica per favorire lo svilupparsi di un mercato di prodotti e servizi a ridotto impatto ambientale attraverso la formazione di appalti "verdi" in modo che, aumentando la domanda si aumenti per conseguenza l'offerta da parte delle aziende e quindi si incrementi il tasso di certificazione FSC (sia GF che COC) delle imprese a favore dell'ambiente. Negli ultimi anni, l'interesse di prodotti e servizi certificati FSC, hanno interessato nuovi settori come ad esempio quello dell'editoria e degli stampatori i quali non vogliono sottrarsi al proprio impegno ambientale e sociale per lo sviluppo sostenibile. Ne da una conferma la fiera "Imprinting" del 2008 che ha inserito nel proprio programma di lavoro un topic "Green Thinking & Green Printing" dove FSC ha un ruolo fondamentale.

L'opinione pubblica è attualmente sensibile ed ha raggiunto una maturità tale da recepire questi messaggi e queste dichiarazioni, lo confermano ad esempio le maggiori testate giornalistiche che diffondendo i dati al consumo dei prodotti alimentari hanno evidenziato un maggiore incremento delle vendite dei prodotti derivanti da "agricoltura biologica" a discapito dell'agricoltura convenzionale, questo deve essere recepito dagli addetti al lavoro sulla certificazione forestale FSC come un messaggio chiaro dell'interesse comune che hanno i consumatori nel ricercare prodotti e servizi certificati. Più foreste ed aziende certificate significano maggiore offerta di legno e carta FSC disponibili sul mercato e, quindi, maggiori consumi responsabili da parte di tutti.

## SUMMARY

### FSC CERTIFICATION: STATE OF THE ART AND NEW TOOLS

The Forest Stewardship Council is an international organisation that promotes a correct forest management through the implementation of 10 Principles and 57 Criteria (P&C). P&C are defined at an international level and through national working groups indicators are defined on the basis of social, economic and environmental context of the country. It is a certification of forest management and custody chain for the production of certified final products which can be pure or mixed when a part of products are not certified. For the latest category, standards

have been stated in order to assess the risk on the basis of the origin of the non certified products and an online service has been developed to make easier such declarations by companies, named FSC Global Risk Assessment. The FSC certification is supported by main worldwide groups of Organized Mass Retail, who have gradually increased the certified products offer in the proper outlets, but also by main environmentalist groups (Greenpeace and WWF for all). The FSC certification give to certified companies the opportunity to differentiate the proper products, obtaining a competitive benefit and giving the advantage to be able to participate to contracts through Green Public Procurement, GPP mechanisms.

## RÉSUMÉ

### LA CERTIFICATION FSC: ÉTAT DE L'ART ET DE NOUVEAUX INSTRUMENTS

Le Forest Stewardship Council est une organisation internationale qui promeut une gestion forestière correcte à travers l'application de 10 Principes e 57 Critères (P&C). Les P&C sont définis au niveau international et à travers des groupes de travail nationaux viennent définis des indicateurs sur la base du contexte social, économique et environnemental du pays. C'est une certification de gestion forestière et de chaîne de surveillance pour la production de produits finaux certifiés qui peuvent être purs ou mixtes quand une part de produits n'est pas certifiée. Pour cette dernière catégorie, des standards ont été formulés afin d'évaluer le risque sur la base de la provenance des produits non certifiés et un service en ligne a été développé pour faciliter telle déclaration de la part des compagnies, dénommé FSC Global Risk Assessment. La certification

FSC est supportée par les principaux groupes mondiaux de la Grande Distribution Organisée (GDO), lesquels ont peu à peu élargi l'offre de produits certifiés au sein des propres points de vente, mais aussi par les principaux groupes écologistes (Greenpeace et WWF pour tous). La certification FSC donne aux entreprises certifiées la possibilité de différencier les propres produits, acquérant un avantage compétitif et en leur donnant l'avantage de participer à des contrats fonctionnant à travers les mécanismes du Green Public Procurement, GPP.

## BIBLIOGRAFIA

- Gruppo FSC-ITALIA, 2002, *Gli standard FSC di buona gestione forestale per l'arco alpino italiano*.
- Gruppo FSC-ITALIA, 2004, *Standard di buona gestione forestale per i boschi appenninici e mediterranei (SAM)*.
- Gruppo FSC-ITALIA, 2006, *Standard FSC per le imprese di gestione forestale che forniscono legno controllato non certificato FSC*.
- Gruppo FSC-ITALIA, 2006, *Standard FSC per le aziende che acquistano, trasformano e vendono materiali e prodotti certificati FSC*.
- Masiero M., Zorzi G.M., 2006, *Qualità e certificazione nella filiera del legno*, La Catena di Custodia, guida realizzata nell'ambito del progetto "Dal bosco al mobile".
- Pettenella D., Secco L., 2000, *Indicatori di gestione forestale sostenibile e iniziative di certificazione nel sistema foresta-legno*, Genio rurale, 63: 37-48.
- Tedeschi V., Lumicisi A., 2006, *L'attuazione del Protocollo di Kyoto nel settore forestale: il punto sulla situazione attuale e prospettive future*, Foresta, 3, 3-5
- Testasecca L., 2008, *Fermiamo il legno illegale*, Il Forestale, 41.

## MECCANIZZAZIONE A SCALA TERRITORIALE IN TERRITORIO MONTANO. INTEGRAZIONE DI FATTORI TECNICI ED ECONOMICI CON TECNICHE GIS

(\*) Dipartimento di scienze e Tecnologie Agroambientali, Università di Bologna

(\*\*) Dipartimento di Colture Arboree, Università di Bologna

(\*\*\*) CNR, Istituto per la valorizzazione del legno e delle specie arboree, Firenze

La realizzazione delle cure colturali (diradamenti, avviamenti all'alto fusto) nei boschi montani appenninici è spesso impedita da considerazioni economiche. Il costo degli interventi potrebbe essere ridotto grazie all'introduzione di tecniche avanzate di meccanizzazione forestale, la cui applicabilità nella montagna italiana rimane da verificare e circoscrivere, a causa della grande variabilità delle condizioni locali.

Nel presente studio, i risultati di due cantieri sperimentali di meccanizzazione forestale sono stati estrapolati a tutte le particelle del Piano di Gestione del Comune di Granaglione (BO) attraverso un Sistema Informativo Territoriale (GIS). Tali cantieri hanno permesso di quantificare i costi del diradamento di soprassuoli di conifere con l'impiego di harvester e forwarder e dell'avviamento all'alto fusto di cedui di faggio con l'impiego di gru a cavo bifune, in funzione delle caratteristiche della particella, del soprassuolo e dell'intervento colturale. L'analisi automatica degli strati informativi disponibili per l'intero territorio (modello digitale del terreno, viabilità, tipologia forestale, caratteristiche del soprassuolo) ha permesso di individuare le aree di applicabilità delle diverse metodologie, in funzione della pendenza e della conformazione dei versanti, e il costo atteso degli interventi.

In particolare, l'analisi ha evidenziato la complementarità delle diverse forme di meccanizzazione e la grande variabilità dei costi attesi, oltre all'importanza di disporre di informazioni dettagliate e puntiformi sulle caratteristiche del soprassuolo.

La metodologia messa a punto si presta ad una più ampia applicazione a gran parte dei boschi appenninici, al fine di fornire al pianificatore forestale una informazione di base sulla economicità e realizzabilità degli interventi selvicolturali ipotizzabili.

*Parole chiave:* meccanizzazione, biomassa, GIS, territoriale.

*Key words:* mechanization, biomass, GIS, landscape.

### 1. INTRODUZIONE

Il progetto è nato dalla collaborazione tra DiSTA (Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali), DCA (Dipartimento di Colture Arboree) della Facoltà di Agraria di Bologna e il CNR-IVALSA (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la valorizzazione del legno e delle specie arboree) di Firenze.

Uno dei principali ostacoli all'utilizzazione sostenibile dei boschi appenninici è costituito dai costi eccessivi degli interventi forestali, soprattutto per quanto riguarda i diradamenti e l'avviamento all'alto fusto. L'applicabilità a scala territoriale di tecniche di meccanizzazione spinta deve essere attentamente valutata considerando le caratteristiche del terreno, le coperture forestali esistenti, senza trascurare le distanze dalla viabilità forestale e comunale. Studi di dettaglio sono stati già svolti in questi territori (Spinelli *et al.*, IVALSA) ma non sono mai stati estrapolati a scala territoriale.

Lo scopo del lavoro consiste, quindi, nell'estrapolare a scala territoriale gli studi di dettaglio eseguiti in due cantieri sperimentali, in modo tale da determinare la convenienza economica e la sostenibilità della meccanizzazione forestale spinta in ambienti montani; in particolare l'area di studio ricopre tutte le particelle del Piano di Gestione del Comune di Granaglione (BO).

Tali dati verranno analizzati mediante tecniche GIS ed applicati all'interno di un modello economico realizzato dal CNR-IVALSA.

### 2. MATERIALI E METODI

Il primo cantiere ha interessato un'area a copertura di conifere (principalmente *Picea abies*, *Abies alba*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus nigra*); in questo caso per il diradamento è stata utilizzata la tecnologia harvester-forwarder. Nel secondo cantiere, invece, è stata diradata una faggeta (*Fagus sylvatica*) mediante l'utilizzo di gru a cavo bifune. In entrambe i cantieri si è proceduto alla depezzatura ed alla cippatura del materiale in modo tale da poterne valutare la convenienza economica e l'effettiva applicabilità in ambienti svantaggiati.

Per l'analisi GIS sono stati utilizzati principalmente due software: ArcView GIS 3.2 (ideale per l'analisi di strati vettoriali) e Idrisi 32 (per gli strati raster), affiancati dal programma Microsoft Excel. Tutto il modello è basato su cinque layers fondamentali: morfologia del territorio, localizzazione e caratteristiche delle particelle forestali (conformazione, provvigione, diametro medio delle piante, ripartizione in assortimenti ritraibili, tipologia di intervento colturale), viabilità (forestale e comunale), imposti, localizzazione della centrale termica.

Partendo dalla morfologia, è stato creato un Digital Elevation Model (DEM) utilizzato per studiare la conformazione dei versanti e delle particelle, ed in particolare la pendenza media delle particelle. Infatti, la pendenza è uno degli ostacoli maggiori per la meccanizzazione delle aree montane, a causa dell'accessibilità per i mezzi ruotati, da



un lato, e della necessità di sbalzi sufficienti dall'altro. In questo studio è stato utilizzato come valore di separazione tra le due metodologie una pendenza del 45 %. Sotto copertura di conifere una pendenza media inferiore al 45 %, permette l'utilizzazione della metodologia harvester-forwarder; valori superiori consentono solo l'utilizzazione delle gru a cavo. Nel caso di coperture di latifoglie, a causa della maggiore densità del soprassuolo, si è considerata utilizzabile unicamente la seconda tecnica.

Mediante l'incrocio degli strati di viabilità, soprassuolo, distanze dagli imposti e dalla centrale termica (destinazione finale di parte della biomassa esboscata), passando tramite il calcolo dei centri di massa di ogni particella, è stato elaborato un modello per il calcolo delle distanze di esbosco e fornitura del materiale alla centrale.

Tali dati, insieme ai valori di mercato dei singoli prodotti (legname depezzato, cippato) ed all'intensità degli interventi forestali, sono stati implementati nel modello matematico creato dal CNR-IVALSA.

Con tale procedura si è riusciti a calcolare il profitto che è possibile ottenere per ogni particella.

### 3. RISULTATI E CONCLUSIONI

Per ogni particella è stato quindi calcolato il profitto ottenibile; inoltre tali risultati sono stati spazializzati e resi di immediata comprensione grazie alla creazione di una carta tematica.

Lo studio ha inoltre evidenziato la grande variabilità di condizioni presenti sul nostro Appennino a scala micro-stazionale, a causa della variabilità nelle pendenze (che

precludono l'uso di alcune tecniche per ragioni tecniche oltre che ecologiche) ma anche dell'importanza nel determinare il costo di macchiatico (i) delle dimensioni delle piante da prelevare, ma soprattutto (ii) della distanza che i mezzi devono percorrere per l'esbosco del materiale (fino alla più vicina strada a fondo migliorato) e per la fornitura della biomassa alla centrale.

Lo studio ha dimostrato che la meccanizzazione forestale in ambienti montani non è economicamente conveniente nel caso in cui la distanza tra la particella e la centrale termica sia elevata, ma anche se devono essere prelevate piante giovani, e quindi con costi unitari elevati. La concreta applicabilità delle tecniche di meccanizzazione forestale spinta non può essere quindi generalizzata, ma andrà valutata caso per caso, se possibile con strumenti automatizzati come quello qui proposto.

Lo studio ha evidenziato inoltre l'importanza di aumentare la convenienza della meccanizzazione, mediante la realizzazione simultanea delle operazioni in particelle simili e adiacenti in cui debba essere eseguita la stessa tipologia di intervento, quando questo risulti possibile sulla base di considerazioni culturali.

Occorre infine sottolineare come l'applicazione a scala territoriale di un modello tecnico-economico come quello proposto non possa sostituirsi ad una attenta pianificazione forestale, ma costituisca solo una utile base conoscitiva di cui il pianificatore forestale si potrà giovare nella redazione del piano di gestione, integrando considerazioni di natura non solo tecnica ed economica, ma anche ecologica, estetica e sociale.



Foto 1. Harvester al lavoro in uno dei cantieri pilota. In questo caso sotto copertura di conifere.  
Photo 1. A harvester at work on one of the experimental plots, in a coniferous stand.  
Photo 1. Harvester au travail en un des chantiers pilotes. Dans ce cas sous bois de conifères.

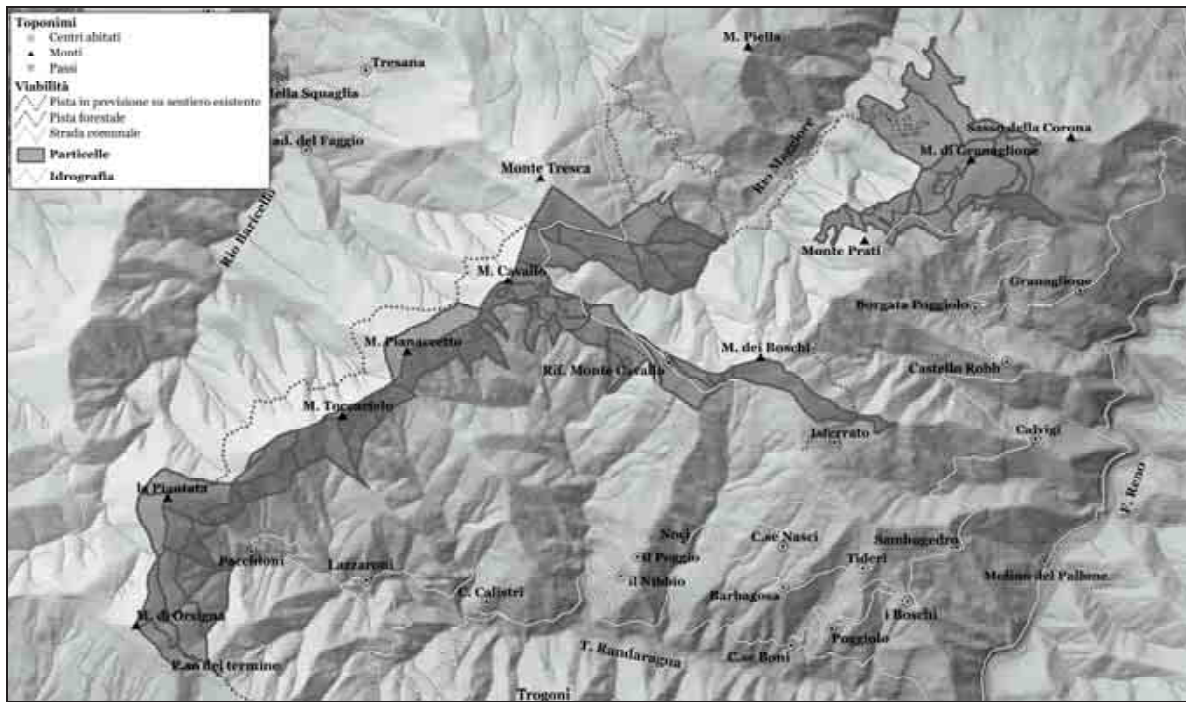


Figura 1. Inquadramento territoriale. L'area appartiene al Comune di Granaglione e copre una superficie di circa 340 ha. Conta 62 particelle forestali, di cui 29 (pari a 102 ha) con copertura a conifere e 33 (pari a 238 ha) a latifoglie.

Figure 1. Regional setting of the study. The forest area covers about 340 ha and belongs to Comune di Granaglione. Out of 62 forest plots, conifers predominate in 29 (for a total of 102 ha) and broadleaves in the remaining 33 (for 238 ha).

Figure 1. Emplacement de la zone d'étude. La zone appartient à la Communauté de Granaglione et couvre une surface à peu près de 340 hectare. Il compte 62 parcelles de forêt de qui 29 avec couverture en bois de conifères (102 ha) et 33 (238 ha) en bois de feuillus.

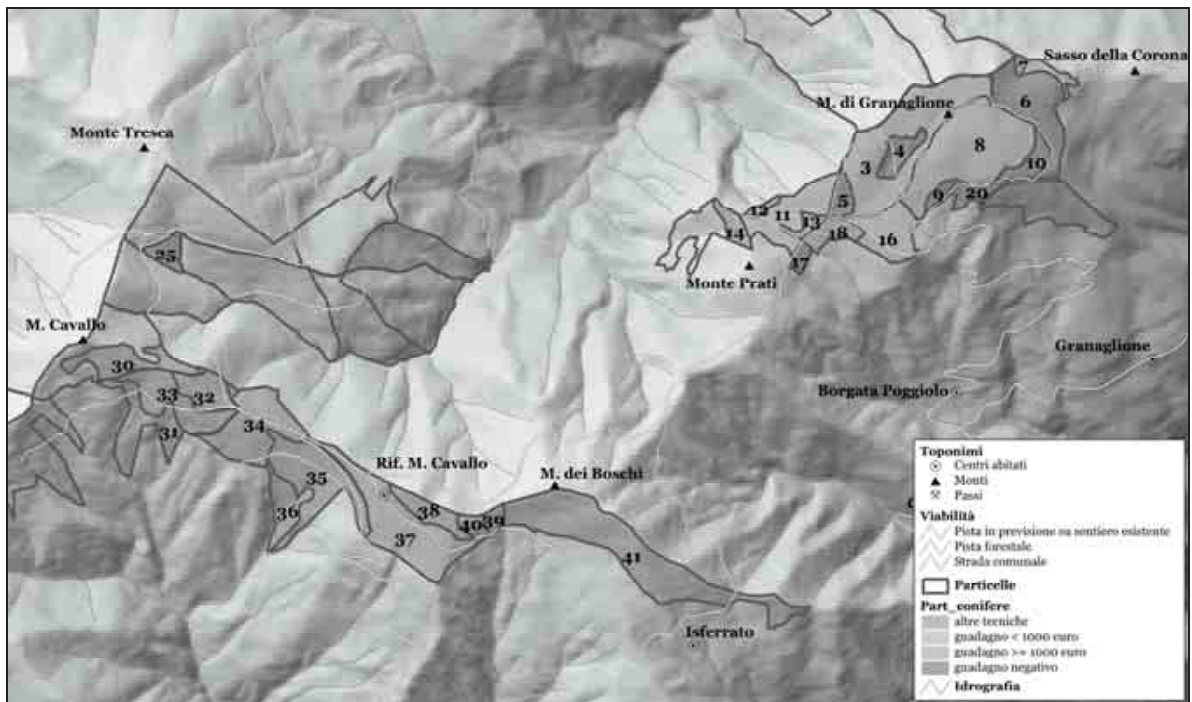


Figura 2. Particelle a conifere suddivise per tipologia di meccanizzazione. Questo strato è stato ottenuto dalla carta delle pendenze. Particelle con pendenza  $\leq 45\%$  possono essere lavorate con tecnologie harvester-forwarder; quelle con pendenze superiori possono essere utilizzate solo con tecnologie tipo teleferiche. Alcune particelle si trovano in una situazione intermedia, con il 50% della superficie con pendenza  $\leq 45\%$  e la restante parte con pendenze superiori. In questo caso non possono essere trattate con una sola tecnica di meccanizzazione, ma con l'associazione delle due tipologie.

Figure 2. Coniferous plot, divided by type of mechanized harvesting. The layer has been derived from the slope map. The harvester-forwarder method can only be applied in plots with a slope  $\leq 45\%$ . Plots with higher slopes can only be harvested by cable yarding. Plots in intermediate conditions can only be harvested through a combination of the two techniques.

Figure 2. Parcelles des conifères qu'il a partagé pour typologie de mécanisation. Ce niveau thématique a été dérivé de la cartographie des inclinations des dénivellements. Parcelles avec inclination  $\leq 45\%$  peuvent être travaillées avec harvester-forwarder. Quand les inclinations sont supérieures à  $45\%$  la technique du téléphérique il peut être utilisé seulement. Certaines parcelles sont trouvées dans une situation intermédiaire, avec les 50% de la surface avec inclination  $\leq 45\%$  et le droit réversible qu'il peut être utilisé avec les inclinations supérieures. Dans ce cas ils ne peuvent pas être soignés avec une technique seule de mécanisation, mais avec l'association des deux typologies.



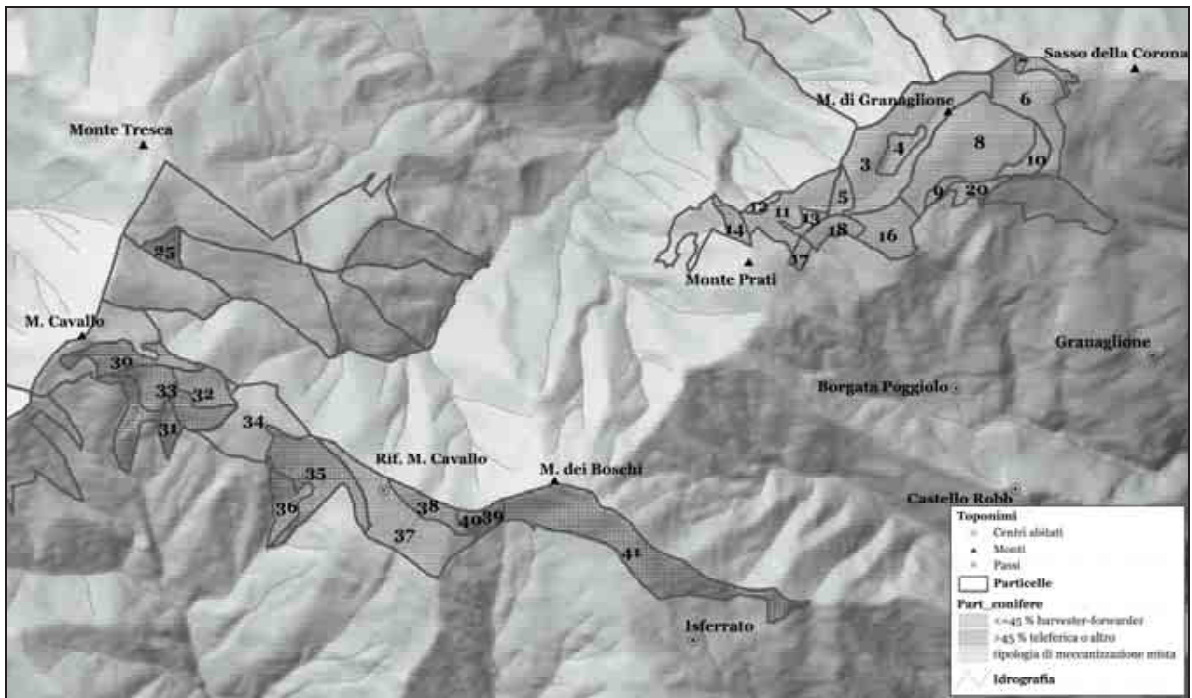


Figura 3. Modello per il calcolo delle distanze di esbosco. Il materiale segue un percorso in foresta, approssimato dalla distanza tra il centro di massa della particella fino alla pista forestale più vicina. Poi percorre tale pista fino all'imposto più vicino. Da qui verrà trasportato alla centrale percorrendo strade di montagna. Tramite il modello economico, ad ogni tipologia di viabilità viene assegnato un tempo di percorrenza e un costo di viaggio.

Figure 3. Proposed methodology for the computation of forwarding distances. The forwarding distance in the forest is approximated by the distance between the centre of mass of the plot and the nearest forest track. Logs follow the forest track to the nearest landing, for processing, then along a mountain road to its final destination. The model takes into account the duration of each leg, and the associated cost.

Figure 3. Modèle pour le calcul des distances d'éclaircissage. Le matériel suit un passage dans la forêt, rapprochez-vous de la distance parmi le centre de masse de la parcelle jusqu'au pas de forêt plus de voisin. Alors il traverse plus près de tel pas jusqu'aux imposé. D'ici il sera transporté aux routes de la traversée de l'usine de montagne. A travers le modèle économique, à chaque typologie de réseau routier il est affecté un fois de routage et un coût de voyage.

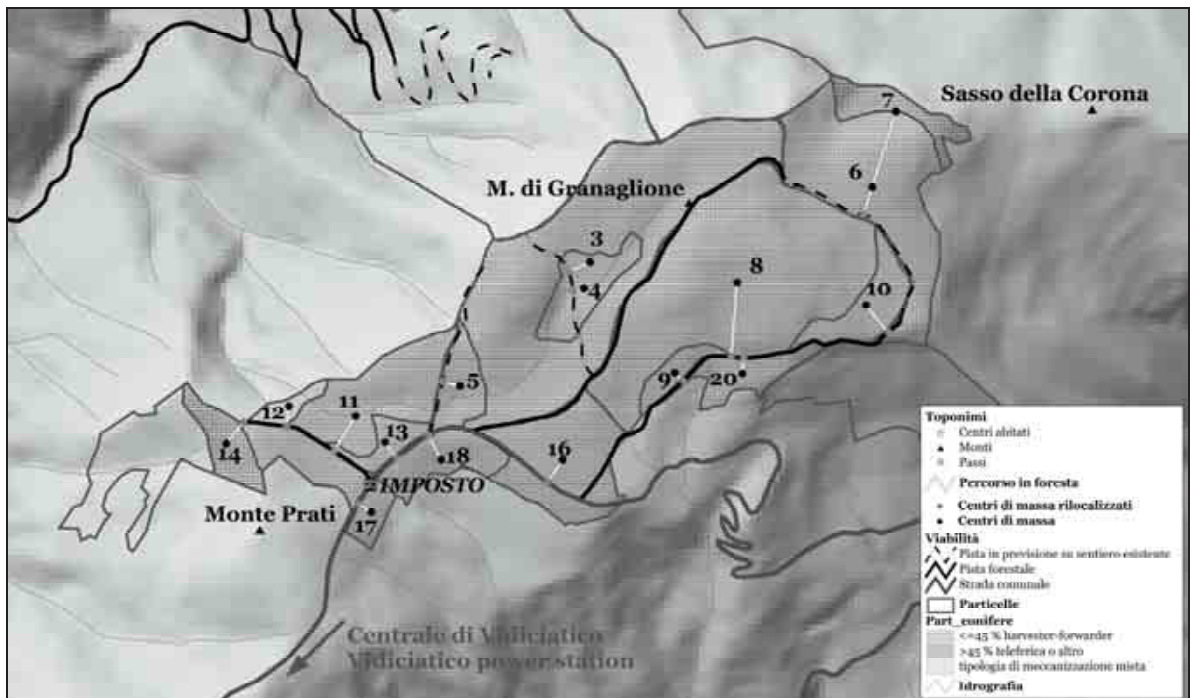


Figura 4. Spazializzazione dei risultati del modello economico. Le particelle sono divise per classi di guadagno. Quelle indicate come "altre tecnologie" sono quelle che a causa delle pendenze troppo elevate non potevano essere trattate con meccanizzazione a harvester-forwarder.

Figure 4. Up-scaling of results from the economic model. Forest plots are divided into profitability classes. Plots labelled as "altre tecnologie" (other techniques) do not lend themselves neither to cable yarding nor to the harvester-forwarder technique because of their slope.

Figure 4. Représentation spatiale des résultats du modèle économique. Les parcelles sont séparées pour classes de bénéfice. Cet adéquat comme de "autres technologies" ils sont ceux qui n'ont pas pu être soignés avec mécanisation à harvester-forwarder à cause des inclinations élevées aussi.

<b>1. Lotto</b>						
Superficie	11.05	ha				
Prelievo	321	piante/ha				
D 1.30	25.3	cm				
a cui corrispondono:						
tondame	1007.2	m <sup>2</sup>				
biomassa	291.8	t s.s.				
valori ad ettaro						
tondame	91	m <sup>2</sup>				
biomassa	26	t s.s.				
<b>2. Prezzi legname</b>						
tondame	50	Euro/m <sup>2</sup> all'imposto				
biomassa	100	Euro/t s.s. in centrale				
biomassa	4.5	Euro/q t.q. in centrale				
<b>3. Distanze</b>						
Distanza centrale (trasporto cippato)						
Strada forestale		0 km				
Strada montagna		19.05 km				
Strada statale		0 km				
Dal cantiere precedente						
Autotreno	(0=no, 1=si)	0				
Esbosco						
In foresta	129	m				
Su pista	810	m				

TONDAME		BIOMASSA	
<b>Abb. Allestimento</b>			
Trasf. Euro	316		
ore	172		
Euro	19287		
<b>Esbosco</b>		<b>Esbosco</b>	
Trasf. Euro	316	Trasf. Euro	0
ore	156	ore	151
Euro	14401	Euro	14276
		<b>Cippatura</b>	
		Trasf. Euro	160
		ore	44
		Euro	6959
		<b>Trasporto</b>	
		ore	115
		Euro	6728
<b>Bilancio tondame</b>		<b>Bilancio cippato</b>	
Spese	34320	Spese	28123
Ricavi	50362	Ricavi	29184
Guadagno	16042	Guadagno	1061
ad ettaro	1452	ad ettaro	96
Euro/m <sup>2</sup>	16	Euro/q t.q.	0.16
<b>Risultato finale</b>		<b>1548 Euro/ha</b>	

Figura 5. Modello economico. Modello sviluppato con il programma Microsoft Excel. La prima tabella contiene i dati di input derivati dai cantieri e dalle elaborazioni GIS. La seconda tabella contiene i risultati della convenienza economica, suddivisi in tondame e biomassa (cippato).  
 Figure 5. Results of the economic model for one forest plot. Input data as resulting from experimental plots and GIS analyses are presented in the first table. The corresponding economic results (for roundwood and biomass, respectively) are presented in the second table.  
 Figure 5. Modèle économique. Le modèle a développé avec le programme Microsoft Excel. Le premier diagramme contient les données d'entrée dérivées des chantiers pilotes et des élaborations SIG. Le deuxième diagramme contient les résultats de la commodité économique, j'ai partagé dans le rondin et biomasse (bois raméal fragmenté).

## SUMMARY

### LANDSCAPE APPLICABILITY OF MECHANIZATION IN MOUNTAIN FORESTS. INTEGRATION OF TECHNICAL AND ECONOMICAL FACTORS BY GIS ANALYSIS

One of the main obstacles for the sustainable utilization of mountain forests is the cost of harvesting and wood extraction. It may be reduced by the utilization of advanced technology of mechanization. Its applicability have to be verified because of the great variability of landscape conditions.

In this study, the detailed results of two harvesting studies have been extrapolated to the whole Management Plan of the municipality of Granaglione (BO) by GIS (Geographic Information System) techniques. The harvesting trial quantified the cost of (i) thinnings in coniferous stands by harvester-forwarder methodology and (ii) conversion to high forests through the application of a cable crane. The choice between these methodology depends on characteristics of plots, stands and the harvesting technique. The GIS analysis through the integration of Digital Elevation Model (DEM), viability, crops characteristics, made it possible to select for every plot the best methodology depending on the plot slope, the morphology and the hypothetical cost of harvesting.

The study emphasized the complementarity of different methodologies and the great variability of costs, as well as the need for detailed information on stand characteristics. The methodology could be applied to most forests on the Apennine, in order to give the forest manager a preliminary information on economical convenience.

## RÉSUMÉ

### MÉCANISATION À L'ÉCHELLE TERRITORIAL EN MILIEU DE MONTAGNE INTEGRATION DE FACTEURS TECHNIQUES ET ECONOMIQUES AVEC L'ANALYSE SIG

La réalisation du traitement cultural (éclaircissage, reconversion à haute futaie) dans le bois de Apennines, est souvent empêchées par les situations économiques. Le coût des interventions pourrait être réduit grâce à l'introduction de techniques avancées de mécanisation de forêt, cependant la possibilité d'application dans la montagne italienne reste vérifière et circonscire, à cause de la grande variabilité des conditions locales.

Dans l'étude présente, les résultats de deux champ expérimentals par la mecanisation de forêt ont été extrapolés à toutes les parcelles du plan de gestion de la communauté de Granaglione (BO) par un Système d'Information Géographique (SIG).



Le tels champs ont permis à quantifier les coûts du éclaircissage de la végétation de conifères avec l'emploi de "harvester" et "forwarder" et de la reconversion à arbres de haut fût de hêtraie taillis avec l'emploi de grue cabler bifune en fonction des caractéristiques de la parcelle, du végétation de bois et du traitement cultural.

L'analyse automatique des couches informatives disponibles pour le territoire entier (modèle numérique de terrain, viabilité, typologie de forêt, caractéristiques du végétation) il à permis de localiser les zones de possibilité d'application des méthodologies différents, en fonction de l'inclination et de la conformation des dénivellements, et le coût prévu des interventions.

En particulier, l'analyse a souligné non seulement le complémentarité des différents typologies de mécanisation et la grande variabilité des coûts attendus, mais l'importance pour avoir informations détaillées et ponctuelles sur les caractéristiques du végétation du bois.

Cette méthodologie est prêtée pour être appliqué à grande partie des bois de l'Appennino, avec la fonction fournir de l'information au planificateur de forêt sur le coût des interventions sylviculturales et sur leur possibilité de réalisation.

#### BIBLIOGRAFIA

- AA. VV., 2007 – *Linee guida per lo sviluppo di un modello di utilizzo del cippato forestale a fini energetici*. Edizioni Filò srl.
- Baldini S., Spinelli R., 1989 – *Utilizzazione di un bosco ceduo matricinato con esbosco effettuato da animali*. Monti e Boschi n. 2: pp. 39-43.
- Cantiani P., Spinelli R., 1996 – *Conversion to high forest of Turkey oak coppice: technical and economical assesment of the first conversion stage*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, vol. 27: pp. 191-200. Arezzo.
- Spinelli R., Hartsough B., 2001 – *Indagine sulla cippatura in Italia*. CNR-Irl Contributi Scientifico-Pratici n. XLI, Firenze, 112 p.
- Spinelli R., Kofman P., 1995 – *Cantieri agricoli e forestali, informatizzazione dei rilievi*. Macchine e Motori Agricoli, n. 11: pp. 33-35.
- Spinelli R., Magagnotti N., 2007 – *Biomassa dai boschi di neoformazione. Casi di studio in Friuli Venezia Giulia*. Sherwood n. 135: pp. 31-35.
- Spinelli R., Magagnotti N., 2007 – *Studio sulla raccolta della biomassa forestale dai boschi dell'antico Frignano e Appennino Reggiano. Relazione finale*. GAL antico Frignano e Appennino Reggiano, Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- Spinelli R., Magagnotti N., 2008 – *Meccanizzazione spinta nel diradamento delle fustaie transitorie di faggio*. Alberi e Territorio n. 5: pp. 19-25.
- Spinelli R., Nati C., Magagnotti N., 2004 – *Raccolta di legno cippato dalle giovani peccete artificiali del Feltrino*. Associazione Montegrappa, Comune di Seren del Grappa, Comunità Montana Feltrina, CNR, Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree.
- Spinelli R., Spinelli Riccardo, Fabbri Piergiorgio, 1999 – *Il costo della rinaturalizzazione: un esempio Casentinese*. L'Italia Forestale e Montana, n. 1: pp. 18-32.
- Spinelli R., Stampfer K., 2002 – *Un harvester per i primi diradamenti dei boschi in pendenza*. Sherwood n. 75: pp. 39-46.
- Spinelli R., Verani S., 2000 – *La raccolta del legno per uso energetico industriale*. Sherwood n. 59: pp. 43-48.
- Stuart W., Porter C., Walbridge T., Oderwald R., 1981 – *The economics of modifying harvesting systems to recover energy wood*. Forest Products Journal n. 8: pp. 37-42.
- Verani S., 1995 – *Produttività e costi nell'utilizzazione di boschi cedui e piantagioni di conifere*. Monti e Boschi (46) n. 6: 18-22.
- Watson W., Stokes B., Savelle I., 1986 – *Comparisons of two methods of harvesting biomass for energy*. Forest Products Journal n. 4: pp. 63-68.
- Zanoni M., 2007 – *Valutazione economica dei costi dell'esbosco di legna da ardere con gru a cavo in Provincia di Trento*. Tesi di Laurea. Università degli Studi di Padova. Facoltà di Agraria. Dipartimeto Territorio e Sistemi Agro-Forestali. Anno Accademico 2006-2007. 111 pp.

## VALORIZZAZIONE DEI CEDUI DI CASTAGNO MEDIANTE LA QUANTIFICAZIONE DEGLI ASSORTIMENTI RITRAIBILI

(\*) Dipartimento di agronomia, selvicoltura e gestione del territorio, Università di Torino

Scopo del presente lavoro è la valutazione della produttività dei cedui di castagno piemontesi non solo sotto l'aspetto quantitativo ma anche qualitativo, per mezzo di una classificazione degli assortimenti ritraibili.

Una prima fase del lavoro è stata dedicata a raccogliere le indicazioni normative relative alla classificazione degli assortimenti di castagno e ad armonizzarle con quelle legate agli usi e consuetudini degli operatori del settore, definendo i parametri tecnico-qualitativi alla base della qualificazione degli assortimenti.

Nella seconda fase sono stati individuati i popolamenti oggetto di studio distribuiti sull'Arco Alpino piemontese nelle province di Torino, Biella, Vercelli, Novara e Cuneo, per un totale di 30 aree raggruppate in 5 zone geografiche.

Si è proceduto quindi a rilievi di tipo tradizionale e alla successiva applicazione di un metodo sperimentale di stima delle caratteristiche morfologiche dei fusti di piante in piedi, mediante rilievo relascopico. Sulla base delle caratteristiche quali-quantitative rilevate, ogni pianta analizzata è stata virtualmente suddivisa in topi, ai quali è stata assegnata una possibile destinazione d'uso.

I risultati ottenuti hanno evidenziato una certa disomogeneità relativa alla distribuzione dei fusti nelle diverse classi assortimentali tra le varie zone indagate. Tale variabilità va correlata probabilmente all'esteso territorio analizzato e alle conseguenti diverse condizioni ecologiche ed edafiche in cui tali popolamenti sono cresciuti. Inoltre la disomogeneità riscontrata sottolinea l'importanza di proseguire nell'affinamento di un metodo efficace, oggettivo e speditivo per caratterizzare le produttività non più solo in funzione della massa legnosa, ma anche e soprattutto in base agli assortimenti ritraibili.

*Parole chiave:* castagno (*Castanea sativa* Miller), bosco ceduo, Piemonte, assortimenti legnosi.

*Key words:* chestnut (*Castanea sativa* Miller), coppice stand, Piedmont, timber assortments.

*Mots clés:* châtaignier (*Castanea sativa* Miller), forêt taillis, Piémont, assortiment de bois.

### 1. INTRODUZIONE E SCOPI DEL LAVORO

La gran parte dei territori alpini ha conosciuto negli ultimi decenni il problema del progressivo abbandono delle pratiche di gestione dei popolamenti forestali, soprattutto per quanto concerne i boschi cedui (Ciancio *et al.*, 2004). Per contro, da alcuni anni, si registra un rinnovato interesse, soprattutto da parte delle amministrazioni pubbliche, per il ritorno ad una gestione attiva del territorio, sotto la spinta anche di incentivi resi disponibili dalla Comunità Europea finalizzati all'accrescimento della competitività del settore forestale.

In questo contesto il legno di castagno, per le sue caratteristiche estetiche, meccaniche e di durabilità naturale, può rappresentare una risorsa per il rilancio di una filiera forestale legata ai diversi assortimenti che questa specie può offrire.

Tra i principali fattori che hanno contribuito a rinnovare l'interesse per questo legname si possono annoverare le seguenti motivazioni:

- una rinnovata sensibilità verso il recupero delle pratiche agricole tradizionali, e l'adozione di disciplinari che hanno favorito un progressivo ritorno all'utilizzo di paleria in legno di castagno;
- la produzione di *chips* con legname triturato ad uso energetico, che ha ridotto notevolmente i problemi di combustione legati alla presenza del tannino (al quale si devono peraltro le notevoli caratteristiche di durabilità naturale);

- l'affermazione delle tecniche di ingegneria naturalistica, che implicano l'impiego del legname come elemento strutturale, per opere di sistemazione idraulica o di consolidamento e per le quali necessita materiale con elevata durabilità naturale, in grado di garantire per un tempo ragionevole la propria funzione meccanica.

Tutto ciò va ad aggiungersi ai tradizionali impieghi del castagno come travature e falegnameria di pregio, per i quali però sono richieste caratteristiche di qualità degli assortimenti difficilmente raggiungibili da materiale proveniente da boschi cedui.

Il presente lavoro si pone quindi come obiettivo l'analisi quali-quantitativa degli assortimenti ritraibili da boschi cedui di castagno, al fine di valutare la quantità di materiale legnoso assegnabile alle diverse categorie assortimentali e la variabilità di questo dato tra le diverse stazioni oggetto di studio.

### 2. MATERIALI E METODI

Durante la prima fase del lavoro si è svolta un'approfondita ricerca bibliografica per raccogliere le indicazioni normative relative alla classificazione qualitativa degli assortimenti di castagno, dalla quale è emersa la sostanziale assenza di una normativa europea per la classificazione del legno di castagno. Unica eccezione: le regole commerciali svizzere per la classificazione del tondame da opera e la paleria di castagno, elaborate nell'ambito dal progetto elvetico VA.LE.CAS. (A.A.V.V., 2000).

Successivamente le indicazioni normative reperite sono state sottoposte all'attenzione di numerosi operatori del settore dislocati in diverse province piemontesi, al fine di armonizzarle agli usi e consuetudini del mercato locale. Si è così giunti a definire i criteri di qualità sulla cui base si è proceduto alla classificazione delle piante in piedi.

I principali parametri che condizionano la qualità dei fusti e la loro suddivisione in assortimenti (Tab. 1) sono la rettilineità del fusto, la lunghezza, il diametro medio, il diametro in punta, la presenza di evidenti difetti (rami vivi di grandi dimensioni, rami morti, fibratura deviata, cretti da gelo o da fuoco, cancro, ecc.).

Tali informazioni hanno consentito di definire le due principali categorie di assortimento adottate:

- legname da opera (travi e tavolame);
- paleria (da ingegneria naturalistica, da vigna, da filare, da serra, ecc.).

La seconda fase del lavoro ha previsto una serie di rilievi in 30 aree campionarie dislocate su un'ampia porzione dell'Arco Alpino piemontese. Le stazioni sono state raggruppate in cinque zone, distribuite nelle province di Torino, Biella, Vercelli, Novara e Cuneo. La superficie totale campionata si attesta attorno ai 18.200 m<sup>2</sup> così ripartiti:

- Provincia di Torino: 4.800 m<sup>2</sup> ripartiti in 10 aree di saggio;
- Provincia di Biella: 2.900 m<sup>2</sup> ripartiti in 6 aree di saggio;
- Provincia di Vercelli: 3.700 m<sup>2</sup> ripartiti in 7 aree di saggio;
- Provincia di Novara: 2.900 m<sup>2</sup> ripartiti in 6 aree di saggio;
- Provincia di Cuneo: 3.900 m<sup>2</sup> ripartiti in un'unica area di saggio.

Il protocollo adottato per i rilievi consiste in un metodo di stima indiretta, mediante rilievo relascopico dei principali parametri dendrometrici (diametro a metà altezza, diametro in punta e lunghezza del toppe) (Nosenzo, 2006) e delle caratteristiche morfologiche dei polloni in piedi (Nosenzo *et al.*, 2006).

Sulle piante in piedi, l'osservazione delle principali caratteristiche (rettilineità del fusto, diametro stimato a diverse altezze, presenza di rami vivi o morti e di difetti di varia natura presenti lungo il tronco), ha permesso di individuare virtualmente dei toppe ai quali è stata assegnata una possibile destinazione d'uso.

Contestualmente sono stati rilevati i principali parametri stazionali e dendrometrici del popolamento al fine di individuare eventuali correlazioni tra questi e la produzione legnosa ripartita per assortimenti. Per la determinazione delle provvigioni sono state utilizzate le tavole di cubatura a doppia entrata dell'Inventario Forestale Nazionale (Castellani *et al.*, 1984).

### 3. ANALISI E RISULTATI

I dati dendrometrici raccolti in campo sono stati elaborati per singola area campionaria, in quanto lo scopo dello studio non consisteva nella determinazione delle condizioni medie delle zone oggetto di studio, ma bensì l'ottenimento di dati che potessero rappresentare le diverse condizioni riscontrabili nella fascia submontana alpina in modo da poter analizzare ed individuare eventuali relazioni funzionali. Nella tabella 2 sono riportati i principali parametri dendrometrici misurati e ripartiti per ogni singola area.

Dall'analisi delle distribuzioni delle frequenze dei principali parametri dendrometrici è possibile fare alcune considerazioni sui popolamenti analizzati.

La distribuzione in classi di numero di piante ad ettaro si concentra attorno al valore 1000, il valore minimo riscontrato è di circa 600 piante ad ha, mentre il valore massimo supera le 2300 piante ad ha. (Fig. 1)

Considerando la non purezza di alcuni popolamenti e tenendo conto dello scopo del lavoro si è anche considerato il parametro riferito all'area basimetrica del castagno ad ha, in quanto più facilmente comparabile. In quest'ottica si può notare come il valore medio si attesti nelle classi di area basimetrica di 30 - 35 m<sup>2</sup> ad ettaro, mentre il valore minimo rilevato è di 14 m<sup>2</sup> ad ettaro e il massimo di 50 m<sup>2</sup> ad ettaro (Fig. 2).

I valori di diametro medio risultano avere una variabilità ristretta, in quanto si passa dai 13 centimetri di valore minimo ai 30 centimetri come valore massimo. La classe di gran lunga più rappresentata è quella dei 20 centimetri.

La distribuzione dell'altezza media invece è ampia e va da 13 metri a 20 metri; se nelle distribuzioni precedenti era possibile apprezzare un massimo di frequenza in prossimità della media, in questo caso è possibile affermare che la distribuzione non è ascrivibile ad una normale e questo fatto può trovare spiegazione nella grande variabilità di condizioni stazionali riscontrate nel presente studio.

I valori di provvigione di castagno ad ettaro sono maggiormente concentrati intorno ai 300 m<sup>3</sup> ad ha, con un minimo di 130 m<sup>3</sup> ad ha, fino a un massimo di oltre 500 m<sup>3</sup> ad ha, mentre la provvigione di assortimenti totali ad ettaro (Fig. 3 e Fig. 4), si distribuiscono in maniera quasi uniforme tra i 20 e i 100 m<sup>3</sup> di assortimenti ad ettaro.

### 4. CONCLUSIONI

I risultati ottenuti hanno evidenziato una certa disomogeneità, tra le varie stazioni, relativamente alla distribuzione dei toppe nelle diverse classi assortimentali.

Tale variabilità va messa probabilmente in relazione all'esteso territorio analizzato e pertanto alla diversità di condizioni stazionali nelle quali tali popolamenti sono cresciuti.

Dai dati emersi derivano alcune considerazioni. Avendo basato la classificazione degli assortimenti (e di conseguenza il protocollo di assortimentazione), su caratteristiche di qualità indicate direttamente da operatori del settore, si può affermare che, nella maggior parte dei popolamenti oggetto di studio, è presente un volume di assortimenti "di qualità" sufficiente a giustificare un'ipotesi di valorizzazione di questo legname.

Il conferimento ad un piazzale di raccolta che attinga da un bacino ampio (ad esempio una Comunità Montana) e la successiva classificazione, consentirebbero la commercializzazione dei diversi assortimenti sulla base di un capitolato di fornitura a garanzia dell'acquirente, che garantisca requisiti minimi di qualità del materiale in funzione del suo impiego. Tutto questo affiancato al più consolidato mercato del cippato ad uso energetico potrebbe aprire nuove prospettive sul recupero o la ricostruzione di una filiera del legname di castagno a carattere locale.

Un rinnovato interesse di mercato, potrebbe anche ragionevolmente condurre ad una ripresa delle cure colturali del bosco, alimentando un ciclo virtuoso che vedrebbe corrispondere a queste un aumento della qualità degli assortimenti legnosi e il consolidamento della filiera stessa.

L'introduzione del concetto di qualità e di norme tecniche, che regolamentino i rapporti tra domanda e offerta per questo tipo di assortimenti, può ragionevolmente rappresentare un elemento di marketing importante per dare impulso all'intera filiera.

La metodologia applicata mette in risalto l'importanza

di proporre un metodo efficace e speditivo per caratterizzare le produttività e il valore economico di un popolamento, non più solo in funzione della massa legnosa, ma anche e soprattutto in base agli assortimenti di qualità ri-traibili.

	<i>Travi</i>	<i>Tavole</i>	<i>Ingegneria naturalistica</i>	<i>Paleria da vigna</i>	<i>Paleria andante</i>
<i>Lunghezza [m]</i>	> 2	2,5-3	2 – 3 – 4	2,8	2,5 – 3
<i>D [cm]</i>	15 in punta	20 – 25 in punta	> 20 medio	15 – 20 medio	8 – 15 medio
<i>Nodi</i>	sì purché sani	1° scelta: non ammessi 2° scelta: 1 per m se sano	ammessi	ammessi	ammessi
<i>Cipollatura</i>	no	no	se contenuta entro ¼ di giro	se contenuta entro ¼ di giro	se contenuta entro ¼ di giro
<i>Deviazione della rettilineità</i>	no	ammessa fino a 5 cm per metro	ammessa fino a 10 cm per metro	no	ammessa fino a 10 cm per metro
<i>Scortecciatura</i>	sì	sì	sì	sì	non necessaria

Tabella1. Requisiti di qualità per assortimento.

Table 1. Requirements for quality timber assortments.

Tableau 1. Exigences concernant la qualité assortiment de bois.

<i>ID</i>	<i>N° piante/ha</i>	<i>D medio [cm]</i>	<i>H media [m]</i>	<i>G/ha [m<sup>2</sup>]</i>	<i>G castagno/ha [m<sup>2</sup>]</i>	<i>V castagno/ha [m<sup>3</sup>]</i>	<i>V assortimento/ha [m<sup>3</sup>]</i>
1	1121	19	13,8	33,42	28,07	227	46
2	989	24	14,6	43,99	36,10	327	85
3	982	24	14,6	43,17	41,96	392	91
4	763	24	14,7	35,04	34,72	328	63
5	1044	20	14,0	33,61	28,67	225	49
6	1010	19	13,7	27,92	25,45	199	37
7	1244	18	13,6	32,13	24,45	192	64
8	1056	22	14,4	41,47	32,62	297	69
9	1153	21	14,1	38,41	28,54	244	60
10	1019	26	15,0	54,51	48,55	465	92
11	577	30	19,2	39,66	39,66	468	80
12	2253	14	15,0	33,92	33,92	269	47
13	1143	22	17,5	42,63	42,63	434	81
14	1381	22	17,5	51,10	50,45	499	91
15	1660	18	16,4	41,05	37,94	338	42
16	719	26	18,4	37,94	37,94	416	92
17	1176	20	18,0	38,59	29,19	285	43
18	1521	19	17,4	44,69	44,30	427	76

(segue)



(segue Tabella 2)

19	1889	14	14,3	31,04	17,50	127	25
20	1384	20	18,0	45,57	13,90	133	26
21	1130	23	19,5	48,86	46,48	513	94
22	782	24	19,6	34,52	24,76	272	54
23	1207	22	19,0	47,15	42,96	469	62
24	2260	14	13,3	33,24	31,09	221	19
25	2010	15	13,7	33,97	33,97	257	33
26	1257	19	15,1	34,81	34,81	298	51
27	1423	20	15,6	46,78	42,16	374	53
28	709	21	15,8	25,06	24,75	243	59
39	1697	15	13,9	31,01	22,61	164	22
30	774	24	14,7	35,64	27,88	306	36

Tabella 2. Parametri dendrometrici delle aree indagate.

Table 2. Forest parameters of the areas investigated.

Tableau 2 Paramètres dendrometric des domaines étudiés.

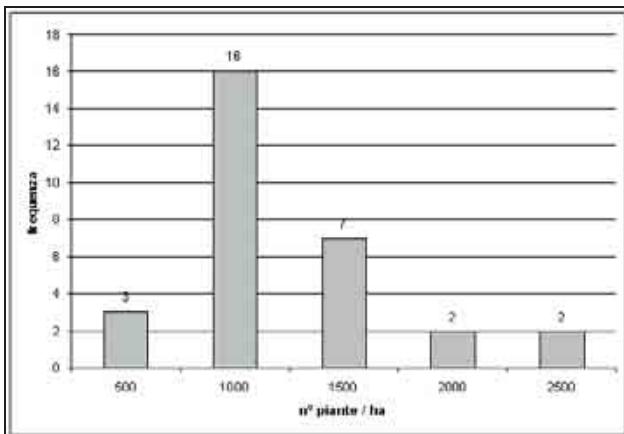


Figura 1. Distribuzione in classi del numero di piante ad ettaro.

Figure 1. Distribution in classes in the number of plants per hectare.

Figure 1. Répartition en classes dans le nombre de plants par hectare.

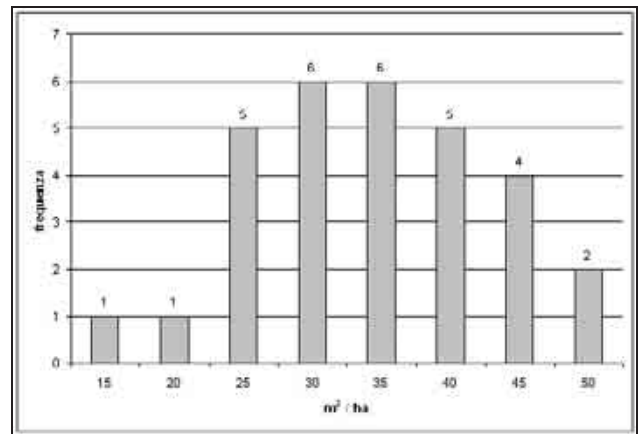


Figura 2. Distribuzione in classi di area basimetrica ad ettaro del castagno.

Figure 2. Distribution of the chestnut basal area per hectare.

Figure 2. Distribution de la surface terrière par hectare de châtaigniers.

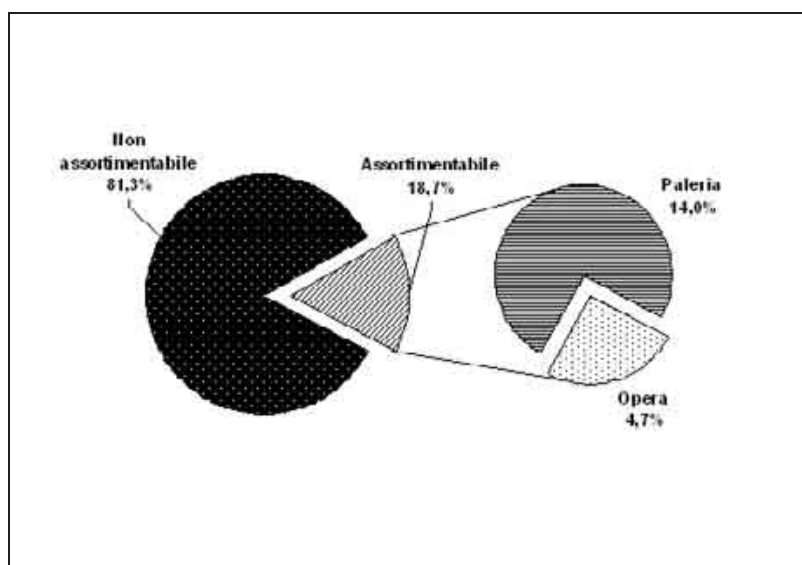


Figura 3. Suddivisione percentuale degli assortimenti legnosi.

Figure 3. Breakdown percentage of timber assortments.

Figure 3. Répartition en pourcentage des assortiments de bois.

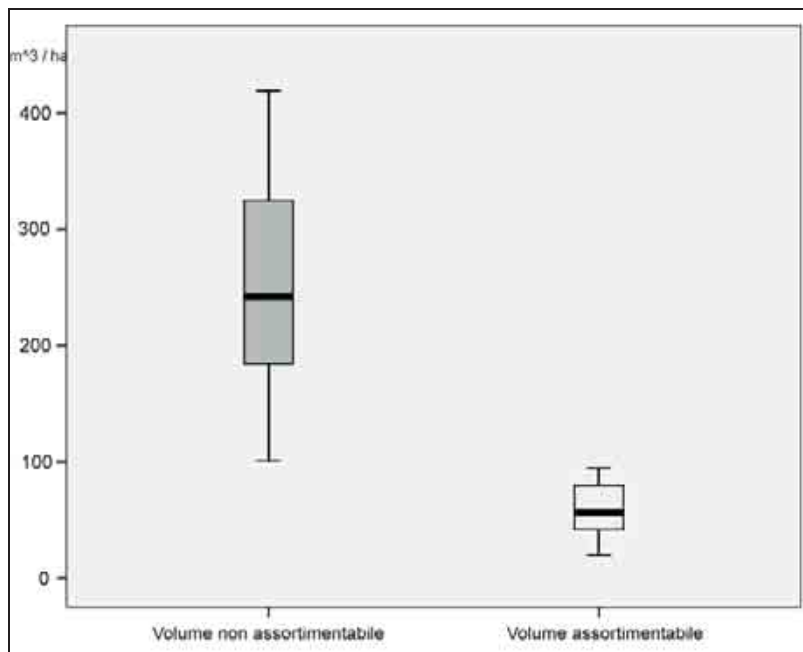


Figura 4. Valore medio e campo di variazione dei volumi.  
 Figure 4. Average value and range of volumes.  
 Figure 4. Valeur moyenne et la gamme de volumes.

## SUMMARY

### CHESTNUT COPPICE EXPLOITATION THROUGH TIMBER ASSORTMENT QUANTIFICATION

The purpose of this work is to evaluate the productivity of chestnut coppice stands in the Piedmont Region from the quantitative and also from the qualitative point of view, drawing up a classification of the obtainable assortments.

A first phase of the work was dedicated to the collection of the standards requirements for the classification of the assortments of chestnut and matching these to the utilisation and applications of timber sector operators, defining the technical and qualitative parameters on which to base the qualification of the assortments.

In the second phase, we selected the stands to be studied distributed over the Piedmont alpine area in the provinces of Torino, Biella, Vercelli, Novara and Cuneo, for a total of 30 areas grouped into 5 geographic zones.

After this, we proceeded with samplings of a traditional type and the subsequent application of an experimental method of valuation of the morphological characteristics of the stems of standing trees using relascopic sampling. Based on the quality and quantity characteristics recorded, each analysed plant was virtually divided into logs that were assigned possible destinations of use.

The results obtained pointed out a certain dishomogeneity of the stems in the different assortment classes in the various zones investigated. This variability is probably due to the extended territory analysed and the consequent different ecological and edaphic conditions where these stands grew.

Moreover, this dishomogeneity underlines how important it is that we continue to refine and work on an efficacious, objective and expeditious method to classify

timber productivity, no longer based only on the wood mass, but also and especially on the obtainable assortments.

## RÉSUMÉ

### RENFORCEMENT DE L'TAILLIS DE CHATAIGNIERS A TRAVERS LA QUANTIFICATION DE ASSORTIMENT DE BOIS

Le but du présent travail est d'évaluer la productivité des taillis de châtaignier piémontais non seulement sous l'aspect quantitatif mais également qualitatif, à l'aide d'un classement des assortiments.

La première phase du travail a été dédiée à recueillir les indications normatives relatives au classement des assortiments de châtaignier et à les harmoniser avec celles liées aux us et coutumes des opérateurs du secteur, en définissant les paramètres technico-qualitatifs à la base de la qualification des assortiments.

Dans la seconde phase ont été identifiés les peuplements forestiers, objet d'étude, distribués sur l'Arc Alpin piémontais dans les provinces de Torino, Biella, Vercelli, Novara et Cuneo, pour un total de 30 zones regroupées dans 5 zones géographiques.

Par conséquent on a procédé à des relevés de type traditionnel et à l'application successive d'une méthode expérimentale d'estimation des caractéristiques morphologiques des tiges de plantes sur pieds, par relevé relascopique. Sur la base des caractéristiques qualitatives et quantitatives relevées, chaque plante analysée a été virtuellement subdivisée en grumes, auxquelles a été assignée une possible destination d'usage.

Les résultats obtenus ont mis en relief une certaine hétérogénéité relative à la distribution des tiges dans les

diverses classes d'assortiment entre les diverses zones explorées. Cette variabilité doit probablement être mise en relation avec l'étendu du territoire analysé et par conséquent aux diverses conditions écologiques et édaphiques dans lesquelles ces peuplements forestiers se sont développés. En outre l'hétérogénéité rencontrée souligne l'importance de continuer à affiner une méthode efficace, objective et expéditive pour caractériser la productivité non plus seulement en fonction du volume du bois, mais également et surtout en fonction des assortiments obtenus.

#### BIBLIOGRAFIA

A.A.V.V., 2000 - *VALECAS Regole commerciali svizzere*

*per il tondame*. Federlegno Ti, WSL SdA, Bellinzona. Pp. 44.

Castellani C., Scrinzi G., Tabacchi G., Tosi V., 1984 - *Inventario Forestale Nazionale Italiano, Tavole di cubatura a doppia entrata*. I.S.A.F.A., Trento. Pp. 40.

Ciancio O., Nocentini S., 2004 - *Il bosco ceduo*. Selvicoltura, assestamento, gestione. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze. Pp. 721.

Nosenzo A., 2006 - *Determinazione degli assortimenti ritraibili dai boschi cedui di castagno: l'esempio della Bassa Valle di Susa (TO)*. *Forest@*, 4 (1), 118-125.

Nosenzo A., Boetto G., Carnisio M., Travaglia P.M., 2006 - *Assortimenti ritraibili da cedui di castagno, il caso di studio del Monte Tovo (VC)*, *Sherwood foreste ed alberi oggi*, 12 (5), 37-40.

## STIMA DEL SUGHERO RITRAIBILE DAL “BOSCO RISICONE”

(\*) Dipartimento Azienda Regionale Foreste Demaniali, Ufficio Provinciale di Catania

Viene proposta la stima del sughero da vendere in pianta ritraibile dal bosco regionale “Risicone” nel comune di Vizzini in provincia di Catania, di superficie pari a circa 116 ettari, il metodo utilizzato prevede il rilievo su tutte le piante presenti dei seguenti dati: diametro a metà altezza di decortica in cm, altezza della pianta in m, altezza di decortica in m, diametro a m.1,30 da terra sopra scorza.

I dati presi in bosco sono stati elaborati per calcolare di ogni singola pianta la superficie generatrice del sughero moltiplicata poi per il peso di 7.5 kg \m2 (peso di un campione di sughero stagionato all'aria aperta, si è infine calcolato il quantitativo complessivo di sughero ritraibile che moltiplicato per il valore di macchiatico ha fornito il prezzo da utilizzare come base d'asta per la vendita.

*Parole chiave:* decortica, sughero, stima.

*Key words:* decorte, cork, estimate.

*Mots clés:* decorte, cork, estimation.

### PREMESSA

L'Azienda Regionale Foreste Demaniali di Catania gestisce nel Comune di Vizzini un demanio regionale di complessivi ettari 1.989; tale area è costituita dai due vicini complessi denominati Granvilla e Risicone, separati dalla strada a scorrimento veloce Catania - Ragusa. Il complesso di Risicone consiste prevalentemente in eucalitteti e sugherete queste ultime in produzione, in alcuni tratti vi è la presenza di entrambe le specie suddette; tale area dovrebbe arrivare a circa 510 ettari, con le recenti acquisizioni.

Le sugherete in produzione del complesso di Risicone sono state sottoposte all'operazione di decortica dal 2003 fino al 2004, anno in cui si è conclusa la decortica nella località Castellaccio.

Con il presente lavoro, si è inteso stimare la produzione e la convenienza economica da parte dell'Azienda Regionale a vendere il sughero ed il sugherone maturo per la decortica, in pianta.

### 1. NOTIZIE SUL PATRIMONIO BOSCHIVO NEL COMPLESSO

#### 1.1 Situazione del bosco

Il complesso di Risicone è localizzato nella parte Nord Orientale del Comune di Vizzini, al confine con la limitrofa Provincia di Siracusa; tale area ricade nelle tavolette IGM 1:25.000, foglio 273 I S.E. e 273 I S.O. è costituita da due appezzamenti. La quota estrema è 700 metri circa, le pendenze sono accentuate, raggiungendo in alcuni punti anche il 40 %.

L'area ricade nel bacino del Fiume San Leonardo, ed è attraversata dal Torrente Risicone, asciutto per la maggior parte dell'anno.

#### 1.2 Caratteristiche stagionali

I suoli sono generalmente poco profondi, originati dai basalti del Monte Lauro, costituiti da lave a fessurazione irregolare di origine subaerea a permeabilità elevata, e calcareniti di origine organogenica caratterizzati da permeabilità media, entrambi del Pliopleistocene.

Il clima della zona è caratterizzato da lunghi periodi siccitosi concentrati nel periodo Maggio/Settembre; le precipitazioni medie annue sono di 600 mm, la temperatura annua oscilla tra i 4°C invernali e i 30°C estivi.

L'area in oggetto ricade nella fascia fitoclimatica del *Lauretum* II tipo, caratterizzato da siccità estiva.

#### 1.3 Caratteristiche del soprassuolo

Il soprassuolo del complesso denominato Risicone allo stato attuale si presenta diverso da quello originario, infatti, prima dell'intervento antropico, la vegetazione presente era quella della foresta mediterranea mista di querce sempreverdi, quali la sughera (*Quercus suber*), il leccio (*Quercus ilex*) e querce a foglia caduca, quali la roverella (*Quercus pubescens*); vi erano inoltre il carrubbo (*Ceratonia siliqua*) ed arbusti quali l'olivastro (*Olea europea var. oleaster*), il mirto (*Myrtus communis*) ed il sottobosco con il caratteristico pungitopo (*Ruscus aculeatus*), etc...

La vegetazione si è modificata in relazione alla degradazione stagionale, allo stato attuale si riscontrano le seguenti tipologie di vegetazione naturale:

1. il bosco di sughera, in buono stato e di buona densità;
2. lembi di bosco misto di querce in cui prevale la roverella;
3. zone a macchia mediterranea, localizzate soprattutto nelle pendici più scoscese e degradate.

I rimboschimenti effettuati nell'area di riferimento hanno introdotto essenze artificiali che nulla hanno a che vedere con le essenze naturali presenti nell'area: si tratta in prevalenza di Eucalitteti (*Eucalyptus camaldulensis*) il cui impianto risale agli anni 50; infatti in passato nel bosco di sughera degradato e con ampie radure si è inserita tale essenza: si trova dunque in alcuni tratti la sughera mista all'eucalitto.

La viabilità principale di servizio al bosco può ritenersi soddisfacente.

### 2. PROPOSTE IN MERITO ALLA DECORTICA DELLE SUGHERETE MATURE

Si propone di effettuare la decortica delle sugherete ma-



ture e cioè quelle in cui tale operazione è stata effettuata circa 10 anni fa.

La possibilità di mantenere in buono stato vegetativo le piante di sughera in produzione deve essere un obiettivo prioritario, per cui la decortica viene a costituire un'operazione colturale fondamentale per mantenere vigorose le piante e per la conservazione della risorsa naturale bosco. E' importante inoltre valorizzare le attività tradizionali locali ecocompatibili come quella dell'utilizzo del sughero: si ricorda infatti che il sughero costituisce una risorsa ecocompatibile rinnovabile.

Allo stato attuale la sughera matura per la decortica è presente in c.da Risicone ed in c.da Castellaccio: tali aree sono state sottoposte all'operazione di decortica rispettivamente nel 1988 (turno di 12 anni) e nel 1991 (turno di 9 anni). Nell'area indicata in planimetria il bosco si presenta in alcuni tratti costituito da sughereta pura e di buona densità, da essenze impiantate artificialmente dall'uomo (Eucalitteto in prevalenza), da lembi naturali di macchia mediterranea, da tratti in cui la sughera è stata naturalmente sostituita dalla roverella, da zone di sughereta a più bassa densità, nelle cui radure sono state impiantate conifere (pini e cipressi) o eucalitti.

### 3 DESCRIZIONE DELLA PARTE DI BOSCO DOVE SI PROPONE LA DECORTICA

#### 3.1 Superfici e confini

I confini dell'area oggetto di stima ai fini della decortica, risultano in parte recintate e in particolare la c.da Risicone interamente recintata, confina con terreni di privati a Nord, Sud ed Est, a Ovest confina con terreni demaniali. La c.da Castellaccio, recintata solo in parte (scopo della recinzione è salvaguardare dal pascolo la rinnovazione naturale e i risarcimenti di sughera effettuati), confina ad Est con il vallone Cugno San Giovanni, a Sud con terreni di privati ed a Nord ed Ovest con altri terreni demaniali.

#### 3.2 Stima della quantità di sughero ritraibile

Per individuare i parametri fondamentali del popolamento ed effettuare la stima del sughero ritraibile dalle aree proposte per la decortica si è proceduto nel seguente modo e comunque tenendo conto della corretta osservanza della legge 18.07.56 n.759 "Coltivazione difesa e sfruttamento della sughera":

Su tutte le piante di sughera aventi circonferenza misurata sopra scorza a metri 1,30 da terra, di non meno di 60 cm sono stati rilevati i seguenti dati:

- Diametro a metà altezza di decortica in cm.
- Altezza della pianta in m.

- Altezza di decortica in m.
- Diametro a m.1,30.
- Se sugherone o sughero gentile e in entrambi i casi se fiammato o non fiammato.
- lo spessore del sughero tramite toppe - in prevalenza 3 cm del sughero gentile, del sugherone in prevalenza spessore superiore ai 2 cm;

i dati presi in bosco sono stati elaborati per calcolare di ogni singola pianta la superficie generatrice del sughero applicando la formula  $SG = C_{0,5H} \times H$  dove H è l'altezza di decortica, e la circonferenza è presa a metà altezza di decortica : il valore della SG moltiplicata per il peso di 7.5 kg /m<sup>2</sup> (peso di un campione di sughero stagionato all'aria aperta) ha fornito il peso del sughero per ogni singola pianta ed infine sommati tutti i valori di peso delle singole piante si è ottenuto il peso del sughero e sugherone ritraibile nell'area oggetto della decortica.

### 4. RISULTATI

- Il numero delle piante da decorticare è risultato essere pari a 6602 su una superficie pari a 116.35.00 ettari; di cui con sugherone e sughero gentile fiammato 2757, con sughero gentile 3845.

- Peso in q.li di sughero gentile 659.

- Peso in q.li di sugherone e sughero gentile fiammato 593.

Da indagine di mercato svolta si evince che per l'annata in cui si verifica la vendita ossia l'anno 2003 il costo al q.le del sughero gentile di media qualità (come risulta essere quella del complesso di Risicone) è di € 129,11 del sugherone e del sughero gentile fiammato è di €34,09, pertanto considerando valido il costo di manodopera, esbosco, e trasporto al deposito di 1 q.le di sughero pari a € 34,09 si deduce che il valore di macchiatico è pari a € 34,09 - 33,57 = € 0,52 al q.le per sughero gentile fiammato e sugherone, mentre è pari a € 129,11- € 33,57 = € 95,54 al q.le per il sughero gentile.

Pertanto il valore del sughero gentile è q.li 659 x € 95,54 = € 62.960,86, Del sugherone e del sughero gentile fiammato q.li 593 x 0,52 = € 308,36 per un importo complessivo da porre come base d'asta per la vendita in pianta di € 62.960,86 + € 308,36 = € 63.269,22 importo complessivo da porre come base d'asta.

L'operazione di decortica proposta nella località Risicone e Castellaccio costituisce un'operazione colturale ordinaria, che permette di raggiungere principalmente l'obiettivo di mantenere vigorose le piante di sughera: il bosco dove si propone la decortica si presenta infatti in buono stato vegetativo.



Foto 1-5. Fasi delle operazioni di decortica.  
Photo 1-5. Phases of operations peels.  
Photo 1-5. Les phases des opérations de pelures.

## SUMMARY

### ESTIMATE FOR THE EXPLOITATION OF THE CORK OF THE "BOSCO RISICONE"

The proposal is estimated to be sold in cork tree forest ritraibile Regional Risicone "in the town of Vizzini in the province of Catania, surface around 116 hectares, the methodology provides relief on all plants of the following data: diameter in mid-height in cm peels, plant height in meters, peels height in meters, diameter at m.1, 30 from above ground peel.

The data taken in the forest have been developed to calculate for each plant generating the surface of the cork then multiplied by the weight of 7.5 kg \ m<sup>2</sup> (weight of a sample of cork seasoned outdoors, it was finally calculated the total quantity of cork ritraibile that multiplied by the value of macchiatico gave the money to be used as a basis for the auction sale.

## RÉSUMÉ

### ESTIMATION DU LIEGE "BOSCO RISICONE"

La proposition est estimée à être vendue en liège forêt ritraibile régional Risicone "dans la ville de Vizzini dans la province de Catane, la surface autour de 116 hectares, la méthode prévoit de secours sur toutes les plantes, les données suivantes: diamètre à la mi-hauteur en cm pelures, la hauteur des plantes en mètres, des pelures de hauteur en mètres, diamètre à la M.1, 30 au-dessus du sol de Peel.

Les données prises dans la forêt ont été mis au point pour calculer pour chaque usine génératrices de la surface du liège alors multiplié par le poids de 7,5 kg \ m<sup>2</sup> (poids d'un échantillon de liège en plein air chevronné, il a finalement été calculé la quantité totale de liège ritraibile que multiplié par la valeur de macchiatico a donné de l'argent pour être utilisé comme une base pour la vente aux enchères.

## PRESERVANTI DEL LEGNO DA ESTERNO A BASE DI ACIDO BORICO E ALTRI CO-FORMULANTI: UN'ALTERNATIVA ECOCOMPATIBILE AI SALI DI RAME

(\*) CNR, Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree, Sesto Fiorentino, Firenze

Le formulazioni maggiormente utilizzate per proteggere il legno dal degradamento biotico in classi d'impiego 3 e 4 secondo la UNI EN 335-1 sono a base di sali di rame e altri co-formulanti quali composti azolici, organici e boro. Tali preparati devono garantire la resistenza del legno per un lungo periodo di tempo, quindi è importante che i principi attivi siano fissati stabilmente alle cellule legnose.

La ricerca mira a sviluppare preservanti privi di sali metallici da utilizzare a contatto con il terreno, ecocompatibili ed innocui per l'uomo e gli animali.

Come biocida è stato utilizzato l'acido borico, di cui è nota l'efficacia contro i funghi e gli insetti xilofagi, ma anche la facilità ad essere dilavato da legno sottoposto agli agenti atmosferici. Sono stati quindi aggiunti dei co-formulanti come l'albumina e l'acido silicico, che fissassero l'acido borico al legno.

Le varie formulazioni sono state testate per la capacità di fissaggio del boro al legno mediante prove di dilavamento (UNI EN 84) e per l'efficacia protettiva contro funghi xilofagi mediante test di screening, test di laboratorio (UNI EN 113) e prove in campo (UNI EN 252) attualmente in corso.

I risultati raggiunti sono promettenti, specialmente per il fissaggio al legno e l'efficacia contro i funghi della carie nei test di laboratorio, dove alcune formulazioni hanno conferito una durabilità di classe 1 (molto durabile) secondo la UNI EN 350-1. La prima valutazione delle prove in campo, eseguita dopo un anno, mostra una marcata differenza tra i provini trattati ed i controlli.

*Parole chiave:* acido silicico, albumina, basidiomiceti, durabilità conferita.

*Key words:* albumin, basidiomycetes, conferred durability, silicic acid.

*Mots clés:* l'albumine, basidiomycètes, durabilité conférée, acide silicique.

### 1. INTRODUZIONE

Proteggere il legno dal degradamento biotico in classi d'impiego 3 e 4 (secondo la UNI EN 335-1) è una necessità ed anche un obbligo per i produttori di infissi e serramenti esterni, arredi urbani e da giardino. I preparati devono garantire la resistenza del legno agli agenti biotici per un lungo periodo, per questo motivo è importante che i principi attivi siano fissati stabilmente alle pareti delle cellule legnose. Attualmente i prodotti maggiormente utilizzati per questo scopo sono formulazioni a base di sali di rame e altri co-formulanti quali composti azolici, composti organici e boro. Tuttavia, questi prodotti non sono esenti da rischi seppur minimi per la salute dell'uomo e degli animali e per l'ambiente. Inoltre, un trattamento preservante efficace e rispettoso dell'ambiente e dell'uomo costituisce un ulteriore valore aggiunto ad un manufatto ligneo facilmente spendibile e quantificabile.

L'acido borico è una sostanza efficace contro i funghi e gli insetti xilofagi ed è anche non tossico per l'uomo e per l'ambiente, ma non può essere applicato su manufatti di legno esposti all'esterno poiché viene dilavato facilmente dall'acqua piovana.

Esistono alcuni composti in grado di costituire dei complessi con l'acido borico e di conseguenza bloccarlo una volta introdotto nel legno. La loro possibilità d'impiego a livello industriale è però ostacolata da alcune difficoltà tecniche di preparazione.

Allo scopo di sviluppare un preservante ecocompatibile, il presente lavoro ha avuto per oggetto la messa a punto di formulazioni preservanti per legno a base di acido borico ed altri due co-formulanti in grado di fissare il principio attivo nel legno. I co-formulanti scelti per la sperimenta-

zione sono l'albumina, una proteina di origine animale, e l'acido silicico in forma colloidale.

Le proteine reagiscono con l'acido borico formando dei complessi poiché esse hanno nella loro struttura gruppi peptidici -NH-CO- con comportamento mediamente basico. La reazione comporta la formazione di un sale tra l'acido borico ed i gruppi amminici della proteina.

Il sale formato dalla reazione tra albumina ed acido borico prende il nome di borato di albumina. Il sale viene introdotto nel legno mediante impregnazione con autoclave e fissato ad esso mediante essiccazione del legno a temperatura tra 80°C e 100°C. Durante il processo di essiccazione si ha la coagulazione della proteina all'interno del legno e questo processo determina il fissaggio del boro al legno poiché è stato inglobato all'interno della proteina coagulata (Pizzi 1993a e 1993b, Thevenon et al. 1997, 1998a, 1998b, 1998c). Inoltre il fatto che il legame dell'acido borico alla proteina è di tipo ionico permette una certa mobilità necessaria per garantire l'effetto biocida dell'acido borico.

Riguardo all'acido silicico invece è stato dimostrato che in associazione con l'acido borico è efficace contro funghi della carie del legno, quando applicato al legno con impregnazione sotto vuoto e pressione (Yamaguchi 2005, 2003, 2001).

Il meccanismo teorizzato per il fissaggio del boro è del tutto differente da quello dell'albumina. La struttura atomica della silice colloidale è costituita dal composto SiO<sub>4</sub>. Tale composto ha struttura tetraedrica con l'atomo di silicio al centro. Ogni molecola di acido silicico si combina con altre in modo che ogni atomo di silicio abbia a disposizione tre atomi di ossigeno del tetraedro. Si ipotizza che atomi di Al, Be e B, che hanno una struttura simile al Si, possano sostituire il Si in numero di un atomo per tetraedro.



Una volta scaldato, il boro assume un aspetto vetroso e, bloccando i vasi del legno, svolge un'azione di ritardante di fiamma. In questo caso il fissaggio del boro è dovuto al fatto che atomi di boro si sostituiscono a quelli di silicio nella soluzione colloidale, una volta introdotti nel legno per impregnazione con ciclo vuoto-pressione e poi vengono definitivamente bloccati dalla gelificazione della silice colloidale mediante riscaldamento del legno.

La valutazione delle formulazioni sperimentali ha pertanto interessato:

- a. la capacità di fissaggio al legno
- b. l'efficacia antifungina (in una fase di screening iniziale ed una a posteriori secondo le normative)

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1 Caratteristiche chimico-fisiche e biocide delle soluzioni testate

Prima di valutare la capacità di fissaggio e la durabilità conferita al legno dai trattamenti sono state compiute numerose prove di solubilità, stabilità delle soluzioni ed un primo test di screening di efficacia antifungina.

Nelle combinazioni con l'albumina, tutte le concentrazioni di acido borico testate erano superiori al 5 % perché dalle prove condotte in accordo alla normativa europea da Thevenon et al. (1999), questo valore non risultava efficace contro alcuni funghi della carie. Per ottenere soluzioni con acido borico a concentrazioni superiori alla sua solubilità a 20 °C (4,65 %), è necessario aumentare la temperatura. Nel caso della miscela con l'albumina però la temperatura non deve superare i 70 °C altrimenti la proteina coagula. Dalle prove effettuate, la concentrazione massima raggiungibile di acido borico oltre la quale avviene la coagulazione dell'albumina, risulta pari al 15 % ad una temperatura compresa tra 65 e 70 °C.

Nel caso della miscela silice colloidale ed acido borico la preparazione della miscela non ha posto invece particolari problemi.

Nella prima formulazione, in seguito denominata AH, le concentrazioni dell'acido borico e dell'albumina sono rispettivamente 13,4 e 3 %, nella seconda formulazione, denominata BZ, l'acido borico ha una concentrazione del 3,3 % e la silice colloidale del 25 %. Per la prova di dilavamento la formulazione BZ utilizzata aveva un contenuto di acido borico leggermente inferiore (2,6 %).

Il pH di entrambe le formulazioni è stato aggiustato alla neutralità.

Il test di screening dell'efficacia antifungina consiste nel verificare se il principio attivo, introdotto al centro di una capsula Petri su mezzo di coltura agar-malto, determina o no la formazione di un alone d'inibizione nella crescita di un fungo agente di carie, inoculato in quattro punti laterali della piastra. Dei tre ceppi fungini utilizzati per il test due sono responsabili per la carie bruna cubica (*Gloeophyllum trabeum* e *Poria placenta*) ed uno per la carie bianca fibrosa (*Coriolus versicolor*). Le soluzioni selezionate hanno entrambe inibito la crescita dei funghi.

### 2.2 Campionamento e impregnazione del legno

I campioni di legno sono costituiti da alburno di pino silvestre, secondo le normative UNI EN 84, UNI EN 113 e UNI EN 252. Per le prove di laboratorio i blocchetti sono

di dimensioni (50±0,5) mm x (25±0,5) mm x (15±0,5) mm, con la lunghezza maggiore parallela alla fibratura. Per le prove in campo sono stati utilizzati paletti di dimensioni pari a (500 ± 1) mm x (50 ± 0,3) mm x (25 ± 0,3) mm, con gli anelli orientati secondo una delle facce di 50 mm con una tolleranza di ± 15°.

Il test di dilavamento è stato condotto su 15 provini per ciascun trattamento, mentre nella prova di efficacia antifungina sono stati impiegati 10 provini per trattamento e per ogni fungo. Nella UNI EN 252 è stata utilizzata una serie di almeno 10 paletti per ciascun preservante testato e per ognuno dei due campi di prova realizzati.

L'impregnazione è avvenuta mediante cicli vuoto-pressione secondo l'andamento descritto in Figura 1. Per l'albumina borata i procedimenti ed i parametri per l'impregnazione ed il condizionamento dei campioni sono quelli indicati nella UNI EN 113, mentre per la soluzione silice-boro è stato preso come riferimento il lavoro di Yamaguchi (2003).

Dopo l'impregnazione, i provini sono stati asciugati e posti in stufa ad essiccare per consentire la coagulazione della proteina e della soluzione colloidale e permettere quindi il fissaggio delle formulazioni al legno. Per i provini trattati con AH l'essiccazione è avvenuta a 100 °C per 8 ore, mentre per quelli trattati con silice e boro il procedimento è durato 48 ore ad una temperatura di 60 °C. I campioni sono stati poi condizionati a (20 ± 2) °C di temperatura e (65 ± 5) % di umidità relativa, fino al raggiungimento della massa costante.

### 2.3 Test di dilavamento. Invecchiamento accelerato (UNI EN 84) del legno impregnato ed analisi delle acque di lavaggio per la determinazione della concentrazione residua di boro

I provini impregnati con le due formulazioni sono stati sottoposti a dilavamento in accordo alla UNI EN 84: 1997. Tale norma descrive un invecchiamento accelerato di provini trattati con un determinato preservante simulando le condizioni di servizio, in particolare l'esposizione alle precipitazioni meteoriche. Il ciclo prevede l'impregnazione iniziale con acqua distillata dei provini trattati e dopo la loro conservazione in acqua per due settimane. In questo arco di tempo, l'acqua di dilavamento viene sostituita nove volte ad intervalli compresi fra uno e due giorni.

Al termine della prova le soluzioni delle dieci acque di dilavamento consecutive sono state sottoposte ad analisi mediante ICP (Inductive Coupled Plasma) per la determinazione del boro.

Tale tecnica analitica si basa su spettroscopia di emissione atomica. Il campione è portato a temperature così alte (circa 10.000° C) da causare non soltanto la dissociazione in atomi, ma anche una notevole quantità di collisioni (e conseguente eccitazione) e di ionizzazioni. Quando gli atomi o gli ioni sono eccitati, possono decadere ad uno stato più basso emettendo le energie di transizione. L'intensità della luce emessa ad una determinata lunghezza d'onda è misurata e quantificata.

### 2.4 Test per l'efficacia antifungina

#### 2.4.1 Test di laboratorio (UNI EN 113 modificata)

Il test di laboratorio per la valutazione dell'efficacia anti-

fungina delle formulazioni è stato eseguito secondo le procedure indicate norma UNI EN 113. I provini di legno trattati ed i rispettivi provini di controllo non trattati vengono esposti in coppia ai funghi xilofagi in appositi recipienti di coltura (fiasche Kolle) e vengono poi mantenuti a 22 °C di temperatura e 70 % u.r. per 16 settimane. I ceppi fungini utilizzati per le prove sono i seguenti agenti di carie bruna cubica: *Coniophora puteana* (Schumacher ex Fries) Karsten, ceppo BAM Ebw. 15; *Gloeophyllum trabeum* (Persoon ex Fries) Murrill, ceppo BAM Ebw. 109; *Poria placenta* (Fries) Cooke sensu J. Eriksson, ceppo FPRL 280.

L'efficacia protettiva è valutata in base alla perdita di massa dei provini trattati nei confronti dei rispettivi provini di controllo non trattati dovuta all'azione dei funghi xilofagi. La perdita di massa di una serie di provini non trattati è stata utilizzata per il controllo della virulenza dei ceppi fungini. Nella metodologia della prova è stata applicata una modifica del metodo descritto nella norma poiché il micelio all'interno della fiasca Kolle, prima dell'introduzione dei provini trattati e del controllo viene diviso in porzioni (Figura 2) in modo da evitare che vi sia un effetto di inibizione da parte del preservante presente sul provino trattato anche sul controllo. Questa modifica si è resa necessaria in quanto in alcune prove preliminari era stata osservata l'inibizione dell'azione del fungo anche sui provini di controllo e questa condizione non permetteva di dimostrare l'efficacia del prodotto, seguendo i criteri della norma.

#### 2.4.2 Prove in campo (UNI EN 252)

Questa prova ha lo scopo di determinare l'efficacia di un preservante, introdotto nel legno per impregnazione sotto vuoto e pressione, nei confronti di microrganismi degradatori in condizioni a contatto con il terreno. I campioni vengono parzialmente interrati in un campo di prova dalle caratteristiche uniformi e ben drenati. Nel caso specifico, nell'anno 2007 sono state avviate due prove in due campi localizzati rispettivamente a Follonica (GR), presso l'azienda sperimentale S. Paolina del CNR IVALSIA, ed a Cesa (AR), presso l'Azienda Agricola Regionale dell'ARSIA. Contestualmente ai paletti impregnati con le formulazioni sperimentali, sono state poste anche due serie di paletti, di cui una costituita da testimoni non trattati e l'altra impregnata con un preservante di riferimento a base di sali di rame.

L'esame visivo dei provini, che si esegue almeno una volta l'anno per cinque anni consecutivi, consiste nell'assegnare un grado di attacco a ciascun provino in base all'estensione ed alla profondità di eventuali alterazioni superficiali del legno, dovute ad organismi xilofagi. Il grado è stabilito da una scala di riferimento che va da 0 (nessun attacco) a 4 (rottura del provino), riportato nella norma. A partire dal grado di attacco per provino si ottiene un grado medio per serie, che serve a calcolare la durata di vita media del legno impregnato con il preservante testato, secondo i criteri indicati nella norma UNI EN 350-1.

### 3. RISULTATI

#### 3.1 Impregnazione

Dalla Tabella 1 è possibile notare che le ritenzioni di preservante ottenute dopo impregnazione sono più elevate

nei provini impiegati nella prova di laboratorio rispetto a quelle dei paletti di campo. Nei provini di laboratorio, di dimensioni molto ridotte rispetto ai paletti, il prodotto penetra con maggiore facilità e può esserne ritenuta una quantità maggiore. Le ritenzioni della formulazione BZ risultano maggiori rispetto alla formulazione AH nelle rispettive prove, probabilmente a causa della presenza del silicio che ha un elevato peso molecolare.

#### 3.2 Test di dilavamento

Le analisi ICP del boro hanno rilevato una presenza crescente del principio attivo nelle acque di dilavamento consecutive. Per differenza con la quantità ottenuta dall'analisi effettuata sui prodotti tal quali, è stata calcolata la percentuale residua di acido borico nel legno. Nella formulazione AH la perdita di acido borico è del 12,2 % (Figura 3), mentre per la formulazione BZ la perdita è quasi il doppio (23,0 %). Rispetto alla quantità presente nella soluzione iniziale, l'acido borico presente nella formulazione con l'albumina passa dal 13,4 % all'11,8 %, mentre nel preservante BZ l'acido borico passa da 2,59 % a 1,99 %. Nonostante una perdita percentuale maggiore di acido borico nel prodotto BZ, in entrambe le formulazioni il fissaggio di acido borico è superiore al 75 %; questi risultati rafforzano le teorie sul meccanismo d'azione di albumina e silice nei confronti dell'acido borico e ne dimostrano la capacità di bloccare il principio attivo nel legno. La quantità di acido borico dilavata è probabilmente una parte in eccesso che non partecipa alla formazione dei complessi e di conseguenza non rimane fissata nel legno. Un recente studio di Mazela et al. (2007) sulla capacità di penetrazione nel legno di una formulazione a base di acido borico e mix di proteine (tra cui 65 % di albumina) ha evidenziato che la formulazione, applicata per impregnazione vuoto - pressione ad alburno di pino silvestre, penetra meno in profondità rispetto all'acido borico da solo, a causa delle maggiori dimensioni dei complessi formati dai due componenti. E' ipotizzabile che anche il complesso acido borico - albumina abbia una capacità di penetrazione inferiore al solo acido borico, ma la quantità di acido borico che rimane fissata nel legno, ricavata dalle analisi ICP, sembra comunque essere sufficiente a garantirne la protezione.

#### 3.3 Test di efficacia antifungina UNI EN 113

I risultati dei test di efficacia antifungina sono espressi nella Tabella 2 come perdita di massa media e deviazione standard dei provini trattati rispettivamente con la formulazione AH e con la formulazione BZ e dei corrispondenti provini di controllo. Nella tabella sono riportati anche i valori ottenuti con i provini di controllo della virulenza. In entrambi i trattamenti non vi è stata perdita di massa dei provini trattati, i provini di controllo e quelli per la valutazione della virulenza hanno invece avuto sempre una perdita di massa superiore al 20 %, valore minimo per la validità della prova secondo la normativa UNI EN 113.

È da mettere in evidenza che nel caso del trattamento AH i valori di umidità del legno dei provini trattati hanno un valore abbastanza alto, superiore al 115 % e non validi secondo i criteri della normativa che stabilisce il limite superiore di umidità del legno uguale all'80 %.

Questo dato che si discosta dai criteri di validità della norma ha bisogno di ulteriori conferme che possono arriva-

re solo da test di efficacia condotti in campo in quanto la metodologia di laboratorio non si adatta perfettamente alla tipologia di trattamento.

In ogni caso l'espressione dei risultati ottenuti con le due formulazioni AH e BZ come durabilità conferita del legno in accordo alla UNI EN 350-1 porta in entrambi i casi alla classe di durabilità 1 - molto durabile con un'aspettativa di vita in servizio superiore a 25 anni (Eaton e Hale 1993). Le prove in campo, una volta terminate, permetteranno di confermare i risultati ottenuti in laboratorio.

#### 4. CONCLUSIONI

Le formulazioni acido bórico - acido silicico e acido bórico albumina alle concentrazioni testate in questo lavoro hanno dato ottimi risultati sia per quanto riguarda la resistenza ai funghi della carie che per quanto riguarda il fissaggio al legno.

Sulla base della prima valutazione annuale, le prove in campo, tuttora in corso, stanno mostrando risultati molto

incoraggianti, in quanto i provini trattati con le due formulazioni AH e BZ non hanno mostrato alcun degrado fungino, mentre i provini di controllo sono risultati mediamente attaccati (grado di attacco medio 2,5 in accordo alla UNI EN 252). Inoltre l'elevata umidità del legno trattato con la formulazione AH, molto evidente nella prova di laboratorio, non è stata invece riscontrata sui paletti posti a contatto con il terreno.

I risultati incoraggianti ottenuti con le prove di laboratorio dovranno essere confermati dai risultati finali delle prove in campo e da una valutazione in scala pre-industriale dei trattamenti.

#### RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano la Sig.ra Anna Maria Torniai per il supporto nella preparazione delle prove di laboratorio ed il Dott. Stefano Poli per la realizzazione delle numerose prove preliminari che hanno preceduto ed orientato questo lavoro di ricerca.

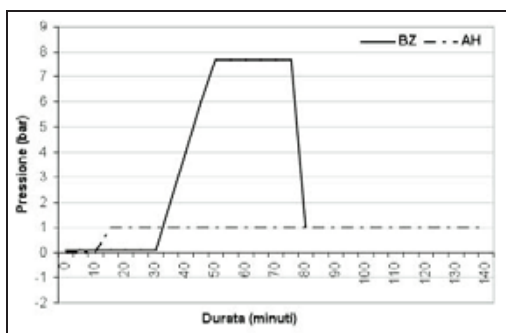


Figura 1. Ciclo d'impregnazione dei due trattamenti con acido bórico ed acido silicico (BZ) e con acido bórico ed albumina (AH).

Figure 1. Impregnation cycles of the two treatments based on boric acid with silicic acid (BZ) and boric acid with albumin (AH).

Figure 1. Cycles d'imprégnation des deux traitements. BZ: formulation à base d'acide bórico et acide silicique; AH: formulation à base d'acide bórico et albumine (AH).

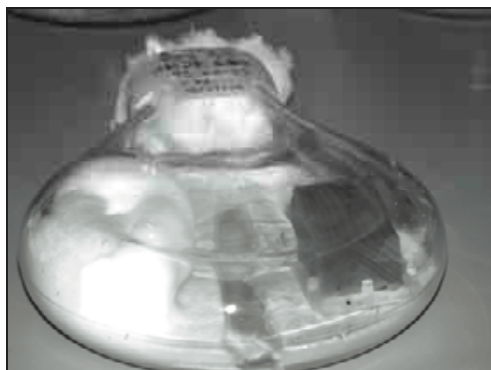


Figura 2. Fiasca di Kollé per la prova secondo UNI EN 113: creazione di un setto di separazione nel micelio fungino.

Figure 2. Kollé flask used for the EN 113 laboratory test: creation of a separation line in the mycelium culture.

Figure 2. Flaque Kollé utilisée pour l'essai EN 113: création d'une ligne de séparation dans la culture du champignon.

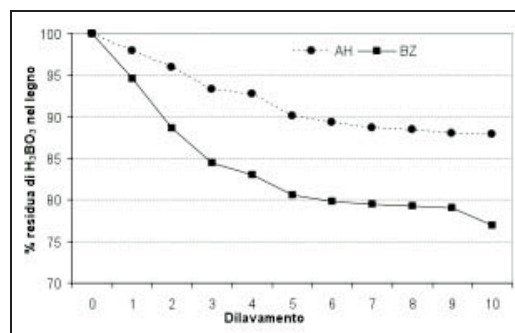


Figura 3. Percentuale residua di acido bórico nel legno conseguente alle immersioni consecutive in acqua. Tale percentuale è stata calcolata per differenza tra la quantità di acido bórico presente nella formulazione iniziale e quella ottenuta dall'analisi ICP delle acque di dilavamento.

Figure 3. Boric acid residual percentages into wood after leaching according to UNI EN 84. AH: formulation with boric acid and albumin; BZ: formulation with boric acid and silicic acid.

Figure 3. Pourcentages résiduels d'acide bórico dans le bois après délavage selon UNI EN 84. AH: formulation avec acide bórico et albumine; BZ: formulation avec acide bórico et acide silicique.

Tipo di prova	Formulazione AH	Formulazione BZ
	media (ds)	media (ds)
	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
Laboratorio EN 113	382,22 (69,72)	875,53 (50,19)
Campo EN 252	236,20 (41,99)	258,46 (94,47)

Tabella 1. Ritenzione (espressa in kg/m<sup>3</sup>) dopo impregnazione delle formulazioni nei campioni utilizzati per le prove di efficacia antifungina.

Table 1. Retention in kg/m<sup>3</sup> of the two experimental formulations after impregnation in the samples for efficacy tests against wood decay fungi. AH: formulation with boric acid and albumin; BZ: formulation with boric acid and silicic acid.

Tableau 1. Rétention en kg/m<sup>3</sup> des deux formulations expérimentales après imprégnation des éprouvettes pour les tests d'efficacité contre les champignons du bois. AH: formulation avec acide bórico et albumine; BZ: formulation avec acide bórico et acide silicique.

Funghi	Trattamento AH			Trattamento BZ			Virulenza	
	Trattati	Controlli	N	Trattati	Controlli	N	Controlli	N
	media (ds) %	media (ds) %		media (ds) %	media (ds) %		media (ds) %	
<i>C. puteana</i>	0 (0)	34,4 (4,1)	10	0 (0)	59,2 (3,9)	10	43,4 (4,1)	6
<i>G. trabeum</i>	0 (0)	21,3 (3,0)	4	0 (0)	30,9 (5,5)	7	29,4 (3,0)	6
<i>P. placenta</i>	0 (0)	38,5 (4,6)	7	0 (0)	48,3 (5,2)	8	48,4 (7,8)	6

Tabella 2. Perdita di massa media dei provini trattati e di controllo dopo 16 settimane di esposizione ai funghi di prova. N equivale al numero dei provini validi secondo la UNI EN 113, ossia per i quali la perdita di massa del controllo non trattato era pari o superiore al 20 %.

Table 2. Mean mass loss of treated and untreated wood samples after 16 weeks of exposure to fungal activity. N means number of valid samples according to UNI EN 113, those who had a 20 % at least of mass loss within the control (untreated) wood blocks. AH: formulation with boric acid and albumin; BZ: formulation with boric acid and silicic acid.

Tableau 2. Perte de masse moyenne des éprouvettes traitées et non traitées après 16 semaines d'exposition aux champignons. N: nombre d'éprouvettes valides selon UNI EN 113, ceux qui avaient une perte de masse au moins de 20% dans les contrôles non traités. AH: formulation avec acide borique et albumine; BZ: formulation avec acide borique et acide silicique.

## SUMMARY

### OUTDOOR WOOD PRESERVATIVES BASED ON BORIC ACID AND OTHER CO-FORMULANTS: AN ECOFRIENDLY ALTERNATIVE TO COPPER SALTS

The most used formulations to protect wood from decay in use classes 3 and 4 in accordance with the UNI EN 335-1 are based on copper salts and other co-formulates such as azoles, organic compounds and boron. These preparations should ensure the conferred durability of wood for a long time; hence, it is important that the biocides are permanently fixed to the wood.

The research aims to develop preservatives without metal salts to be used in contact with the ground, eco-friendly and harmless to humans and animals.

Boric acid was used as biocide, due to its effectiveness against fungi and insects. It is also known to be easily leached from wood exposed to weather action. Albumin and silicic acid were therefore added in the formulations to guarantee the fixation of boric acid to wood.

The different formulations have been tested for the ability of boron fixation to wood by leaching test (UNI EN 84) and the protective efficacy against decay fungi through screening tests, laboratory tests (UNI EN 113) and field trials (UNI EN 252) currently in progress.

The results are promising, especially those concerning boron fixation and efficacy against decay fungi through laboratory tests, where some formulations have given a durability class 1 (very durable) according to UNI EN 350-1. The first evaluation of field trials shows a marked difference between the treated samples and controls.

## RÉSUMÉ

### PRODUITS DE PRESERVATION POUR LE BOIS A L'EXTERIEUR A BASE D'ACIDE BORIQUE ET D'AUTRES CO-FORMULANTS: UNE ALTERNATIVE AUX SELS DE CUIVRE RESPECTUEUSE DE L'ENVIRONNEMENT

La plupart de formulations utilisées pour la protection du bois en classes de service 3 et 4 conformément à la UNI EN 335-1, sont à base de sels de cuivre et d'autres co-adjuvants tels que les azolés, les composés organiques et le bore. Ces

préparations doivent assurer la durabilité conférée du bois pour une longue période de temps, il est donc important que les biocides soient fixés de façon permanente dans le bois. Cette recherche vise à développer des produits de préservation du bois en contact avec le sol, que soient sans sels de métaux, écologique et pas dangereux pour les humains et les animaux.

Le biocide utilisé a été l'acide borique, qui est connu pour son efficacité contre les champignons et les insectes, mais aussi pour être facilement délavé du bois soumis à l'action météorologique. L'albumine et l'acide silicique ont été ajoutés dans les formulations pour garantir la fixation de l'acide borique dans le bois.

Les différentes formulations ont été testées pour la capacité de fixation du bore par l'essai de délavage (UNI EN 84) et pour l'efficacité contre la dégradation des champignons à travers des essais de laboratoire (UNI EN 113) et des essais sur le terrain (UNI EN 252).

Les résultats sont prometteurs, en particulier ces qui concernent la fixation de l'acide borique au bois et l'efficacité vis-à-vis des champignons en laboratoire. Certaines formulations ont donné lieu à une durabilité de classe 1 (très durable) selon la norme UNI EN 350-1. La première évaluation des essais en contact avec le sol a présenté une différence marquée entre les échantillons traités et les contrôles.

## BIBLIOGRAFIA

- Cookson L.J., Pham K., 1995 - *Relative tolerance of twenty basidiomycetes to boric acid*. Material und Organismen, 29: 187-196.
- Eaton R.A., Hale M.D.C., 1993 - *Wood. Decay, pests and protection*. Chapman and Hall, London.
- Mazela B., Domagalski P., Mamonova M., Ratajczak I., 2007 - *Protein impact on the capability of the protein-borate preservative penetration and distribution into pine and aspen wood*. Holz Roh Werkstoff, 65: 137-144.
- Pizzi A., 1993a - *A new approach to non-toxic, wide spectrum, ground contact wood preservatives, Part 1- Approach and reaction mechanisms*. Holzforschung, 47: 253-260.
- Pizzi A., 1993b - *A new approach to non-toxic, wide spectrum, ground contact wood preservatives, Part 2- Accelerated and field biological tests*. Holzforschung, 47: 343-348.
- Thévenon M.F., Pizzi A., Gaudé C., Lanvin I., Boisseau D.,



- Antoine GillesLabat M.L., Le Bayon I., Brunet C., Giraudeau K., Paulmier Y., Girardi S., Ansard D., Marchal P., 1999 - *Evaluation d'un produit associant acide borique et protéines comme produit de préservation en classes 3-4 (Potentialities of an association boric acid-proteins as wood preservative for hazard class 3-4)*. ADEME programme concerté bois matériau. Convention 99 01 026.
- Thevenon M.F., Pizzi A., Haluk J.P., 1997 - *Non-toxic albumin and soja protein borates as ground-contact wood preservatives*. Holz Roh Werkstoff, 55: 293-296.
- Thevenon M.F., Pizzi A., Haluk J.P., 1998a - *One-step tannin fixation of non-toxic protein borates wood preservatives*. Holz Roh Werkstoff, 56 (1): 90.
- Thevenon M.F., Pizzi A., Haluk J.P., 1998b - *Protein borates as non-toxic, wide-spectrum, ground-contact wood preservatives*. Holzforschung, 52: 241-248.
- Thevenon M.F., Pizzi A., Haluk J.P., Zaremski A., 1998c - *Normalized biological tests of protein borates wood preservatives*. Holz Roh Werkstoff, 56 (3): 162.
- Thoussaint-Dauvergne E., Soulounganga P., Gerardin P., Loubinoux B., 2000 - *Glycerol-glyoxal: a new boron fixation system for wood preservation and dimensional stabilization*. Holzforschung, 54: 123 -126.
- UNI EN 84, 1997 - *Preservanti del legno. Invecchiamento accelerato del legno trattato prima delle prove biologiche - Procedimento di dilavamento*.
- UNI EN 113, 2006 - *Preservanti del legno. Metodo di prova per la determinazione dell'efficacia protettiva contro i funghi basidiomiceti xilofagi. Determinazione della soglia di efficacia*.
- UNI EN 252, 1991 - *Prova in campo per determinare l'efficacia protettiva di un preservante del legno messo a contatto con il terreno*.
- UNI EN 335-1, 2006 - *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno - Definizione delle classi di utilizzo - Parte 1: Generalità*.
- UNI EN 350-1, 1996 - *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida ai principi di prova e classificazione della durabilità naturale del legno*.
- Yamaguchi H., 2001 - *Silicic acid: boric acid complexes as wood preservatives*. IRG/WP01/30273.
- Yamaguchi H., 2003 - *Silicic acid: boric acid complexes as wood preservatives*. Wood Science and Technology, 37 (3-4): 287-297.
- Yamaguchi H., 2005 - *Silicic acid/boric acid complexes as ecologically friendly wood preservatives*. Forest Products Journal, 55: 88-92.

## I LEGNI TRATTATI TERMICAMENTE: CONOSCENZA, VALORIZZAZIONE E PROBLEMATICHE

(\*) Dipartimento di tecnologie, ingegneria e scienze dell' Ambiente e delle Foreste, Università della Tuscia, Viterbo

(\*\*) Margaritelli S.p.A., Divisione Legno per la Casa, Miralduolo di Forgiano, Perugia

Il trattamento termico ad alta temperatura può essere definito come un fenomeno di pirolisi in atmosfera controllata (160 – 245°C). Questo trattamento determina la progressiva degradazione degli elementi del legno. Le modificazioni a carico della frazione olocellulosica e della lignina determinano il miglioramento di alcune caratteristiche tecnologiche ed estetiche del materiale. Le reazioni vengono favorite dalla formazione di acido formico e di acido acetico i quali contribuiscono alla degradazione della struttura del legno. Durante il trattamento termico, la lignina subisce una degradazione ed una nuova polimerizzazione. Questo comporta la formazione di radicali fenolici a basso peso molecolare e altamente reattivi. Le alterazioni chimiche degli elementi rendono il legno meno igroscopico. Ciò conferisce un miglioramento della stabilità dimensionale, ma rende il legno più fragile nei confronti delle sollecitazioni meccaniche. Per questo motivo viene limitato l'uso strutturale di questo materiale. In nodo differente, l'aumento o la diminuzione del valore di durezza dipende da: specie, direzione di prova, temperatura e durata del trattamento. Un pregevole aspetto viene conferito dal cambiamento di colore. Questo viene determinato dalla temperatura e della durata del trattamento. In questo modo il materiale risulta meno suscettibile nei confronti degli agenti di degrado. La produzione di materiale con aspetto simile al legno di origine tropicale rappresenta un importante mezzo di incentivazione all'utilizzo di assortimenti legnosi provenienti dall'Europa centro-meridionale e all'uso di materiale proveniente da una razionale gestione forestale. Ciò rappresenta un importante strumento di valorizzazione economica di specie meno nobili e miglioramento tecnologico dei prodotti delle industrie del legno.

*Parole chiave:* legno, trattamento termico, durabilità, stabilità dimensionale.

*Key words:* wood, heat treatment, durability, dimensional stability.

*Mots clés:* bois, traitement thermique, durabilité, stabilité dimensionnelle.

### 1. INTRODUZIONE

Il trattamento termico ad alta temperatura può essere definito come un fenomeno di pirolisi in atmosfera controllata (160 - 245°C). Esso induce la modifica della struttura chimica del legno in seguito alla degradazione delle emicellulose, la reticolazione delle lignine e la modificazione della struttura cristallina della cellulosa (Chanrion P., *et al.* 2002). I trattamenti termici del legno sono stati da sempre praticati dall'uomo con lo scopo di migliorare la durabilità biologica del materiale. L'uso di legno trattato termicamente ha ben presto evidenziato ulteriori caratteristiche positive del materiale quali proprietà fisico ed estetiche del prodotto finito. Oggi il trattamento termico del legno viene impiegato per la produzione di materiale destinato agli ambienti esterni, rivestimenti in ambienti umidi, porte, finestre e pavimentazioni in legno, nonché strumenti musicali e complementi di arredo. Il progressivo sviluppo di questi prodotti ha comportato una costante diffusione del materiale e un continuo miglioramento tecnologico degli impianti di trattamento. Attualmente in Europa vi sono numerose aziende che producono legname trattato termicamente. I diversi sistemi di trattamento prevedono l'applicazione di un ciclo comunemente riassumibile in tre fasi: essiccazione, trattamento ad alta temperatura e raffreddamento del materiale. I diversi impianti di trattamento differiscono in base alla modalità di diffusione del calore.

### 2. EVOLUZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEL LEGNO TRATTATO TERMICAMENTE

La variazione delle caratteristiche del legno durante il trattamento comporta la produzione di un materiale con particolari caratteristiche tecnologiche tali da rendere il materiale idoneo a determinate applicazioni.

#### 2.1 Caratteristiche chimiche

Il trattamento comporta la modifica della struttura chimica del legno: degradazione delle emicellulose, la reticolazione della lignina, alterazione della struttura cristallina della cellulosa, degli estrattivi, ecc. Il primo cambiamento osservato durante il trattamento termico avviene intorno 100°C. Esso è rappresentato la diminuzione del quantitativo di umidità del legno, mentre la diminuzione del grado di polimerizzazione della cellulosa avviene principalmente intorno a 120°C (Fengel *et al.*, 1989). La degradazione della cellulosa non avviene solo per rottura dei legami molecolari ma vi sono ulteriori reazioni di deidratazione ed ossidazione (Shafizadeh, F., 1985). Le emicellulose rappresentano i composti del legno che manifestano la minore stabilità nei confronti del trattamento termico (Emsley *et al.*, 1994). Gli xilani e i pentosani infatti, rappresentano i composti maggiormente reattivi del legno. Gran parte delle reazioni degli xilani e degli arabinogalattani risultano essere reazioni esotermiche (Kotilainen R., 2000). Le principali sostanze volatili prodotte dalla pirolisi degli xilani sono

rappresentate da furfurolo ed acetaldeide (Faix O. et al 1991). La conseguente formazione di acido formico, acido acetico, diossido di carbonio ed acqua favoriscono un importante effetto sull'intensità di degradazione del legno. L'acido formico viene generato dai gruppi carbossilici degli acidi glucuronici siti nelle catene delle emicellulose. Come nel caso delle cellulose, anche nella degradazione delle emicellulose si formano acidi che facilitano l'idrolisi dei componenti del legno (Burgois J. et al. 1988). Durante il trattamento termico, la lignina subisce una degradazione ed una successiva nuova polimerizzazione o condensazione. In questo modo si formano delle molecole a basso peso molecolare e grande reattività. Questa condizione crea un alto numero di siti reattivi aumentando la reattività della lignina stessa. (Williams et al., 1994). Gli estrattivi rappresentano i componenti non strutturali del legno. la maggior parte degli estrattivi del legno possono evaporare a temperature elevate. I composti inorganici del legno rimangono inalterati qualora non vengano sottoposti ad elevate temperature. Questa condizione viene verificata qualora non ci sia la presenza di un ambiente fortemente ossidante o fortemente riducente (Kotilainen R., 2000). Le alterazioni chimiche comportano un cambiamento del colore e un cambiamento delle caratteristiche tecnologiche del legno.

## 2.2 Stabilità dimensionale

Una importante caratteristica del legno trattato termicamente è rappresentata dal miglioramento della stabilità dimensionale. Questo fattore è dovuto prevalentemente alla minore igroscopicità che assume il legno dopo il trattamento. La degradazione delle emicellulose rende il materiale meno sensibile nei confronti dell'adsorbimento o del desorbimento di umidità, pertanto il legno trattato termicamente diviene meno igroscopico (AA.VV., 2003). Attualmente, i maggiori processi industriali condotti su conifere e su latifoglie nordeuropee (Betulla e Pioppo tremolo) vengono praticati a 185 - 190 °C per produrre materiale destinato ad ottenere la massima stabilità dimensionale, mentre il legno trattato a 220°C viene destinato per le applicazioni che richiedono la massima durabilità biologica (Finnish ThermoWood handbook 2003). La soglia di trattamento pari a 180°C che caratterizza i prodotti di maggiore stabilità dimensionale trova una spiegazione nelle reazioni chimiche che si instaurano in seguito ai trattamenti praticati al di sopra di questa temperatura. Le reazioni di demetossilazione favoriscono la formazione di cellulosa amorfa e un aumento dei gruppi aromatici aumentando il numero di legami incrociati (Tjeerdsma et al. 1998; Sivonen et al. 2002). Prove condotte su conifere hanno dimostrato come la temperatura di trattamento svolga un ruolo fondamentale nella riduzione dell'igroscopicità, gli effetti sono tanto più evidenti quanto più le temperature di trattamento sono elevate (Sini Metsä - Kortelainen et al. 2006).

## 2.3 Caratteristiche meccaniche

Le ragioni chimiche del legno, favorite dal trattamento termico ad alta temperatura, inducono l'alterazione della struttura del legno. Prove di laboratorio mostrano la diminuzione della massa volumica del legno pari al 20% in conifere nordeuropee e 10% in legno di Faggio di origine nordeuropea. Le proprietà di resistenza meccanica e il Modulo di Elasticità risultano inferiori del 20-30% sia in legno

di conifere e sia in legno di latifoglie (Scheiding W. et al 2005). Queste caratteristiche tecnologiche limitano l'uso strutturale e le comuni applicazioni industriali di questo legno (Jämsä- Viitaniemi, 2001). La durezza Brinell riveste un indice molto importante per quanto riguarda i pavimenti in legno. in riferimento alla superficie del legno, l'indice di durezza riflette la distribuzione della densità del legno (Hirada H. et al 2001). L'aumento o la diminuzione del valore di durezza del legno, varia in base alle differenti specie considerate durante il termico. Esperimenti condotti su Betulla trattata a 200°C mostrano un aumento del livello medio della durezza radiale, tangenziale e longitudinale di circa 22-37% (Shi Li J. et al. 2007).

## 2.4 Colore

Il colore del legno trattato termicamente viene prodotto dalla temperatura di trattamento e dalla durata di applicazione di questo. Più la temperatura di trattamento è elevata e più scuro risulta l'aspetto del legno (ThermoWood Handbook, 2003). La colorazione del legno risulta molto differente in relazione alla specie e risulta elegantemente differente all'interno della stessa specie. Le differenze scaturiscono dalla composizione dei tessuti legnosi, dal clima, dal terreno, dalla gestione forestale delle piante, ecc. Il trattamento termico non induce la stessa colorazione tra durame e l'alburno i quali risultano distinti anche dopo il trattamento. La colorazione rappresenta un fattore molto importante per la commercializzazione dei prodotti quali manufatti, pavimenti complementi di arredo, ecc. (Chanrion P. et al. 2002).

## 2.5 Proprietà biologiche

Il trattamento termico del legno migliora la resistenza del legno nei confronti delle alterazioni biologiche causate da funghi. Analisi di laboratorio condotte su conifere nordeuropee e betulla mostrano un elevato livello di resistenza nel legno trattato alla temperatura di 220°C per 3-4 ore. L'incremento della resistenza alla carie del legno è stato giustificato dalla minore presenza di legami legno-acqua e dalla diminuzione del numero dei gruppi ossidrilici messi a disposizione dai carboidrati e dalla degradazione dei composti del legno (in modo speciale le emicellulose) (Kotilainen R., 2000).

## 3. CONSIDERAZIONI FINALI

L'impiego del trattamento termico rappresenta un importante strumento per la valorizzazione del legname. La produzione di materiale con aspetto simile a legno di origine extraeuropea diviene un importante mezzo incentivazione all'utilizzo di assortimenti provenienti dall'Europa centro-meridionale e all'uso di materiale proveniente da una razionale gestione forestale, rappresentando un importante strumento per la valorizzazione del territorio. Il trattamento termico conferisce un valore aggiunto al legname che presenta anomalie e difetti cromatici, causa del deprezzamento del materiale. Una importante considerazione viene data da una produzione industriale a basso impatto ambientale. Non è stata rilevata nessuna tossicità del legno trattato termicamente. Il trattamento consente quindi di fornire legno durabile in sintonia con le caratteristiche ecologiche degli ambienti in cui viene messo in opera. Tuttavia la diffusio-

ne degli impianti di trattamento è condizionata dal grande volume di materiale annuo da trattare necessario per compensare i grandi investimenti economici e dalla fragilità del legno che limita l'impiego per scopi strutturali. Attualmente, gruppi di ricerca lavorano allo sviluppo di progetti finalizzati a migliorare le proprietà tecnologiche del legno. La sinergia tra istituti di ricerca e società di produzione ha recentemente avviato una serie di indagini scientifiche finalizzate a valorizzare ed ottimizzare le caratteristiche tecnologiche del legno derivante dalle specie nobili europee trattate termicamente.

## SUMMARY

### HEAT TREATED WOOD: KNOWLEDGE, VALORIZATION AND PROBLEMS

Heat treatment could be defined like a phenomena of controlled pyrolysis (160 - 245°C). Treatment increases some technological wood properties and improve an aesthetic values of material. Thermal modification process produces a progressive degradation of wood components. The acids obtained by degradation of hemicelluloses serves as a catalyst in the hydrolysis of carbohydrate polymers of wood to soluble sugars. During the heat treatment, bonds between phenylpropane units are partly broken and lignin became melted. The lignin condensation increase the number of phenolic radicals highly reagents. This chemical modifications reduce the equilibrium moisture content of wood. A good level of decrease of swelling and shrinkage in wood after moisture adsorption is available after the process. The heat treatment decrease the mechanical strength. It becomes not able to structural use. Hardness increased or decreased depending on the species, test directions, and treatment program. Wood color becomes dark brown after increasing temperature and treatment time. Heat treatment represent an good method to improve the resistance against biological decay showing a good outside use. Thermally modified wood becomes more agreeable after finishing and largely appreciated by costumers. The not using of chemicals to preserve the wood and the possibility to use raw material from plantations represent real environmental value added. It's also a motivation to increase the use of certified wood from small mountain districts and wood transformation companies.

## RÉSUMÉ

### BOIS TRAITES THERMIQUEMENT: CONNAISSANCE, EXPLOITATION ET PROBLEMATIQUE

Le traitement thermique à haute température peut-être défini comme un phénomène de pyrolyse, en atmosphère contrôlée (160-245°C). Il favorise l'amélioration des caractéristiques techniques et esthétiques du matériau. Le traitement thermique engendre une dégradation progressive des éléments du bois. Les réactions de l'hémicellulose et de la cellulose comportent la formation d'acides qui favorise la dégénération de la structure du bois. Durant le traitement thermique, la lignine subit une

première dégradation et une nouvelle polymérisation. Cela implique la formation de radicaux avec un poids moléculaire réduit et fortement réactifs. Le bois devient moins hygroscopique, ce qui confère au bois une amélioration de la stabilité dimensionnelle. Le traitement thermique rend le bois plus fragile mécaniquement, c'est pour cette raison qu'on limitera l'utilisation structurelle de ce matériau. Cependant, l'augmentation ou la diminution de la dureté du bois dépendent des éléments suivants : essences, orientation de l'essais, température et la durée du traitement. Le traitement thermique engendre une coloration plus foncé du bois (brun-marron). La couleur varie en fonction de la température, de la durée du traitement et de l'essence. Le traitement thermique prolonge la durabilité du bois et offre la possibilité d'employer les bois de nos forêts certifiés en évitant tout ajout de produit chimique. Cela apporte une valeur importante au produit d'un point de vue écologique et représente une possibilité de développement pour l'industrie du bois ainsi que pour les petites ressources forestières.

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2004 - *Profil des produits forestiers Deuxième transformation. Bois traité à haute température*, Bibliothèque nationale du Québec, 2004.
- AA.VV., 2003 - *ThermoWood handbook*, Finnish, Thermowood Association, www.thermowood.fi.
- Burgois J, Guyonnet R., 1988 - *Characterization and analysis of terrified wood*. Wood Science and Tecnology 22: 143-155.
- Chanrion P., Schreiber J., 2003 - *Bois Traité par Haute Temperature*, CTBA.
- Emsley A.M., Stevens G.C., 1994 - *Kinetics and mechanisms of the low temperature degradation of cellulose*. Cellulose. Pp. 26-56.
- Faix O., Fortmann I., Bremen J., Meier D., 1991 - *Thermal degradation products of wood, Gas-cromatographic separation and mass spectrometric characterization of polysaccharide derived products*. Holz Roh Werkst. 49: 213-219.
- Fengel, D., Wegener G., 1989 - *Wood Chemistry, Ultrastructure Reactions*. Berlin, Germany: Walter de Gruyert, pp. 26.
- Hirata S., Ohta M., Homna Y., 2001 - *Hardness distribution on wood surface*. Japan Wood Science (2001) 47: 1-7.
- Jämsä S., Viitaniemi P., 2001 - *Heat treatment of wood better durability without chemicals*. In: Rapp A.O. (Ed.), Review on Heat Treatments of Wood. Proceedings of the Special Seminar, Antibes, France, pp. 17-22.
- Kotilainen R., 2000, - *Chemical changes in Wood during heating at 150-260°C*. PhD thesis Department of chemistry, University of Jyväskylä, Finland.
- Shafizadeh F., 1985 - *Fundamental of Thermochemical biomass conversion*. Overed P.P., Milne T.A., Mudge L.K. (Eds.). New York, USA. Elsevier.
- Shi Li J., Kocaeffe D., Zhang J., 2007 - *Mechanical behavior of Quebec wood species heat-treated using ThermoWood process*, Holz Roh Werkst (2007) 65: 255-259.
- Sini Metsä-Kortelainen, Antikainen T., Viitaniemi P., 2006



- *The water absorption of sapwood and heartwood of Scots pine and Norway spruce heat-treated at 170 °C, 190 °C, 210 °C and 230 °C.* Holz als Roh- und Werkstoff (2006) 64: 192-197.
- Sivonen H., Mannu S.L., Sundholm F., Jämsä S., Viitaniemi P., 2002 - *Magnetic Resonance Studies of Thermally Modified Wood.* Holzforschung 56 (2002) 648-654.
- Scheiding W., Kruse K., Plaschkies K., Weiß B., 2005 - *Thermally modified wood (TMW) for playground toys: investigation on 13 industrially manufactured products.* 2<sup>nd</sup> European Conference of Wood Modification. Göttingen 2005.
- Tjeerdsma B.F., Boonstra M., Pizzi A., Tekely P., Militz H., 1998 - *Characterization of thermally modified wood: Molecular reason for wood performance improvement,* Holz Roh-Werkst, 56. 149-153.
- Williams, P.T., Besler, S., 1994 - *Thermogravimetric analysis of the components of biomass.* Pages 771-783 in *Avances in Thermochemical Biomass Conversion*, Vol.2, Pyrolysis, first edition. Bridgewater, A.V. (Ed.). Blackie Academic e Professional.

## NUOVE PROSPETTIVE PER L'ARBORICOLTURA DA LEGNO IN SICILIA: LA COLTIVAZIONE DEL NOCE PECAN (1)

(\*) Dipartimento di Scienze Botaniche, Università di Palermo

(1) Studio effettuato nell'ambito di ricerche effettuate con il contributo di cui alla L.R. 25/93

In funzione della promozione dell'arboricoltura da legno in Sicilia, vengono presentati i risultati di osservazioni condotte presso l'Orto botanico di Palermo, concernenti la coltivazione del noce pecan (*Carya illinoensis*). Essi vengono valutati positivamente anche in relazione alla crescita e alle caratteristiche del legno che potrebbe trovare localmente utile impiego.

*Parole chiave:* produzioni legnose, pecan, Sicilia.

*Key words:* timber production, pecan, Sicily.

*Mots clés:* production du bois, pecanier, Sicile.

### PREMESSA

L'Italia rientra fra i paesi in cui lo sviluppo dell'industria del legno, notevole per l'economia nazionale, è limitato dal fatto che la disponibilità di materia prima di origine locale è del tutto inadeguata a fronteggiare la richiesta del mercato. In questa problematica, un importante contributo in grado di ridurre sensibilmente le importazioni, che rappresentano una voce del bilancio statale marcatamente passiva, potrebbe chiaramente essere apportato dall'incremento della produzione legnosa ad elevato standard qualitativo, anche attraverso nuovi impianti di specie d'interesse forestale. In quest'ottica è stato intrapreso uno studio finalizzato a verificare la capacità di adattamento alle variegate condizioni pedoclimatiche dell'ambiente siciliano possedute dal pecan (*Carya illinoensis*), specie da tempo presente in Sicilia dove è apprezzata per i frutti eduli dal sapore simile a quello della noce comune, ma tenuta in scarsa considerazione in funzione del legno di buon valore in ebanisteria, nonché per la rapida crescita delle piante. Per questi aspetti, la coltivazione di tale essenza, almeno in Sicilia potrebbe fornire un apporto non trascurabile non solo rispetto alla succitata carenza di legname ma anche nella riconversione di colture eccedentarie o che non trovano più adeguati riscontri economici e commerciali a livello comunitario, o ancora per una migliore valorizzazione delle aree marginali di difficile meccanizzazione.

### CARATTERI GENERALI

Il genere *Carya* Nutt. della famiglia *Juglandaceae* comprende circa 25 specie di grandi alberi decidui, monoici, dal midollo solido e dalle cortecce brunastra e liscia che diventa scariosa con l'età. Esse hanno foglie alterne e stipolate, pennate e comprendenti fino a 17 foglioline; Infiorescenze maschili in amenti penduli; calice 2-3 lobato; stami fino a 10; l'infiorescenza femminile è una spiga con 2-20 fiori, dotati di ovario uniloculare. Il frutto è una drupa globosa o ellittica, indeiscente, con l'epicarpo duro che si apre dividendosi in 4 valve. L'areale del genere comprende l'America settentrionale e la Cina sud-orientale e centrale.

Quasi tutte le specie di *Carya* sono utilizzabili come piante ornamentali o per la produzione di legno; alcune anche per il frutto. Sembra che la diffusione per la produzione di frutti trovi dei limiti nel fatto che le piante iniziano a fruttificare dopo i 10 anni, nella bassa resa (22-45 kg ad albero mediamente ogni 3 anni) e nella grande mole raggiunta dalla pianta.

*Carya illinoensis* K. Koch, rientra nella tribù *Hicoreae* sect. *Apocarya*, caratterizzata da drupe (intese comunemente come noci) che in sezione trasversale, attorno alle pareti ed al setto centrale, evidenziano vistose lacune color ruggine. È un albero alto 15-25 m e talora, nelle regioni di origine, anche 50 m. Si distingue dalle altre specie di *Carya* per il frutto dotato di epicarpo sottile con il gheriglio dolce. Le noci presentano forma da ellittica ad oblunga, sezione trasversale circolare, con involucro liscio, marrone e caratteristiche strisce nerastre, particolarmente concentrate presso gli apici. Le foglie sono pennate-composte con numero di foglioline che aumenta con l'età della pianta: da foglie semplici nei semenzali di 1 anno fino a un massimo di 23 foglioline in individui di appena 3 anni. Le foglie di piante adulte presentano mediamente da (7) 9 a 13 (17) foglioline per foglia, evidenziando una spiccata variabilità sia tra individui originati da piante madri geneticamente diverse, che tra quelli riferiti ad una stessa cultivar ma in diverso stadio ontogenetico. La fogliolina apicale è simmetrica, con lamina da ovata a lanceolata, con apice normalmente acuto e base decorrente. Le foglioline laterali sono più o meno asimmetriche e falcate, presentano base ottusa, apice attenuato e margini dentati limitatamente alla porzione mediana ed apicale; in prossimità della base, le foglioline normalmente sono a margine intero.

Il suo areale si estende lungo il Fiume Mississippi ed i relativi tributari dell'Illinois del Nord e dello Iowa, fino alla costa atlantica, Nord Kentucky e Alabama centrale, estendendo l'areale a Sud fino al settore sud-orientale del Messico.

La specie è molto variabile e comprende numerosi taxa infraspecifici oltre a numerosi ibridi generati prevalentemente per effetto della coltivazione. In America, nell'area in cui è diffusa la coltivazione, si distinguono: piante a distribuzione orientale che vivono nelle regioni meridionali sotto un regime climatico umido, adattabili anche a condizioni di moderata aridità; piante a distribuzione prevalentemente occidentale, adattate a climi più secchi e poco resistenti all'umidità; piante a distribuzione prevalentemente settentrionale con stagioni nettamente definite; piante adattate a climi decisamente nordici.

Nella Regione mediterranea, il pecan è riportato, fin dall'inizio del XX secolo, come piuttosto sporadico nella Penisola iberica, Nord-Africa e Malta (Savastano, 1925) oltre che in Sicilia nell'Orto botanico di Palermo dove, coltiva-

to sin dall'800, si comporta come pianta rustica a rapida crescita (Terracciano, 1905). Per quanto riguarda il resto dell'Isola, ha trovato una limitata diffusione lungo la costa orientale e sulle pendici orientali dell'Etna, dove si osservano vari grandi esemplari coltivati per il frutto di cui esiste localmente un certo commercio. La fioritura avviene in primavera e la maturazione dei frutti in autunno inoltrato.

## MATERIALI E METODI

Lo studio di *Carya illinoensis*, svolto nell'arco di 8 stagioni, tra il 2001 ed il 2003, ha comportato osservazioni sugli aspetti biologici, autoecologici, sulla variabilità fenotipica, sulla moltiplicazione gamica ed agamica e sull'attitudine alla produzione del legno nel territorio siciliano, utilizzando come piante madri individui presenti nell'Orto botanico di Palermo dal 1881.

Le prove di riproduzione gamica sono state svolte procedendo, nel mese di gennaio, con la raccolta dei frutti ed effettuando la semina in fitocella, nella terza decade di marzo, ponendo 4 frutti in ciascuna per un numero complessivo di 50 fitocelle. Al secondo anno le prove sono state ripetute anticipando la data di semina alla prima decade di marzo.

Le prove di propagazione agamica sono state effettuate al primo anno attraverso il prelievo a gennaio, poco prima della ripresa vegetativa, di 50 talee legnose, lunghe circa 40 cm e grosse 2 cm e poste a radicare in vaso senza l'uso di ormoni rizogeni, mentre al secondo anno la prova è stata ripetuta previo trattamento delle talee con IBA alla concentrazione di 10.000 ppm.

Il rilevamento dei dati fenologici, ecologici e colturali è stato condotto sugli esemplari coltivati nell'Orto botanico.

## RISULTATI

Per quanto riguarda le prove di riproduzione gamica l'emergenza è iniziata dopo circa 6 settimane e si è protratta per oltre un mese. La germinabilità ha raggiunto valori superiori all'80%. I semenzali, dalle rilevazioni effettuate a cadenza mensile, hanno fatto registrare una rapida crescita sia epigea che ipogea. A fine estate del primo anno, le piantine presentavano un'altezza compresa tra 25 e 40 cm ed una circonferenza variabile tra 4 e 7 mm; evidenziavano un comportamento da caducifoglie autunnali con filloptosi iniziata nella seconda metà di novembre e conclusa alla fine di gennaio. A febbraio, infatti, la maggior parte degli individui era senza foglie e solo il 5% le ha conservate parzialmente verdi fino a metà marzo. Solo pochi individui, posti in posizione riparata, hanno concluso tale fase qualche giorno prima della ripresa primaverile. Va anche rilevato che alla fine del primo anno, nel periodo precedente il riposo vegetativo, i semenzali evidenziavano foglioline semplici, ma alla ripresa, ad eccezione delle piante meno vigorose, quasi tutte hanno emesso foglie composte imparipennate.

All'inizio del 2° anno, i semenzali in fitocella presentavano buone condizioni vegetative mantenendo le foglie fino a dicembre. La ripresa vegetativa è iniziata nella prima settimana di aprile. Gli individui di maggiore sviluppo presentavano foglie composte, imparipennate, mentre quelli più piccoli ancora foglie semplici. L'inizio della ripresa vegetativa sembra subire variazioni in relazione all'andamento climatico. Negli anni di osservazione, la ripresa vegetativa ha avuto

andamento scalare dalla prima decade di marzo fino alla seconda di aprile.

L'altezza raggiunta dagli individui, alla fine del 2° anno, oscillava da 48 ad 81 cm, al 3° anno da 90 a 145 cm con diametri compresi fra 1,4 e 2,2 cm. Osservazioni relative all'apparato radicale hanno palesato uno sviluppo apprezzabile del fittone che, in diversi casi, dopo i primi due anni fuoriesce dalla fitocella o tende a risalire verso l'alto, dando inizio al cosiddetto "nido di rondine". Tale constatazione suggerisce di effettuare il trapianto non oltre il secondo anno.

Le prove di propagazione agamica, tenuto conto che i risultati ottenuti al primo anno non sono stati del tutto positivi, sono state ripetute previo trattamento con IBA, alla concentrazione di 10.000 ppm. A fine stagione, la percentuale di talee radicate era pari al 45%.

Ricognizioni nel territorio regionale, hanno permesso di accertare la presenza di un impianto sperimentale di circa 10 anni, realizzato nei campi dell'Istituto Sperimentale Agrario di Milazzo, e di un campo di circa 20 anni nei pressi della foce del Fiume Fiumefreddo (CT). Inoltre, limitatamente alla costa orientale, nel tratto compreso tra Taormina e Catania, si è constatato un uso relativamente diffuso del pecan come specie di interesse decorativo, a quote inferiori ai 200 m, con frequenti individui di grande taglia.

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In accordo con Savastano (1925) si può affermare che in Sicilia il pecan possa trovare le migliori condizioni di diffusione all'interno dell'area di coltivazione degli agrumi, potendo essere coltivato su suoli alluvionali profondi, freschi e con falda freatica superficiale, in quanto manifesta elevate esigenze idriche.

La coltivazione di esemplari affidati a privati a diverse quote e su substrati diversi, nonché verifiche sulle condizioni degli impianti rinvenuti nella Sicilia orientale, evidenziano una buona capacità di adattamento della specie a differenti condizioni podologiche, in alcuni casi nonostante lo stato di abbandono. Gli individui osservati presentano un'apprezzabile vigoria solo lungo la fascia litoranea e sublitoranea, a quote inferiori ai 300-400 m s.l.m. Per tale ragione, si ritiene che *C. illinoensis* possa essere utilizzata nell'area di coltivazione degli agrumi, dove risulta essere pianta a crescita molto veloce.

In conclusione, la specie ha manifestato uno sviluppo vegetativo e una velocità di crescita non raffrontabile con le essenze legnose autoctone, ma si è rivelata molto esigente per quanto riguarda la disponibilità di nutrienti e il fattore idrico. Può essere coltivata con successo su substrati non eccessivamente compatti e con disponibilità idriche per eventuali irrigazioni di soccorso nel periodo estivo. In relazione ad una potenziale utilizzazione come specie di interesse selvicolturale in Sicilia, in base a campioni prelevati in piante dell'Orto botanico di Palermo, la resa e le caratteristiche del legno sono apprezzabili; pertanto impianti destinati alla produzione di legname potrebbero rappresentare una buona prospettiva per l'arboricoltura da legno in Sicilia e nel meridione d'Italia. Va evidenziato che trattandosi di alberi di prima grandezza, con chioma molto espansa, la produzione legnosa verrebbe ad essere privilegiata adoperando sesti d'impianto a maglia relativamente stretta.





Foto 1. Gruppo di piante di *Carya illinoensis* di circa 40 anni coltivate nell'Orto botanico di Palermo.  
 Photo 1. Group of plants of *Carya illinoensis* of nearly 40 years cultivated in the Botanical Garden of Palermo.  
 Photo 1. Groupe de plantes de *Carya illinoensis* de presque 40 ans cultivées dans le Jardin botanique de Palerme.



Foto 2. Ramo con frutti pressoché maturi di Pecan nell'Orto botanico di Palermo.  
 Photo 2. Branch with fruits nearly mature of the Pecan in the Botanical Garden of Palermo.  
 Photo 2. Branche avec des fruits presque mûrs de pecanier cultivé dans le Jardin botanique de Palerme.



Foto 3. La chioma del maestoso esemplare di *Carya illinoensis* di poco più di 100 anni coltivato nell'Orto botanico di Palermo.  
 Photo 3. The foliage of the magnificent specimen of *Carya illinoensis* of little more than 100 years cultivated in the Botanical garden of Palermo.  
 Photo 3. Le feuillage du majestueux exemplaire de peu plus que 100 ans de *Carya illinoensis* cultivées dans le Jardin botanique de Palerme.



Foto 4. Esemplare di Pecan di età compresa tra 80 e 90 anni coltivato nell'Orto botanico di Palermo.  
 Photo 4. Specimen of Pecan 80-90 years old cultivated in the Botanical Garden of Palermo.  
 Photo 4. Exemplaire de pecanier d'âge compris parmi 80 et 90 ans cultivé dans le Jardin botanique de Palerme.





Foto 5-6. Saggi di legno ricavati da un grosso ramo dell'esemplare ultracentenario di Pecan dell'Orto botanico di Palermo.  
 Photo 5-6. Samples of wood obtained from a large branch of the over a hundred years old Pecan of the Botanical Garden of Palermo.  
 Photo 5-6. Echantillons de bois tiré d'une gros branche de l'exemplaire ultracentenaire de le Jardin botanique de Palerme.

#### SUMMARY

##### A NEW PERSPECTIVE FOR TIGER WOOD PRODUCTION IN SICILY: THE CASE STUDY OF PECAN

In order to promote the tiger wood production in Sicily, remarks on the experimental cultivation of the pecan nut (*Carya illinoensis*) carried out in the Palermo Botanical Garden are presented. The results of this experience appear positive as far as the growth factor and the characteristics of the wood produced, which could be locally exploited.

#### RÉSUMÉ

##### NOUVELLE PERSPECTIVE POUR LA PRODUCTION DU BOIS EN SICILE: LA CULTURE DU PECANIER

A fin de promouvoir l'arboriculture pour la production

de bois de menuiserie, on présent un essai de la culture du pecanier (*Carya illinoensis*) conduit dan le Jardin Botanique de Palerme. Les résultats sont évalués positifs par rapport à croissance des plantes et aux caractéristiques du bois, qui pourrait rencontrer une exploitation dans la région.

#### BIBLIOGRAFIA

- Terracciano A., 1905 - *La "Pecan Nut": nuova pianta da introdurre nelle colture arboree di Sicilia*. Boll. Reale Orto Bot. Giard. Colon. Palermo, 4: 178-185.  
 Savastano G., 1925 - *Sulla possibilità di coltivazione del pecan (Hicoria pecan, Raf.) in Italia*. Ann. R. Stazione Agrum. Frutt. Acireale, 8: 65-87.

## MODALITÀ DI UTILIZZAZIONE E PRODUTTIVITÀ IN CANTIERI FORESTALI PER BIOMASSA DI EUCALITTO IN SICILIA

(\*) Regione Siciliana, Assessorato Agricoltura e Foreste, Dipartimento Azienda Foreste Demaniali, Caltanissetta

(\*\*) Dipartimento di Colture Arboree, Università di Palermo

In Sicilia, dove sono impiantati circa 35.000 ha. di eucalitteti, puri e misti, non oggetto di utilizzazione selvicolturale, il Dipartimento Regionale Azienda Foreste Demaniali (AFDRS), ha sviluppato un progetto per la utilizzazione di circa 9.000 ha, in nove anni, di tali impianti.

Società industriali private intendono ricavare biomassa per alimentare una centrale termoelettrica da costruire in provincia di Enna, con potenza di 20 Mw. Le problematiche di utilizzazione forestale sono complesse, dovendo realizzare filiere produttive ma a basso impatto ambientale.

Questi elementi sono alla base del presente studio che, attraverso il rilevamento dei tempi di lavoro durante le operazioni di utilizzazione forestale, analizza il tipo di filiera adottata, per verificare l'influenza dei fattori stazionali ed organizzativi sulla produttività realizzata.

I risultati evidenziano che la produttività oraria può essere migliorata significativamente, agendo sulla impostazione preliminare, la logistica e la organizzazione di cantiere.

*Parole chiave:* Sicilia, *Eucalyptus*, biomassa, energia, utilizzazioni forestali.

*Key words:* Sicily, *Eucalyptus*, biomass, energy, forestry utilization.

*Mots clés:* Sicile, *Eucalyptus*, biomasse, énergie, utilisations forestiers.

### 1. PREMESSA

Le misure internazionali per il contenimento in atmosfera dei gas-serra, hanno accresciuto l'interesse dei paesi industrializzati nei confronti del legno, quale fonte energetica rinnovabile in sostituzione delle fonti fossili d'energia.

A livello nazionale è riscontrabile un grande numero di iniziative che utilizzano il legno e le biomasse forestali, sia per la produzione di calore che, in minor misura, di energia elettrica, sia su scala locale e regionale, con approvvigionamento da "filiera di recupero" (tagli intercalati, cascami), o da biomassa principale.

In Sicilia l'Azienda Foreste Demaniali della Regione nell'anno 2000, con procedura di selezione pubblica, ha posto in vendita degli eucalitteti demaniali per ricavare biomassa ad uso energetico (Saporito 2001; Saporito 2004). Sono stati venduti originariamente circa 2.700 ha di eucalitteti in piedi, da utilizzarsi in un triennio e che gli acquirenti hanno finora destinato, con propri contratti di fornitura, quale componente all'alimentazione parziale di una centrale termoelettrica ubicata in Calabria, in località Strongoli (CR), gestita da Biomasse Italia s.r.l. Attualmente il contratto di vendita dei popolamenti di eucalitto interessati, è stato prorogato da una durata di 3 ad una di 9 anni, interessando altri 6.000 ha di eucalitteti, mentre il gruppo industriale aggiudicatario (Biomasse Sicilia spa, gruppo SPER spa), ha ottenuto tutte le autorizzazioni per la costruzione di una centrale in località Zona industriale Dittaino (EN), della potenza di circa 20 Mw, la cui costruzione sarà avviata entro il 2009.

Le problematiche legate alla utilizzazione di così vaste superfici boscate, anche se di origine artificiale, sono complesse. Nella redazione del progetto per gli aspetti selvicolturali (Saporito 1998, 1999b), per l'individuazione delle aree e la redazione di un piano di taglio annuale e poliennale, finalizzato a limitare gli impatti ambientali, idrogeologici e visivi dell'utilizzazione stessa; in fase di esecu-

zione, per quelle connesse alla impostazione delle filiere di utilizzazione forestale ed agli impatti dei cantieri di utilizzazione su suolo e ceppaie (Saporito 2004).

Sotto l'aspetto delle utilizzazioni forestali, l'avvio in regione di cantieri finalizzati alla produzione di biomassa ad uso energetico, ha dato lo spunto per il presente studio che, attraverso il rilevamento dei tempi di lavoro durante le operazioni forestali, ha permesso di analizzare il tipo di filiera di utilizzazione forestale adottata e verificare l'influenza dei fattori organizzativi sulla produttività della stessa.

### 2. L'AREA STUDIO

Lo studio è stato condotto in un eucalitteto della parte sud della provincia di Caltanissetta, nel complesso boscato denominato *Rafforosso*, agro di Mazzarino (A.F.D.R.S., 2002).

L'intero complesso, in un corpo unico ed esteso oltre 2.500 ha, deriva da una vasta attività di rimboschimento realizzata a partire dagli anni '60, utilizzando *Eucalyptus occidentalis*, *E. gomphocephala* e *Pinus halepensis*, in area collinare con altitudine media di 400 m s.l.m..

Si tratta di una stazione a clima mite ma relativamente arida, più idonea all'*Eucalyptus occidentalis*, e meno all'*E. gomphocephala*, per il regime delle precipitazioni, anche se tale specie è arido-resistente (Ciancio *et al.* 1981).

Nelle aree interessate dall'utilizzazione sono presenti impianti particellari sia di *Eucalyptus gomphocephala* che di *E. occidentalis*, coetanei, dell'età di 35 anni, mai ceduti, con densità di impianto di circa 600 p/ha ed altezze medie delle due specie sovrapponibili (Tabella 1).

Il peso della biomassa allo stato fresco è stato determinato con l'impiego di due tavole allometriche locali, costruite per l'*Eucalyptus occidentalis* (Saporito, 1999a) e per l'*E. camaldulensis* (Saporito, 2003) trattandosi, in quest'ultimo caso, di specie molto simile, nella forma della chioma e nel portamento, all'*E. gomphocephala*.

### 3. IL CANTIERE D'UTILIZZAZIONE

Lo studio ha interessato un cantiere di utilizzazione di un'area estesa 28 ha, a morfologia pianeggiante, con un impianto di *E. gomphocephala*, coetaneo e dell'età di 35 anni, mai ceduto. Il trattamento effettuato è a raso.

Gli utilizzatori della Società acquirente hanno impostato filiere di utilizzazione relativamente semplici ma poco produttive. L'organizzazione del cantiere prevede la produzione in campo di tronchetti (2,4 m) e fascine con un metodo definibile come semi-meccanizzato, impiegato tradizionalmente dalle ditte boschive siciliane, costoso e di un certo impatto su suolo e ceppaie (Saporito, 2004).

In cantiere le operazioni sono effettuate da due squadre di tre operai ciascuno. La prima, con motosega, abbatte, srama e seziona le piante; la seconda provvede a riunire i tronchetti in cataste, a disporre le ramaglie in andane, ad esboscare il tutto con un trattore agricolo, munito di pinza caricatrice e rimorchio. La ramaglia è quindi accumulata in imposti prefissati e cippata; i tronchetti caricati su rimorchi stradali.

Il parco macchine utilizzato è costituito da 3-5 motoseghe e 2 trattori con potenza di 130 e 110 Hp, con rimorchio e pinza idraulica. La squadra tipo è formata da 6-7 addetti, di cui 3 motoseghisti, 2 aiuti ed 1-2 conduttori mezzi agricoli.

### 4. DATI RACCOLTI E METODOLOGIA DI RILIEVO

Scopo del lavoro era quello di analizzare il tipo di filiera adottato dall'utilizzatore, al fine di trarre elementi di valutazione su tempi e produttività. Si è quindi proceduto ad effettuare l'analisi dei tempi rilevati in cantiere, con riferimento alle fasi di utilizzazione, individuando le caratteristiche e la durata di ognuna di esse. Le rilevazioni si sono protratte per 4 giorni lavorativi, per un tempo totale di osservazione di 28,2 ore, cui ha corrisposto un tempo produttivo di 25,2 ore. L'attività di utilizzazione è stata suddivisa in fasi e sotto-fasi, registrando i tempi di lavoro per ognuna di esse. Si sono quindi distinte due diverse operazioni, abbattimento-allestimento ed esbosco, articolate a loro volta in fasi (Tabella 2).

Si è quindi organizzata una tabella di cronometraggio per registrare i tempi di ogni singola fase. Sono state inoltre effettuate una serie di osservazioni delle fasi di lavoro ad intervalli regolari di 30" per un periodo di 15 minuti, rilevando l'attività dei vari operatori e registrando le diverse sottofasi in atto, quali componenti in cui è possibile suddividere le fasi stesse, al fine di determinare, attraverso il calcolo della frequenza di ognuna esse, l'incidenza rispetto al tempo totale di osservazione e al tipo di operazione realizzata. Per l'operazione di abbattimento-allestimento sono state rilevate le seguenti sottofasi: l'operaio si dirige; ripulisce pressa pianta; abbatte; depezza; srama; rifornimento; manutenzione; pausa;

Con questa analisi è stato possibile determinare la frequenza delle singole componenti e l'incidenza dei tempi netti sui tempi totali di lavoro.

### 5. RISULTATI E DISCUSSIONI

Inizialmente si è proceduto ad analizzare i tempi di lavoro parziali, rispetto a quelli totali.

Per l'operazione di abbattimento, il rilievo continuo dei tempi di lavoro al fine di verificare l'incidenza dei tempi netti sui tempi totali, ha evidenziato, in termini percentuali, una incidenza del 71% del tempo effettivo di lavoro, del 15% per manutenzioni e del 14% per pause.

Il tempo effettivo di lavoro si ritiene abbastanza buono, incidendo favorevolmente la giacitura pianeggiante dell'area, il taglio raso, la modesta altezza delle piante e la regolarità del sesto di impianto, elementi che facilitano l'abbattimento e la successiva lavorazione.

Nell'operazione di abbattimento-allestimento, si è analizzata la frequenza di ogni sottofase di lavoro, determinando l'incidenza di ognuna di esse rispetto al tempo totale di lavoro.

L'analisi ha evidenziato la maggiore incidenza della depezzatura (22%), seguita dall'abbattimento (20%) e dalla sramatura (13%) (Fig 1).

La produttività delle fasi di abbattimento ed allestimento è stata analizzata attraverso lo studio delle correlazioni fra  $D_{1,30}$  delle piante lavorate, numero delle piante/ora lavorate e tempo di lavorazione per pianta, elementi direttamente correlati alle dimensioni e quindi alla biomassa totale delle piante.

La funzione di abbattimento, che correla il numero di piante/ora abbattute con il loro diametro, decresce velocemente fino a 20-25 cm di  $D_{1,30}$ ; il tempo di abbattimento per pianta, invece, aumenta velocemente oltre i 25 cm di  $D_{1,30}$  (Fig. 2.a, 2.b). Il solo abbattimento è veloce ed è realizzato in modo da direzionare bene le piante, data l'esperienza dell'operatore. Nell'abbattimento le dimensioni delle piante e la loro ramosità, costituiscono, in ogni caso, uno dei fattori determinanti per ottenere buone produttività.

La funzione di allestimento ha invece evidenziato la rapidità di tale operazione entro i 15 cm di  $D_{1,30}$  mentre, oltre tale diametro, i tempi non aumentano, con una di munizione della produttività oraria significativa (Fig. 3.a, 3.b).

Infine, per correlare i tempi di esbosco alla quantità di biomassa legnosa esboscata, è stata analizzata la produttività in funzione della distanza percorsa, evidenziando come, passando da una distanza di esbosco da 50 m a 250 e 650 m, la massa esboscata diminuisce rispettivamente del 9% e del 23%. Conseguentemente, la migliore produttività oraria si realizza entro una distanza d'esbosco non superiore a 250 m (Fig. n° 4) e la stessa potrebbe essere migliorata con l'individuazione preliminare di vie preferenziali di esbosco, in rapporto alla ubicazione degli imposti.

### 6. CONCLUSIONI

L'analisi dei tempi di lavoro e delle frequenze con cui si presentano le diverse componenti in cui è possibile suddividere le diverse fasi di lavoro nella utilizzazione dell'eucalitteto descritto, evidenzia che:

- l'operazione di abbattimento è relativamente veloce e potrebbe essere migliorata, nella produttività dei tempi di lavoro, con una più accurata organizzazione della logistica (es. rifornimenti) ed una migliore formazione professionale degli addetti, con riferimento alle attività di manutenzione della motosega;

- nell'operazione di abbattimento-allestimento, la sramatura è solo apparentemente più rapida dell'abbattimento, in

quanto si equivale con tale fase, considerando anche la ripulitura del tronco; la depezzatura invece, quasi equivale all'abbattimento;

- l'analisi delle funzioni di produttività per l'abbattimento e l'allestimento, evidenzia una certa stabilizzazione della produttività (piante/ora lavorate e tempi di lavoro per pianta), oltre i 25-30 cm di  $D_{1,30}$ ;

- nelle condizioni morfologiche cui si riferisce lo studio, con pendenza max. entro l'8-10%, la migliore produttività

oraria si realizza entro una distanza d'esbosco non superiore a 250 m;

Nel complesso la produttività del cantiere è buona, ma potrebbe essere aumentata con una migliore formazione professionale degli operatori, una adeguata logistica ed una più efficiente impostazione in bosco del cantiere, con riferimento allo studio preliminare dei tracciati e delle vie preferenziali di esbosco, al fine di contenere la lunghezza degli spostamenti.

	<i>E. gomphocephala</i>	<i>E. occidentalis</i>
Ø Medio (cm)	14,7	15,7
H <sub>m</sub> (m)	10,20	11,43
H <sub>d</sub> (m)	15,40	16,8
G/ha (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	11,28	12,85
Dm (cm)	15,47	16,35
Biomassa allo stato fresco kg ha <sup>-1</sup>	79.364	147.411

Tabella 1. Caratteristiche dendrometriche delle aree di saggio.

Abbattimento- allestimento	Esbosco (carico, esbosco e scarico)
Ora di inizio	Ora di inizio
Ora di fine	Ora di fine
Tempo di abbattimento	Tempo di andata(corsa per carico)
Tempo di allestimento	Tempo di carico su rimorchio
Tempi morti	Tempo di Ritorno e scarico
Tempo totale	Tempo di Trasferimento su motrice (scarico)
(Rilevate anche n°, Ø ed h piante)	Tempo di per altre attività
	Tempi morti
	Tempo totale

Tabella 2. Fasi di suddivisione delle operazioni di abbattimento-allestimento ed esbosco.

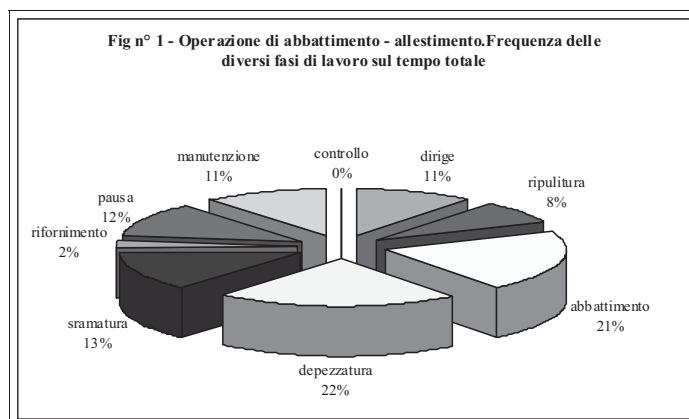


Figura 1. Operazione di abbattimento-allestimento. Frequenza delle diversi fasi di lavoro sul tempo totale.

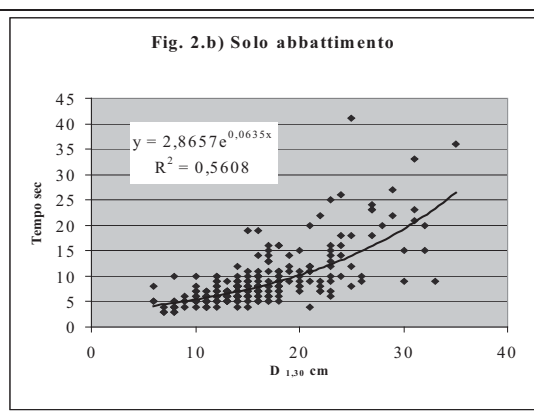
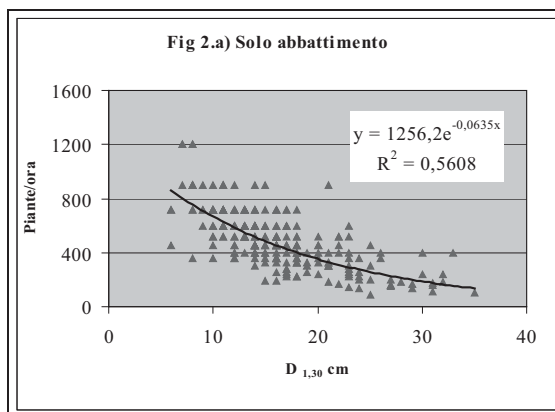


Figure 2.a e 2.b Funzioni di produttività per l'abbattimento.



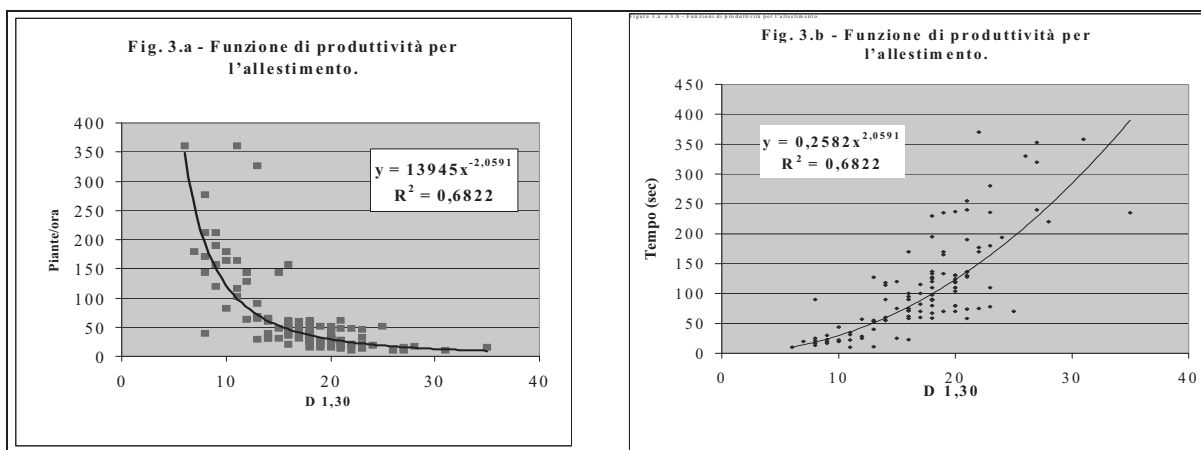


Figure 3.a e 3.b Funzioni di produttività per l'allestimento.

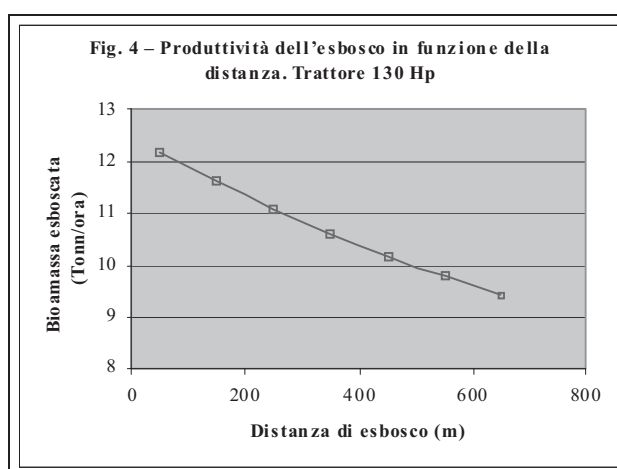


Figura 4. Produttività dell'esbosco in funzione della distanza.

### SUMMARY

In Sicily, where they are implanted approximately 35.000 has. of eucalitteti not use object, the Regional Forest Service (ARFD), has developed a plan for the use of 9.000 hectares in nine years of such systems.

Private industrial societies want to gain biomass for feeding one central thermoelectric to construct in province of Enna, with power of 20 Mw. The problematic ones of forest use are complex, having to realize productive rows but to low impact.

These elements are to the base of the present study that, through the survey of the times of job during the operations of forest use, analyses the adopted type of row, in order to verify the influence of the factors park them and organizational on the realized productivity.

The result evidence that the hour productivity can be improved means some to me, acting on the preliminary formulation, the logistics and the organization of yard

### RÉSUMÉ

En Sicile, où ils sont installés environ 35.000 hectares d'eucalitteti pas objet d'utilisation, le Service Régional

des Forêts (ARFD), a développé projeté pour l'utilisation de 9.000 a en neuf ans de telles installations.

Des sociétés industrielles privées veulent tirer de la biomasse pour alimenter une central thermoélectrique à construire en province d'Enna, avec puissance de 20 MW.

Les problématiques d'utilisation forestière sont complexes, en devant réaliser des filières productives mais à bas impact. Ces éléments sont à la de base du présent étudié que, à travers le relevé des temps de travail pendant les opérations d'utilisation forestière, il analyse le type de filière adopté, pour vérifier l'influence des facteurs de la station et d'organisation sur la productivité réalisée.

Les résultats mettent en évidence que la productivité horaire peut être améliorée significativement, en agissant sur la logistique et l'organisation de chantier.

### BIBLIOGRAFIA

Azienda Foreste Demaniali della Regione Siciliana 2002 - *Carta forestale del demanio forestale regionale. Carta forestale del demanio forestale della regione siciliana*. A cura di Luciano Saporito. Collana editoriale Sicilia Foreste. Palermo 2002. Volumi 9 e 10.

- Ciancio O., Iovino F., Maetzke F., Menguzzato G. 1981- *Gli eucalitti in Sicilia: problemi tecnici ed economici*. Quaderni forestali I.N.S.U.D. n. 3. Roma.
- Saporito L. 1998 - *Stato attuale e problematiche selvicolturali dei rimboschimenti di eucalitto in Sicilia*. Sherwood, Foreste ed alberi oggi 38 (23-30).
- Saporito L. 1999a - *Elaborazione di una funzione allometrica in popolamenti di Eucaliptus occidentalis della Sicilia centrale suscettibili di destinazione quale biomassa ad uso energetico*. Atti II Congresso della Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale. Applicazioni e prospettive per la ricerca forestale. Bologna, 20-22 ottobre 1999.
- Saporito L. 1999b - *Prove di diradamento in impianti adulti di Eucalyptus camaldulensis Dehn. in Sicilia*. Sherwood, n. 48 (19-23).
- Saporito L. 2001 - *Prospettive di impiego per usi energetici della biomassa di eucalitto in Sicilia*. Sherwood n. 70, Foreste ed Alberi oggi, settembre 2001.
- Saporito L. 2003 - *Elaborazione di una funzione allometrica in popolamenti di Eucaliptus camaldulensis Dehn. della Sicilia centrale suscettibili di destinazione quale biomassa ad uso energetico*. Sherwood n. 86, Foreste ed Alberi oggi.
- Saporito L., Cipolla V., Antinoro S. 2003 - *Il demanio forestale della regione siciliana. Prime elaborazioni quantitative dal G.I.S. del Dipartimento Azienda Regionale Foreste Demaniali*. Collana editoriale Sicilia Foreste. Palermo 2002. Volume n. 18.
- Saporito L. 2004 - *Problematiche connesse alla utilizzazione forestale in Sicilia di eucalitteti destinati a biomassa ad uso energetico*. Progetto Fuoco, 18-21 marzo 2004. Verona.

## CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLA CIPOLLATURA NEL LEGNO DI CASTAGNO IN ALCUNI SITI DEL LAZIO

(\*) Dipartimento di Tecnologie, Ingegneria, Scienze dell'Ambiente e delle Foreste, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

Vengono presentati i risultati dello studio dell'incidenza della cipollatura in tre provenienze della Regione Lazio. Il protocollo di indagine, tranne per qualche elemento di variazione, ripercorre quello messo a punto in precedenti lavori da Amorini e Fonti

Dallo studio sulla cipollatura è emerso che l'area più colpita dal difetto è quella dei M. Cimini con 40,54% delle piante cipollate, rispetto al 31,5% dei Castelli ed al 9,5% dei M. Sabatini. Il difetto colpisce con maggiore intensità i M. Cimini ( $I_c=1,19$ ), mentre meno grave è la situazione nei M. Sabatini ( $I_c=0,68$ ) e quasi irrilevante nell'area dei Castelli ( $I_c=0,36$ ). Lo studio ha evidenziato come le caratteristiche migliori della specie si osservano nell'area dei M. Sabatini in cui si osserva anche una minor incidenza del difetto della cipollatura. La valorizzazione del castagno necessita di una corretta gestione selvicolturale che passa attraverso un attento programma di diradamenti e una corretta valutazione dei turni al fine di ottenere un prodotto di valore privo di difetti e che permetta al tempo stesso un efficiente sfruttamento delle potenzialità incrementali della specie. Dai risultati ottenuti, anche considerando la normale predisposizione al difetto della specie, viene confermata l'influenza positiva di diradamenti frequenti nell'ottenere un prodotto di qualità.

*Parole chiave:* castagno, legno, Lazio, cipollatura, Mediterraneo.

*Key words:* chestnut, wood, Latium, ring shake, Mediterranean.

### PREMESSA

Il castagno è attualmente la specie forestale di maggiore importanza economica nel centro Italia. La rapidità di crescita, le apprezzate caratteristiche estetiche e tecnologiche del legno, tra cui l'elevata durabilità, rendono la specie particolarmente gradita al mercato, ma con importanti limiti nell'impiego, riconducibili soprattutto al difetto della cipollatura (Bourgeois 1992, Fonti *et al.*, 2002a, Chanson *et al.*, 1989).

Dopo un periodo di forte declino dovuto a cause culturali, sociale e ad avversità biotiche, a partire dagli anni '90 la specie, ha riacquisito un crescente interesse negli investimenti locali.

Lo stato dell'arte sulle caratteristiche tecnologiche del legno della specie, in particolare gli studi condotti sulla cipollatura (Fonti *et al.*, 2002b, Beccagli *et al.*, 2006), consentono oggi di formulare nuovi percorsi di valorizzazione (Tani *et al.*, 2003).

È ormai riconosciuto come la cipollatura si manifesta quando le sollecitazioni in senso radiale nel legno superano le sue capacità di resistenza meccanica in quella direzione. Tra i fattori che sembrano avere un ruolo fondamentale sull'incidenza del difetto vanno annoverate l'età e le dimensioni delle piante (Mutabaruka 2005, Fonti *et al.*, 2002 a, Fonti *et al.*, 2002b, Beccagli *et al.*, 2006, Amorini *et al.*, 1997), alcune tipologie di intervento selvicolturale, la fertilità del suolo, una probabile predisposizione genetica (Macchioni, 1995; Fonti *et al.*, 2002 a, Fonti *et al.*, 2002b, Beccagli *et al.*, 2006, Amorini *et al.*, 1997). Sono state identificate diverse tipologie di cipollatura (Fonti *et al.*, 2002(a); Fonti e Macchioni 2003; Spina *et al.*, 2008):

– Scollamento (SC), consistente in un distacco netto tra due anelli contigui, localizzato a livello della lamella mediana, senza alcun danno ai tessuti intra-anulari (cfr. Spina *et al.*, 2008).

– Frattura (FRAT), si manifesta come la rottura di un anello

di accrescimento, essa può interessare esclusivamente la zona primaticcia (*fap*) o localizzarsi all'interno della cerchia annuale in una posizione mediana non ben definita (*fa*) (cfr. Spina *et al.*, 2008).

– Sovrapposizione (SP) è la mancata adesione dei tessuti legnosi che si formano in seguito a delle ferite.

Il seguente lavoro ha come obiettivo la valorizzazione della specie nel Lazio valutando, l'incidenza della cipollatura in di 8 differenti siti ove la specie è particolarmente diffusa, allo scopo di individuare le più probabili cause di innesco del difetto e i fattori predisponenti, in modo da poter suggerire metodi di intervento selvicolturale che ne limitino l'insorgenza.

### I siti

Lo studio che segue è stato effettuato analizzando i campioni legnosi di castagno provenienti dai maggiori bacini produttivi della specie nel territorio laziale (Tab.1): Monti Cimini con 3 siti (Pian dei Fraticelli diradato nel 1990, Valle Troscione in cui le piante di castagno ricadono all'interno di un rimboschimento di conifere, S.Martino), i Monti Sabatini con 2 siti (Cadutella e Rocca Romana), Castelli Romani (loc. Cavalleria e loc. Valle Ninfa.), Monti Lepini (con il solo sito di Bassiano su substrato calcareo).

### MATERIALI

Il campione di studio ammonta ad un totale di 235 piante (tab. 2), di cui 196 polloni e 39 matricine, scelte casualmente tra quelle in buono stato fitosanitario. Il materiale è stato prelevato cercando di rappresentare in maniera significativa le differenti classi diametrali. Da ciascun albero è stato prelevata una rotella basale dello spessore di 5 cm circa.

### Metodi

Le rotelle sono state portate in laboratorio dove sono state effettuate le analisi dendrocronologiche ed i rilievi della cipollatura.

### Entità del difetto

Per ciascuna fessurazione sono stati considerati diversi parametri quali: la distanza dal midollo (raggio), l'arco di circonferenza cipollato e l'angolo da esso sotteso, espresso in gradi sessagesimali (cfr. Spina *et al.*, 2008) l'anno di insorgenza del difetto, riportando sia l'età cambiale che l'anno solare corrispondente. Per l'analisi quantitativa del difetto sono stati considerati come base diversi indici elaborati in precedenti lavori (Beccagli *et al.* 2002-2004, Macchioni e Pividori, 1996, Fonti, 1997, Fonti *et al.*, 1997, Amorini *et al.* 1997), talora lievemente modificati. Vengono di seguito descritte le modalità di calcolo degli indici (Spina *et al.*, 2008):

- Indice di cipollatura semplice (IC): rapporto tra l'arco della cipollatura e la circonferenza totale dell'anello corrispondente.
- Indice di cipollatura medio per pianta ( $\Sigma IC/Np$ ): rapporto tra la somma degli IC ed il numero totale di piante cipollate.
- Indice di cipollatura medio per anno critico (ICa): media complessiva dei rapporti tra IC totale di ogni pianta ed il suo numero di anni critici.
- Numero medio di cipollature per pianta: rapporto tra il numero totale delle cipollature e il numero di piante analizzate.
- Estensione media delle cipollature (in cm): rapporto tra la lunghezza complessiva di tutte le cipollature esaminate e il numero di queste.
- Estensione media della cipollatura per pianta (in cm): rapporto tra estensione totale delle cipollature e il numero degli alberi esaminati.
- Numero di anni critici: numero di anni in cui si manifesta il difetto.
- Estensione media della cipollatura per anno critico (in cm): dato dalla media complessiva delle estensioni delle cipollature di ciascun anno critico all'interno di ogni pianta cipollata.

### Localizzazione

Una successiva serie di analisi ha permesso di determinare la posizione lungo il raggio ed il momento in cui il difetto tende a manifestarsi con maggiore frequenza. Gli indici che esprimono la localizzazione del difetto sono:

- Posizione fisica della cipollatura lungo la rotella (Ip): valore medio dei rapporti tra la distanza di ciascuna cipollatura dal midollo e il raggio della rotella (cfr. Spina *et al.*, 2008). Tale indice localizza la cipollatura lungo il raggio della rotella.
- Posizione cronologica della cipollatura (Rc): valore medio dei rapporti tra l'età in cui si manifesta una determinata cipollatura (anno critico) e l'età totale della pianta: Rc localizza la cipollatura in termini di età all'interno di una rotella.

### RISULTATI

Nelle tabella 3 e 4 vengono riportati gli indici di cipollatura per i polloni e le matricine dei singoli siti ed i dati relativi a ciascun comprensorio territoriale. Il primo risultato che si evince è la differenziale sensibilità al difetto dei diversi siti e dei rispettivi comprensori territoriali.

I Monti Cimini risultano i più suscettibili alla cipollatura ciò è evidente osservando tutti gli indici studiati in questo lavoro: la percentuale di piante colpite in questo sito è del 45%. Quello dei M. Lepini è il sito che presenta i valori più bassi di cipollatura, sebbene la percentuale di piante cipollate (25,5%) non sia la più bassa tra i quelli analizzati, infatti essa raggiunge valori minimi nei Monti Sabatini 10,9%, mentre i Castelli Romani presentano il 31% di piante cipollate.

L'indice di cipollatura IC nei Monti Cimini, particolarmente elevato di 1,02, si discosta fortemente dai valori osservati per i Castelli Romani (0,37), per i Monti Sabatini (0,68) e soprattutto per i M. Lepini (0,3).

L'estensione media di ciascuna cipollatura è di 4,65 cm per i M. Cimini, 2,4 cm per i Castelli, 3,2 cm per i M. Sabatini e 2,3 cm per i M. Lepini.

Il numero medio di cipollature per pianta è di 13,2 per i M. Cimini, mentre nei M. Lepini e nei Castelli Romani è di circa 5 cipollature, per i M. Sabatini si osservano 8 cipollature medie per ciascuna pianta colpita.

L'estensione media della cipollatura in ciascun anno critico è di 10,7 cm nei M. Cimini, 3,1 cm nei Castelli Romani e 5,3 cm nei M. Sabatini, mentre ha valori di soli 2,8 cm nei Monti Lepini.

La tipologia di cipollatura più frequente è il tipo FRAT per ciascuno dei siti. Nell'ambito di questa tipologia le cipollature *Fap* sono quelle più numerose.

La sovrapposizione è molto frequente a Bassiano (21%), e assente completamente nei M. Cimini, mentre la tipologia SC riguarda soprattutto proprio quest'ultimo sito (23%). Si osserva, in tutti i siti, che essa tende a decrescere spostandoci verso la corteccia.

Non vi sono sostanziali differenze tra i diversi comprensori territoriali per quanto riguarda il rapporto cronologico (RC), corrispondente approssimativamente alla metà dell'età cambiale; l'indice di Posizione (IP) indica che le cipollature sono comprese intorno ad un valore di 0,55 del raggio, fanno eccezione i M. Cimini per i quali la posizione delle cipollature corrisponde allo 0,71.

Il confronto più approfondito che tiene conto delle differenze culturali tra polloni e matricine deve tenere conto dalla esiguità numerica delle matricine dei M. Sabatini e soprattutto dei Castelli Romani pertanto l'analisi di questa tipologia culturale verrà tralasciata.

Dallo studio risulta chiaro quanto già ampiamente riportato in bibliografia, ovvero che le matricine sono più soggette al difetto: questo è evidente non solo dal confronto tra le percentuali di piante colpite ma anche considerando i diversi indici di cipollatura confermando che all'aumentare dell'età e delle dimensioni aumenta il rischio della fessurazione. Fa eccezione l'area dei Castelli Romani in cui invece i valori medi degli indici sono maggiori nei polloni probabilmente a causa di una scarsa replica del numero di matricine.

Dall'analisi della cipollatura sui soli polloni emerge ancora che l'area dei M. Cimini è particolarmente sensibile, (con 37% dei polloni colpiti contro il 31% dei Castelli Romani e il 9% dei M. Sabatini e dei M. Lepini), questo risultato si osserva anche analizzando gli indici di cipollatura. I Monti Lepini sono invece caratterizzati dai valori più bassi analizzati, con in media 1 cipollatura per pianta, con un'estensione di 0,9 cm circa; in quest'area il valore di IC è molto basso 0,025, contro 0,85 dei M. Cimini, 0,38 dei Castelli Romani e 0,39 dei M. Sabatini.

È interessante confrontare i valori dei Castelli con quelli dei Monti Sabatini: dal confronto emerge che quest'ultimo sito benché presenti un numero inferiore di piante colpite presenti cipollature più estese e concentrate in pochi anni critici; i Castelli invece sono caratterizzati da cipollature più numerose ma meno estese. La tipologia FRAT risulta anche per i polloni la più numerosa. La posizione delle cipollature interessa lo 0,65 del raggio nelle piante dei M. Cimini e dei Castelli, men-



tre raggiunge valori di 0,45 nei M. Sabatini e di 0,32 nei M. Lepini. I valori di RC indicano che l'età media a cui corrisponde la maggior parte delle cipollature è circa metà dell'età cambiale mentre per i M. Lepini tale valore sale a 0,68. Risulta importante osservare come la cipollatura si manifesti in anni consecutivi in numero variabile da 1-2 fino a 21, che costituiscono un "periodo critico", localizzato principalmente in concomitanza degli interventi colturali (fig. 1-8).

### Discussioni

Le indagini hanno evidenziato per i diversi siti una diversa suscettibilità al difetto: i Monti Cimini risultano i più colpiti tuttavia l'incidenza sebbene non sia trascurabile non suscita neppure particolare preoccupazione. I termini di confronto sono molto variabili poiché vanno dal 38%-50% e persino 90% in tre zone del M. Amiata raggiungendo oltre il 60% in un'area del torinese e in una stazione del Sud delle Alpi (Amorini et al., 1997, Beccagli et al. 2006, Fonti, et al., 1997). Dalle osservazioni dei vari indici di cipollatura analizzati risulta che il sito meno soggetto è Bassiano nei M. Lepini, non tanto per la percentuale di piante colpite, quanto per la gravità che il difetto assume all'interno delle piante cipollate, si può concludere che in tale area la cipollatura ha un'importanza del tutto trascurabile. Il difetto interessa in maniera più importante l'area dei Castelli caratterizzata da una media di poche cipollature per pianta con una dimensione ridotta, sebbene la percentuale di piante colpite sia del 31%. Nei Monti Sabatini la cipollatura interessa un minor numero percentuale di piante cipollate ma queste manifestano una più elevata gravità del difetto poiché le fessurazioni sono più concentrate in una porzione della rotella (cfr indici IC, ICa). In entrambe le aree tuttavia si ritiene che il difetto non assuma un'importanza economica rilevante. È interessante sottolineare come la cipollatura interessi con maggiore incidenza le aree e le piante con un'età maggiore, confermando in generale che le matricine e le piante più vecchie sono più vulnerabili al difetto (Mutabaruka et al., 2005, Fonti et al., 2002b). Questo risultato si desume anche dall' aumento

dell'incidenza della cipollatura che si osserva passando dalle matricine I° turno a quelle di II° nell'area dei M. Lepini.

Relativamente alle tipologie della cipollatura si è osservato che lo scollamento (SC) ha un'incidenza contenuta e interessa gli anelli più interni, mentre la tipologia frattura (FRAT) è quella più numerosa e interessa gli anelli più esterni. Il maggiore contributo della tipologia *fa* su quella *fa* alla cipollatura sottolinea la rilevante vulnerabilità alle rotture meccaniche dei vasi primatici (Fonti et al., 2002).

Il dato assume rilevanza per indagare le cause sull'origine della cipollatura poiché la tipologia FRAT è maggiormente riconducibile a stress di tipo meccanico mentre la tipologia SC alle modalità di xilogenesi (Fonti et al., 2002). La tipologia SV, totalmente assente nel comprensorio dei Monti Cimini riguarda quelle cipollature che hanno origine da danni meccanici sulle piante (generalmente a causa di danni da esbosco), pertanto una migliore gestione delle utilizzazioni potrebbe aiutare a ridurre l'incidenza di questo tipologia del difetto.

### CONCLUSIONI

La metodologia per il rilievo della cipollatura, sebbene piuttosto elaborata, ha permesso di circoscrivere, caratterizzare e quantificare l'incidenza del difetto nei diversi sito oggetto di studio.

Dalle indagini è emerso che l'area dei M. Cimini è quella più soggetta al difetto della cipollatura, mentre l'area dei M. Lepini sebbene sorga su substrato calcareo e caratterizzata dunque da una fertilità inferiore, presenta valori molto contenuti di cipollatura. Questo dato è particolarmente evidente nei polloni del sito che hanno peraltro, l'età più bassa tra quella dei siti analizzati. L'effetto età, dunque, e soprattutto delle dimensioni giocano un ruolo fondamentale nel favorire l'innescio del fenomeno.

Dalle osservazioni si evince, inoltre, che la cipollatura si manifesta quasi sempre in corrispondenza di tagli colturali e in corrispondenza di variazioni repentine di crescita che aumentano le tensioni interne nei fusti.

Aree	Monti Cimini		Castelli Romani		Monti Sabatini		Monti Lepini	
Altitudine (m slm)	800		300		350		500	
Pendenza (%)	27		51		20		30	
Esposizione	Nord		Nord		Ovest		Nord-Est	
Area basimetrica/ha (m <sup>2</sup> )	39,74		50		33,1		22,3	
Volume/ha (m <sup>3</sup> )	312,54		569		214,5		199,3	
Diametro polloni (cm)	20,5		23		16		13	
Diametro matricine (cm)	30,5		20,5		29		30	
Numero ceppaie/ha	374		420		503		487	
	Polloni	Matricine	Polloni	Matricine	Polloni	Matricine	Polloni	Matricine
Altezza (m)	19	21	21	21	12	14	13	14
Numero piante/ha	1273	40	1120	40	1256	38	1247	76
Età	28	47	21	34	23	40	17	34-46

Tabella 1. I siti oggetto di studio.

	M.ti Cimini			M.ti Sabatini		Castelli Romani		Monti Lepini	TOTALE
	Pian dei Fraticelli	Valle Troscone	S.martino	Cadutella	Rocca Romana	Cavalleria	Valle Ninfa	Bassiano	
Polloni	41	10	-	33	30	32	25	25	196
Matricine	10	-	13	1	1	3	-	11	39
Piante	51	10	13	34	31	35	25	36	235
Totale piante per provenienza	74			65		60		36	235

Tabella 2. Distribuzione del campione oggetto di studio tra i vari siti analizzati.

Area	S. Martino		Monti Cimini		Castelli Romani		Monti Sabatini		Monti Lepini	
	Sito	Pian dei Fraticelli	Matricine	Valle Troscone	Valle Ninfa	Cavallera	Cadutella	Recca Romana	Bassano	Matricine
Tipologia Culturale										
N. esemplari	13	41	10	10	25	27	27	27	23	11
Piante colpite	6	14	5	5	10	6	2	1	2	6
% polloni colpiti	46	34	50	50	40	22	7	10	9	54
Età	44	28	34-41	34-41	21-34	19-23	32	40	17	34-46
IC tot	9,67	8,86	7,41	7,41	3,68	2,34	0,25	2,15	0,05	2,37
IC medio per anno critico	0,33	0,20	0,13	0,35	0,18	0,21	0,04	0,18	0,02	0,10
IC medio per pianta	1,61	0,63	1,48	1,48	0,37	0,39	0,25	2,15	0,02	0,39
N. cippollature	192	84	103	56	56	24	6	34	2	36
N. medio cipp./pianta	32	6	9,00	9,00	5,6	4	6	34	1	6
Estens. Media di ogni cippollatura in cm	2,91	31	29	8,64	2,46	4,79	1,64	2,67	0,86	2,37
Estens. media cipp./pianta in cm	55,90	29,27	78,20	96,90	13,76	19,15	9,80	90,82	0,86	14,20
n anni critici	29	11	18	18	21	11	6	12	2	16
Estens. media /anno critico in cm	19,28	9,30	8,60	22,218	6,55	3,31	1,64	7,57	3,79	3,51
SP	0	0	0	0	4	4	0	0	0	8
SC	19	31	21	31	2	1	0	3	1	3
FRAT	173	53	74	35	50	19	5	31	1	25
Fap	134	35	49	28	43	11	5	31	1	21
Fa	39	18	25	7	7	8	0	0	0	4
posiz cippollatura nella rotella	0,70	0,621	0,785	0,738	0,62	0,64	0,45	0,68	0,32	0,48
posizione cronologica	0,44	0,516	0,583	0,580	0,53	0,45	0,54	0,46	0,68	0,48

Tabella 3. Risultati dei parametri della cippollatura nei vari siti.

Area	S. Martino		Monti Cimini		Castelli Romani		Monti Sabatini		Monti Lepini	
	Sito	Pian dei Fraticelli	Matricine	Valle Troscone	Valle Ninfa	Cavallera	Cadutella	Recca Romana	Bassano	Matricine
Tipologia Culturale										
N. esemplari	13	41	10	10	25	27	27	27	23	11
Piante colpite	6	14	8	5	10	6	2	1	2	6
% polloni colpiti	46	34	80	50	40	22	7	100	9	54
Età	44	28	47	34-41	21-34	19-23	32	40	17	34-46
IC tot	9,67	8,86	7,41	7,41	3,68	2,34	0,25	2,15	0,05	2,37
IC medio per anno critico	0,33	0,20	0,13	0,35	0,18	0,21	0,04	0,18	0,02	0,10
IC medio per pianta	1,61	0,63	1,48	1,48	0,37	0,39	0,25	2,15	0,02	0,39
N. cippollature	192	84	103	56	56	24	6	34	2	36
N. medio cipp./pianta	32	6	13	9,00	5,6	4	6	34	1	6
Estens. Media di ogni cippollatura in cm	2,91	4,87	6,00	8,64	2,46	4,79	1,64	2,67	0,86	2,37
Estens. media cipp./pianta in cm	55,90	29,27	78,20	96,90	13,76	19,15	9,80	90,82	0,86	14,20
n anni critici	29	11	21	18	21	11	6	12	2	16
Estens. media /anno critico in cm	19,28	9,30	8,60	22,218	6,55	3,31	1,64	7,57	3,79	3,51
SP	0	0	0	0	4	4	0	0	0	8
SC	19	31	29	21	2	1	0	3	1	3
FRAT	173	53	74	35	50	19	5	31	1	25
Fap	134	35	49	28	43	11	5	31	1	21
Fa	39	18	25	7	7	8	0	0	0	4
posiz cippollatura nella rotella	0,70	0,621	0,785	0,738	0,62	0,64	0,45	0,68	0,32	0,48
posizione cronologica	0,44	0,516	0,583	0,580	0,53	0,45	0,54	0,46	0,68	0,48

Tabella 4. Parametri medi della cippollatura per i polloni, le matricine e per il totale delle piante nelle diverse Aree studiate.

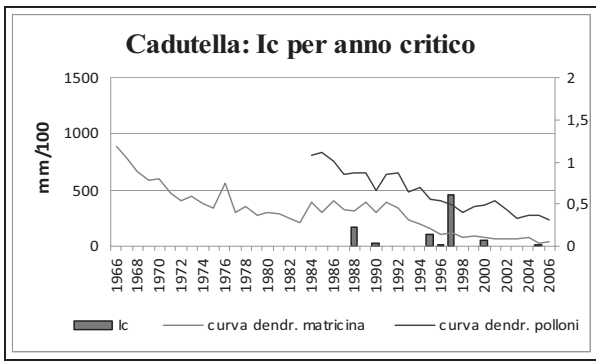


Grafico 1. Distribuzione del IC in funzione del tempo nel sito Cadutella.

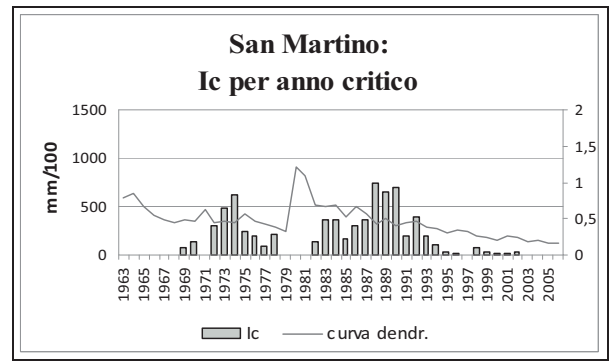


Grafico 5. Distribuzione del IC in funzione del tempo nel sito S. Martino.

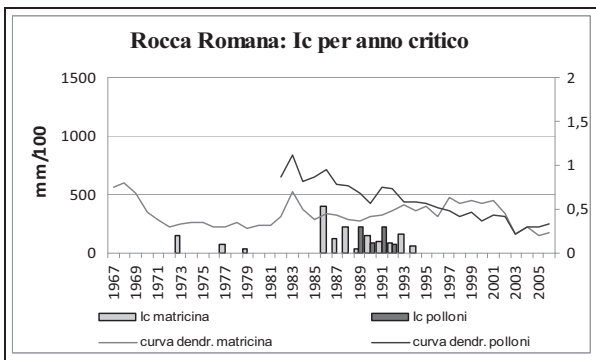


Grafico 2. Distribuzione del IC in funzione del tempo nel sito Rocca Romana.

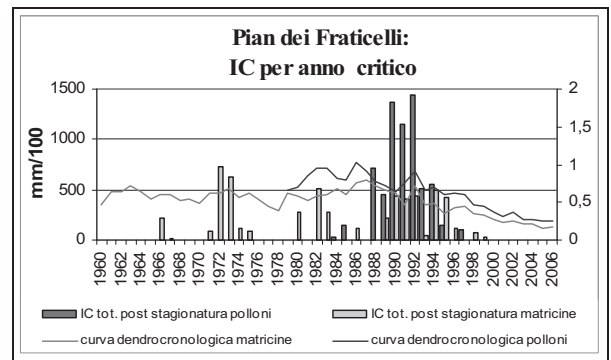


Grafico 6. Distribuzione del IC in funzione del tempo nel sito Pian dei Fraticelli.

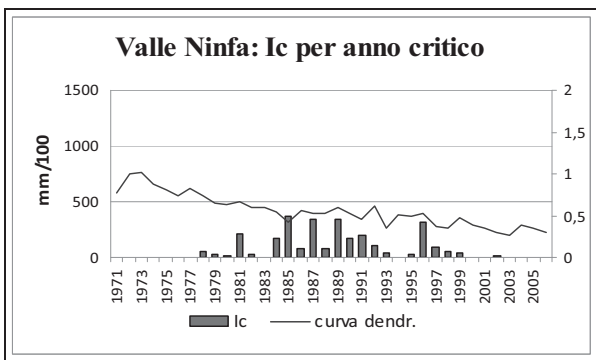


Grafico 3. Distribuzione del IC in funzione del tempo nel sito Valle Ninfa.

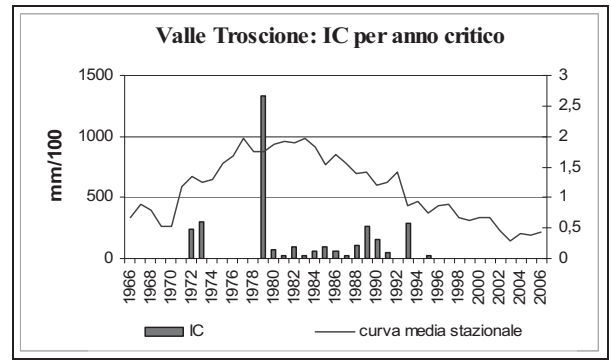


Grafico 7. Distribuzione del IC in funzione del tempo nel sito Valle Troscione.

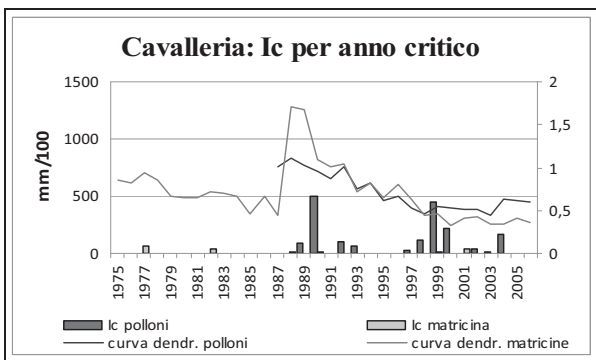


Grafico 4. Distribuzione del IC in funzione del tempo nel sito Cavalleria.

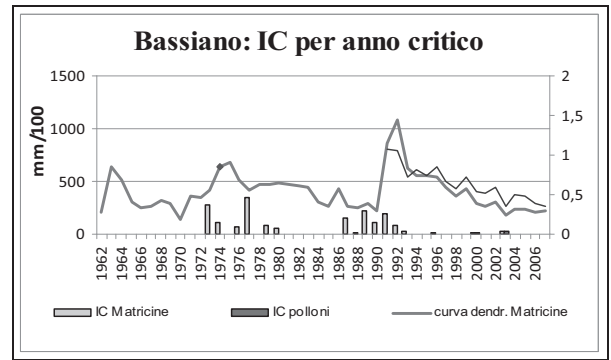


Grafico 8. Distribuzione del IC in funzione del tempo nel sito di Bassiano, il punto sulla curva dendrocronologia delle matricine indica il momento del taglio culturale al quale corrispondono le matricine di primo turno.

## SUMMARY

### CONTRIBUTE TO THE KNOWLEDGE OF RING SHAKE IN CHESTNUT WOOD IN SAME SITES FROM LATIUM REGION

The results of the incidence of the ring shake in 4 studies areas of Latium Region are showed. The starting point is the methodology assessed by Amorini and Fonti, but some modification has been performed according to the investigated material in Latium.

The results show how M. Cimini area is the most vulnerable to the defect (IC=1,02), respect to M. Sabatini (IC=0,68), Castelli Romani area (IC=0,36) and above all to M. Lepini area (0,3). The exploitation of chestnut wood needs of right selvicultural management towards a carefull thinning programme and a right evaluation of the rotation to have high quality wood without defects, to increase the potential of the species. The results of this work show how the ring shake originates very close the selvicoltural thinning, and how the oldest trees and the coppice standards are the most sensible to the defects.

## RÉSUMÉ

### CONTRIBUTION À LA CONNAISSANCE DE LA ROULURE EN BOIS DE CHÂTAIGNIER DANS CERTAINES SITES DE LA RÉGION LAZIO

Avec cet travail on a voulu exposer les résultats de l'incidence de la roulure en 4 sites. La méthodologie c'est la même utilisé par Amorini e Fonti avec quelques différences. Les résultats montrent les M. Cimini comme les plus touchés par le défaut (IC=1,02) par rapport avec M. Sabatini (IC=0,68) et l'area de Castelli Romani (IC=0,36) et surtout les M. Lepini (0,3). La valorisation du bois de Châtaigner nécessite d'un correct management sylvicole a travers un un efficiente programme de éclaircissage et une correcte évaluation des rotations sylviculturelles au fin d'obtenir bois sans défauts et avec une qualité élevé et une efficace utilisation des potentialités du développe en accroissement de l'espèce. Les résultats montrent comme les roulures soient localisées en proximité des coupages et comme les plantes les plus grandes et les baliveaux soient les plus sensibles.

## BIBLIOGRAFIA

- Amorini E., Bruschini S., Fioravanti M., Macchioni N., Manetti M.C., Thibaut B., Uzielli L., 1997 – *Studi sulle cause di insorgenza della cipollatura nel legno di castagno (Castanea sativa Mill.)*. Atti del Convegno Nazionale sul Castagno, 23-25 Ottobre 1997, Cison di Valmarino, Treviso, 269-292.
- Beccagli C., Amorini E., Manetti M.C., 2002-2004 – *Incidenza della cipollatura in popolamenti di cedui di castagno da legno del Monte Amiata*. Ann. Ist. Sper. Selv., Vol 33: 245-256.
- Fonti P., 1997 – *Studio delle correlazioni tra alcune caratteristiche del soprassuolo e dei polloni di castagno (Castanea sativa Mill.) con l'incidenza della cipollatura in un ceduo a Novaggio, Ticino*. Lavoro di diploma, Politecnico federale di Zurigo, pp. 88.
- Fonti P., Giudici F., Kucera L., Ott E., Pöhler E., 1997 – *Studio sulla cipollatura in un ceduo castanile*. Atti del Convegno Nazionale sul castagno, Cison di Valmarino, Treviso, 23-25 Ottobre 1997, 293-302.
- Fonti P., Giudici F., Conedera M., 2002 a – *La cipollatura nel legno di castagno: un problema centrale per il rilancio della castanicoltura da legno di qualità*. Schweiz Z. Forstwes 153 (11): 430-436.
- Fonti P., Macchioni N., Thibaut B., 2002 b – *Ring shake in chestnut (Castanea sativa Mill.): state of art*. A. For. Sci (59): 129-140.
- Fonti P., Macchioni N., 2003 – *Ring shake in chestnut: Anatomical description, extent and frequency of failures*. Annals of Forest Science, 60, 403-408.
- Macchioni N., Pividori M., 1996 – *Ring shake and structural characteristics of the chestnut (Castanea sativa Mill.) coppice stand in the northern Piedmont (north west Italy)*. Ann. Sci. For., 53 (1), 31-50.
- Mutabaruka C., Woodgate G.R., Bukley G.P. 2005 – *External and internal growth parameters as potential indicators of shake in sweet chestnut (Castanea sativa Mill.)*. Department of Agricultural Sciences, Imperial College London.
- Spina S., Agrumi M., Bistoni A., Romagnoli M., 2008 – *Il difetto della cipollatura nel legno di castagno a Pian dei Fraticelli (Soriano nel Cimino, VT)*. Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi 143, p 43-48.
- Tani A., Maltoni A., Mariotti B., 2003 – *La produzione legnosa di castagno in Italia. Situazione attuale e prospettive*. Sherwood, 92: 5-12.



## CLASSIFICAZIONE ESTETICA DI 5 LEGNI BRASILIANI PER PAVIMENTAZIONI ESTERNE

(\*) Dipartimento Territorio e Sistemi Agro Forestali, Università di Padova

(\*\*) Laureato in Tecnologie e industrie del legno

(\*\*\*) Titolare dell'Azienda Arnosti Legnami, Conegliano

Viene proposta una classificazione di aspetto per gli elementi semilavorati e per le tavole da utilizzare per pavimentazioni da esterno. Tale classificazione è di particolare utilità per le aziende di importazione che, acquistando dai paesi produttori materiale non selezionato, possono suddividerlo in categorie omogenee per qualità e prezzo, in modo da offrire al consumatore forniture omogenee.

Sono stati analizzati elementi lignei di cinque specie legnose di provenienza sudamericana, già comunemente impiegate nelle pavimentazioni per esterno, commercializzate da un'azienda trevigiana leader del settore.

Sono stati misurati i difetti che possono influire sulla qualità estetica del pavimento su oltre 4700 tavole o elementi semilavorati dei cinque legni presi in esame. Sulla base dei dati raccolti sono stati stabiliti per ogni difetto i limiti che discriminano tre classi di danno e, per ognuna di queste classi, sono stati definiti i difetti non ammessi. In riferimento alla lunghezza netta da difetti effettivamente utilizzabile per ciascun semilavorato sono state quindi stilate tre classi di taglio che permettono di attribuire a ciascuna misura commerciale una classificazione sulla base dei tagli netti ritraibili.

La regola di classificazione è stata applicata ad alcune forniture presenti nel magazzino aziendale, al fine di verificare l'effettiva applicabilità pratica del metodo, di conoscere l'effettiva composizione di una partita di materiale importato e la quantità di materiale da scartare.

La classificazione proposta, testata direttamente in azienda, si è dimostrata valida e in grado di ottimizzare sia la commercializzazione dei semilavorati che la gestione del magazzino. Si ritiene che potrebbe essere efficacemente utilizzata anche per altre specie legnose utilizzate per pavimentazioni da esterno.

*Parole chiave:* pavimentazioni per esterno, legni tropicali, classificazione.

*Key words:* external wooden flooring, tropical woods, classification.

*Mots clés:* planchers d'extérieur, bois tropicaux, classification.

### 1. INTRODUZIONE

La diffusione delle pavimentazioni in legno in ambiente esterno è in continuo incremento, non solo nelle località di mare, ma anche in città. La pavimentazione in legno, grazie in particolare alle sue doti estetiche e di praticità di montaggio, viene spesso posta in opera anche in piazze, porti, bordi di piscine, viali in giardini, spiagge o litorali costieri (Fig. 1). In queste situazioni d'opera gli elementi lignei della pavimentazione devono possedere una elevata durabilità, in particolare al degradamento da funghi, oltre ad adeguate resistenze meccaniche.

L'azienda Arnosti Alessandro è specializzata nella commercializzazione di legnami provenienti dalla fascia equatoriale brasiliana, destinati alla produzione di pavimentazioni, rivestimenti per esterni, frangisole ed elementi di arredo urbano. L'azienda importa semilavorati essiccati e classificati come FAS (*First And Second*) nelle zone di produzione, secondo lo standard NHLA (NHLA, 2007). Per ragioni di collocamento commerciale nel mercato italiano ed europeo, l'azienda non acquista la prima scelta brasiliana che prevede solo tavole corte (1200-1400 mm), preferendo a questa del materiale meno selezionato per quanto riguarda i difetti, ma con le lunghezze (fino a 6 m) maggiormente richieste dai propri clienti. In particolare la lunghezza minima delle tavole commercializzate in Italia per la produzione di pavimenti per esterno è di 1250 mm, mentre negli altri paesi europei la lunghezza più richiesta è superiore a 1850 mm.

In sede l'azienda deve selezionare ulteriormente il legname in modo da dividerlo in categorie omogenee per qualità estetica e valore commerciale. In questo modo l'azienda può soddisfare le richieste del mercato, garantendo al cliente forniture qualitativamente uniformi, con il rapporto qualità/prezzo più opportuno a soddisfare le proprie esigenze. Inoltre l'azienda è in grado di conoscere le forniture importate e lo stato degli stock a magazzino.

### 2. OBIETTIVI DEL LAVORO

Obiettivo di questo lavoro è proporre una classificazione di aspetto per gli elementi semilavorati che andranno a comporre una pavimentazione in legno per esterno.

La sperimentazione ha avuto origine dalla specifica richiesta della Alessandro Arnosti Legnami: presso questa azienda è stata messa in pratica la procedura di classificazione.

### 3. LA REGOLA DI CLASSIFICAZIONE

Per costruire la regola di classificazione è stato analizzato un campione di oltre 4700 elementi semilavorati e tavole di cinque specie legnose: Ipè (*Tabebuia* spp.), Massaranduba (*Manilkara huberi* Standl.), Itauba (*Mezilaurus itauba* (Meissn.) Taub. Ex Mez.), Garapa (*Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbride), Angelim Amargoso (*Vatairea* spp.), provenienti dalla fascia tropicale brasiliana, in particolare dagli stati di Amazonas, Mato Grosso, Para, Rondonia,

molto diffuse sul mercato italiano del legno per esterni. Si tratta di legni molto pesanti, con buona durabilità naturale, molto resistenti a flessione e rigidi. Fondamentali per la destinazione d'uso prevista sono anche doti estetiche di colore e disegno (Giordano, 1988; Tropix 5.0).

Le tavole esaminate hanno le superfici lisce o lavorate ad antiscivolo, con delle scanalature longitudinali che rendono meno scivolosa la superficie calpestata. Sul campione preso in esame sono stati misurati i difetti che possono determinare la qualità estetica del pavimento. Sono stati inoltre considerati quei difetti che possono influire sulla sicurezza dell'utilizzatore finale del pavimento (ad es. la presenza di zone non lavorate o con schegge). Le valutazioni dei difetti sono state eseguite sulla faccia della tavola considerata a vista, o su quella lavorata con antiscivolo, quando presente. Sulle facce non a vista delle tavole tutte le caratteristiche sono consentite senza limiti di dimensioni o quantità se non compromettono la resistenza o la qualità di resistenza all'usura delle pavimentazioni di legno.

Dall'unione dei dati raccolti nel corso della sperimentazione con il *know how* aziendale (Cazzola, 2008), sono stati precisati i difetti che vengono tollerati dai clienti e dagli utilizzatori e in quale misura questi possano essere presenti sulle tavole. Sono stati inoltre definiti quali difetti non devono riscontrarsi su una tavola destinata alla produzione di una pavimentazione per esterno. La regola per la classificazione in classi di danno è riportata in tabella 1.

I limiti fra quelle che sono state definite "classi di danno" sono stati stabiliti tenendo in considerazione in particolare i seguenti fattori:

- frequenza del difetto sul materiale esaminato;
- parametri estetici e richieste del mercato definite in base all'esperienza aziendale;
- eventuale influenza del difetto sulla durabilità o sulla predisposizione al degradamento del materiale;
- garanzia della sicurezza del materiale per l'utilizzatore finale.

La presenza su una tavola di difetti non ammissibili rende necessaria, prima della vendita o eventualmente in fase di posa in opera del pavimento, la completa eliminazione del difetto stesso, mediante il taglio della parte di tavola che lo contiene. Per tenere conto di ciò è stata prevista una ulteriore classificazione in cui vengono distinte tre "classi di taglio" secondo le rimanenze, cioè le misure minime nette ritraibili (tab. 2). Le classi di danno sono tre: la prima e la seconda contemplano difetti tollerati che permangono nella tavola anche nel pavimento postato. La terza classe invece raggruppa le tavole che presentano difetti non ammessi nel pavimento posato: in questo caso le tavole vengono destinate alla successiva classificazione per classi di taglio. L'appartenenza ad una delle tre classi di taglio garantisce la lunghezza minima dei tagli netti ottenibili dalle tavole grezze assegnate alla terza classe di danno di diversa misura commerciale.

La distinzione in classi di taglio consente, nella gestione del magazzino aziendale o anche al momento dell'acquisto da parte del cliente, di conoscere effettivamente la percentuale di tavola utilizzabile (cioè netta da difetti o con difetti ammessi).

Questo sistema di classificazione consente all'utilizzatore finale di poter scegliere se acquistare materiale nella migliore classe di danno il quale, ad un prezzo superiore, garantisce

tavole con una minima presenza di difetti (definita dalla categoria secondo le classi di danno), oppure se acquistare, ad un prezzo inferiore, legname di una classe di danno che contiene più difetti e di maggiore entità, ma che allo stesso tempo consente di conoscere fin da subito la percentuale di tavola netta o con difetti ammessi e quindi la lunghezza minima di tavola priva di difetti ottenibile dalla tavola di partenza.

#### 4. RISULTATI DI UNA PROVA DI CLASSIFICAZIONE

Al fine di verificarne l'effettiva applicabilità pratica del sistema di classificazione qui proposto, sono state scelte alcune forniture di materiale importato già presente nei depositi dell'azienda e a queste è stata applicata la procedura di classificazione precedentemente definita.

Per questa sperimentazione sono state prese in considerazione forniture di Ipè, Garapa, Massaranduba e Angelim Amargoso per un totale di 2699 elementi. Il tavolame classificato aveva lunghezze variabili dai 1220 mm ai 6070 mm.

Non è stato attuato nessun criterio preventivo di scelta del materiale: per ogni specie legnosa sono state analizzate sia tavole nette da difetti, sia tavole con la presenza di numerosi difetti, sia provenienze geografiche diverse all'interno del bacino di approvvigionamento. Sono state esaminate inoltre anche tavole rientrate in azienda in seguito a contestazioni da parte di alcuni clienti.

I difetti non ammissibili, che fanno rientrare la tavola nella terza classe di danno, hanno permesso di eseguire una prima selezione sul materiale grezzo: le tavole che presentavano solo difetti ammissibili sono state assegnate alla prima o alla seconda classe di danno, seguendo il criterio che il peggior difetto identifica la classe di danno. Quelle che presentavano almeno un difetto non ammissibile sono state tagliate in modo da eliminare il difetto, e la porzione residua, in base alla lunghezza, assegnata alla classe di danno. In questo caso il protocollo prevede l'eliminazione del difetto e la classificazione delle porzioni residue la cui lunghezza superi 650 mm. Le porzioni più piccole sono rimanenze nette da difetti che possono essere utilizzate per recuperi (battiscopa, piastrelle, ecc). Elementi con lunghezze inferiori vengono eliminati.

I risultati della prova di classificazione sono presentati in tabella 3 e in figura 2.

Osservando i dati in tabella, e la ripartizione percentuale dei difetti per ogni specie riportata nel grafico, è possibile rilevare:

- in Angelim Amargoso sono più frequenti i difetti di fibrazione e la presenza di danni da insetti, rispetto agli altri difetti;
- il legno di Garapa risulta l'unico in cui siano state osservate tasche di resina o gomma;
- nel legno di Ipè si riscontrano frequentemente danni da funghi e da insetti, così come una forte incidenza della fibrazione deviata e la presenza di alburno. Fra i legni oggetto di questa prova è quello che presenta la maggior varietà di difetti.

Nel legno di Massaranduba i difetti che maggiormente incidono sulla classificazione sono la presenza di fibrazione deviata e di nodi, ma anche tutti gli altri difetti considerati sono rappresentati.

## 5. CONCLUSIONI

Sulla base di un ampio numero di osservazioni sui difetti presenti su elementi lignei semilavorati destinati alla produzione di pavimentazioni da esterno, è stato stilato un sistema di classificazione su base estetica del materiale. Al fine di verificarne l'effettiva applicabilità pratica della regola di classificazione qui proposta, sono state scelte alcune forniture di materiale importato dal sud America e a queste è stata applicata la procedura di classificazione.

La successione delle operazioni eseguite per la classificazione è la seguente:

- osservazione e misurazione dei difetti presenti sulla faccia a vista di ogni singola tavola.
- classificazione in categorie secondo la regola delle classi di danno in base al difetto peggiore,
- le tavole di I e II categoria sono state accatastate in gruppi diversi e possono essere destinate al mercato tal quali.
- Le tavole di III categoria sono state classificate secondo

le classi di taglio in base alla lunghezza di tavola netta da difetti ritraibile.

L'azienda, attuando questa procedura di classificazione a vista in base alla qualità estetica, ottiene diversi vantaggi:

- valorizzazione economica del legname che acquista in categorie "miste" secondo gli standard NHLA;
- garanzia per il cliente di qualità estetica più omogenea e costante nel tempo per diverse forniture.

Inoltre, eliminare i difetti peggiori (quelli che fanno ricadere gli elementi nella terza classe di danno) consente la possibilità di offrire all'utilizzatore finale del pavimento un materiale sicuro per un uso confortevole e privo di rischi.

Considerando che la diffusione nel mercato internazionale delle pavimentazioni in legno per esterno si va sempre più ampliando e che interessa un crescente numero di specie legnose, questo lavoro potrebbe rappresentare la base di partenza per la realizzazione di una classificazione applicabile nel mercato.

Specie legnosa	Caratteristiche	Unità di misura	Classe			Modalità misurazione dei difetti
			I	II	III	
Ipè	Nodi sani	mm/m	$N \leq 10$	$10 < N < 30$	$N \geq 30$	<p><math>N</math> = La somma dei diametri maggiori di tutti i nodi presenti sulla faccia a vista in millimetri, rapportata alla lunghezza della tavola in metri.</p> <p><math>F_o</math> = somma dei diametri maggiori dei fori, o della lunghezza delle gallerie, in mm, rapportata alla lunghezza della tavola in m</p> <p><math>F_e</math> = somma della lunghezza delle fessurazioni, in percentuale rispetto alla lunghezza della tavola</p> <p><math>F_u</math> = somma delle aree interessate in percentuale rispetto alla lunghezza della tavola</p> <p><math>D</math> = freccia in millimetri rapportata alla lunghezza dell'intero elemento</p> <p><math>T</math> = somma delle aree occupate dalle tasche di resine/gomme rapportata alla lunghezza della tavola</p> <p><math>F_i</math> = somma della lunghezza delle alterazioni dovute alla fibratura sull'intero elemento rapportata alla lunghezza della tavola; presenza di controfilo</p>
	Nodi morti	mm/m	n.a.	$N < 10$	$N \geq 10$	
Massaranduba	Nodi sani	mm/m	$N \leq 8$	$8 < N < 25$	$N \geq 25$	
	Nodi morti	mm/m	n.a.	$N < 7$	$N \geq 7$	
Itauba	Nodi sani	mm/m	$N \leq 8$	$8 < N < 15$	$N \geq 15$	
	Nodi morti	mm/m	n.a.	$N < 5$	$N \geq 5$	
Garapa e Angelim Amargoso	Nodi sani	mm/m	$N \leq 7$	$7 < N < 16$	$N \geq 16$	
	Nodi morti	mm/m	n.a.	$N < 6$	$N \geq 6$	
Tutte	Fori insetto	mm/m	$F_o \leq 1$	$1 < F_o < 3$	$F_o \geq 3$	
			$F_e \leq 2,5$	$2,5 < F_e < 6$	$F_e \geq 6,5$	
	Funghi	Superficiali	%	$F_u \leq 25$	$25 < F_u < 50$	$F_u \geq 50$
		Altri	\	n.a.	n.a.	n.a.
	Danno da lavorazione	\	n.a.	n.a.	n.a.	Presenza/assenza
	Alburno	\	n.a.	n.a.	n.a.	Presenza/assenza
	Deformazioni (falcatura)	mm/m	$D \leq 2$	$2 < D < 4$	$D \geq 4$	
	Tasche di resina o gomma	mm <sup>2</sup> /m	$T \leq 50$	$50 < T < 150$	$T \geq 150$	
Fibratura deviata	%	$F_i \leq 10$	$F_i < 25$ non strappa	$F_i \geq 25$ strappa		

Tabella 1. Regola per la classificazione delle classi di danno per tavolame semilavorato per pavimenti esterni.

Table 1. Classification rule of the damage classes for semi-worked wood flooring elements.

Tableau 1. Règle pour la classification des classes de dommage de plancher semi-fini pour parquet extérieur.

<i>Classe</i>	<i>Definizione</i>
SUPERIOR	93% di superficie priva di difetti
MEDIANO	dal 74% fino al 93% di superficie priva di difetti
INFERIOR	dal 58% fino al 74% di superficie priva di difetti

Tabella 2. Limiti per la classificazione delle classi di taglio per tavolame semilavorato per pavimenti esterni.

Table 2. Cutting classes limit for semi-worked wood flooring elements.

Tableau 2. Limites pour la classification des classes de coupe.

<i>Specie legnosa</i>	<i>Numero di tavole esaminate</i>	<i>Tavole per categoria di danno</i>		
		I	II	III
Ipè	1492 (5,5 m <sup>3</sup> )	1196 (80 %)	164 (11 %)	132 (9 %)
Garapa	481 (2,8 m <sup>3</sup> )	382 (80 %)	64 (13 %)	35 (7 %)
Massaranduba	485 (2,0 m <sup>3</sup> )	452 (93 %)	22 (5 %)	11 (2 %)
Angelim Amargoso	241 (1,4 m <sup>3</sup> )	201 (83 %)	31 (13 %)	9 (4 %)

Tabella 3. Risultati di una prova di classificazione.

Table 3. Results of a classification test.

Tableau 3. Résultats d'une épreuve de classification.



Figura 1. Esempio di impiego di pavimentazione in legno in ambiente esterno.

Figure 1. Example of wood floor in external terrace.

Figure 1. Exemple d'emploi d'un parquetage pour milieu extérieur.

## SUMMARY

### VISUAL CLASSIFICATION OF 5 BRASILIAN WOOD USED IN EXTERNAL FLOORING

A method for aesthetic classification of wooden elements used for outdoor flooring is proposed. This classification is particularly

useful for companies that import not selected material from producing countries, in order to divide the wood board into homogeneous categories for quality and price, to offer consumers similar supplies. Elements of five southern American wood species were analyzed, chosen from that usually used in outdoor flooring, marketed by an industry-leading firm from Treviso province (North Italy).

Defects that might affect the aesthetic quality of the floor



on more than 4700 tables or semi-finished components were measured. Based on the data collected, have been established the limits that discriminate three “damage classes” of membership and, for each of these classes, the defects that are not allowed. Based on the net length usable for processing for each board were then proposed the three so called “cutting classes” that permit to assign to each commercial length a classification based on the achievable minimum clear cuts.

This classification procedure has been tested on supplies in the warehouse business in order to know the effective it practical application, the actual composition of a consignment of imported material and the amount of material to be discarded.

The proposed classification, tested directly in the company, has proven valid and able to optimize the marketing of semi-finished products that the management of the store. It could be effectively used for other wooden species used for wood flooring from outside.

## RÉSUMÉ

### CLASSIFICATION MORPHOLOGIQUE DE 5 BOIS BRESILIEN POUR PLANCHERS EXTERIEURS

Les Auteurs proposent une classification sur base morphologique da utiliser pour les bois semi-travaillés et pour les planches employées dans la fabrication de planchers d’extérieur. Cette classification est particulièrement utile pour les entreprises d’importation qui peuvent ainsi subdiviser le matériel non sélectionné en catégories homogènes pour la qualité et le prix, de façon à distribuer sur les marchés des lots homogènes.

Les échantillons ligneux de 5 espèces ligneuses ont fait l’objet d’analyses. Il s’agit d’essences de provenance su-

daméricaine utilisées dans la fabrication de planchés d’extérieur par une entreprise de la région de Treviso (Italie du Nord) leader dans le secteur. Les défauts qui peuvent influencer la qualité esthétique du plancher ont été repérés sur plus de 4700 planches ou éléments semi-travaillés des 5 espèces analysées. Sur la base des données récoltées, trois classes ont été établies pour chaque défaut et, pour chacune d’entre elles, des défauts non admis. Trois classes de découpe ont aussi été formulées sur la base de la surface nette utilisable pour chaque semi-travaillé. Ces classes de découpe permettent d’attribuer a chaque mesure commerciale une classification sur la base des coupes effectuées. Une classification des fournitures a aussi été préparée, pour connaître l’effective composition d’un lot et la quantité de matériel à écarter (rémanence).

La classification proposée, testée directement en usine, s’est montrée valide et en mesure d’optimiser aussi bien la commercialisation des éléments semi-travaillés que la gestion du stock. Elle pourrait bien être employée pour d’autres essences utilisées dans la confection de planchers d’extérieur.

## BIBLIOGRAFIA

Cazzola F., 2008. *Metodo di classificazione di alcuni legni brasiliani per la pavimentazione esterna*. Tesi di laurea, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Padova.

Giordano G., 1988. *Tecnologia del legno*, Vol. III. Torino: UTET.

NHLA, 2007. *Rules for the measurement & inspection of Hardwood & Cypress*. Memphis, USA. On-line: [www.nhla.com](http://www.nhla.com).

Tropix 5.0. *Technological characteristics of 215 tropical species*. On line: <http://tropix.cirad.fr/>.

## IL LEGNO DI SALICE: UTILIZZAZIONI TRADIZIONALI E PROSPETTIVE FUTURE

(\*) Dipartimento Territorio e Sistemi Agro Forestali, Università di Padova

I salici, grazie agli incrementi legnosi particolarmente elevati, sono degli importanti produttori di biomassa, e danno luogo ad assortimenti legnosi speciali molto utili anche nell'economia dell'azienda agricola. Per le sue caratteristiche di flessibilità sia i fusti che i rami dei salici sono sempre stati utilizzati fin dall'antichità per l'intreccio di contenitori, la cui utilizzazione è stata limitata solo di recente dalla comparsa della plastica.

Il salice è l'albero dell'energia femminile, e nella mitologia celtica era consacrato alla luna. Anche durante il medioevo si vedeva uno stretto legame tra questa pianta e la luna, tanto da rendere i salici gli alberi preferiti per la fabbricazione della "scopa delle streghe". Ancora oggi si trovano in commercio "bacchette magiche" e talismani in legno di salice che dovrebbero favorire la capacità di immedesimazione, aiutare la salute e donare protezione a tutta la famiglia. Tale caratteristica "magica" del salice si trova anche in culture totalmente diverse dalla nostra, come quella giapponese degli Ainu, che utilizzano il legno di salice per la produzione di sostituti antropomorfi delle divinità cui affidare le preghiere.

Attualmente le utilizzazioni più comuni sono per falegnameria comune, attrezzi sportivi, zoccoli, imballaggi, fiammiferi, compensati, pasta legno da carta e cellulosa

Lo studio di un rilancio del salice, indirizzando la relativa produzione tramite selezione genetica, renderebbe possibile anche in Italia l'inizio, sempre rimandato, della promozione di una "salicicoltura da legno", come avviene da tempo in diversi altri paesi emergenti dal punto di vista industriale.

*Parole chiave:* salici, legno, utilizzazioni.

*Key words:* willow, wood, wood utilization.

*Mots clés:* saule, bois, utilisation du bois.

### 1. INTRODUZIONE

Quasi tutti i salici, ivi compresi diversi ibridi, ad eccezione delle specie prostrate e nane, sono utilizzati per scopi produttivi, grazie alla loro notevole rapidità di accrescimento e al rigoglioso sviluppo. Per l'Italia sono segnalate 34 entità autoctone, mentre almeno altre due (*S. babylonica*, *S. viminalis*) sono state introdotte in coltura. Presenti in vari habitat forestali, in particolare in quelli umidi, sono piante legnose con fisionomie e stature assai varie: dai pochi centimetri di sviluppo delle specie prostrate di montagna ai 30-35 metri di quelle arboree di pianura. La maggior parte delle specie ha comunque un portamento arbustivo.

Le colture di salici hanno sempre avuto discreta importanza nell'economia agricola a conduzione familiare, soprattutto nella Pianura Padana, dove venivano coltivati per lo più in aree marginali, ai bordi dei campi o lungo i fossi, trattati a capitozza. Mentre in Europa le colture di salice non hanno mai assunto una dimensione industriale, in altri paesi, come la Cina o l'Argentina, le piantagioni di salici raggiungono dimensioni notevoli. Autori italiani riferiscono che il salice da legno (*S. alba*, *S. caprea*) produce dai 2,4 ai 4,5 mc/anno/ha, in qualche caso si può arrivare a 8-15 mc/anno/ha, mentre è noto che nel Delta del Paraná si ottengono anche 12-20 mc/anno/ha (Cerrillo, 2008).

### 2. CARATTERISTICHE DEL LEGNO

Il legno è di colore biancastro lucente, con durame rosato leggermente più scuro dell'alburno, con frequenti macchie midollari. Gli anelli di accrescimento sono distinti, talvolta non ben definiti, con vasi e raggi non visibili ad occhio nudo.

La tessitura è media, la fibratura generalmente diritta. La massa volumica a umidità normale varia da 0,32 a 0,55 gr/cm<sup>3</sup>, con valore medio di 0,45 gr/cm<sup>3</sup> (Giordano, 1988).

È un legno tenero, poco durevole, con buona stabilità dimensionale e di forma, di facile lavorabilità ed essiccazione. Il legno prodotto dai salici mostra una notevole omogeneità, non presentando particolari differenze tra le diverse specie tali da rendere possibile l'identificazione, che risulta difficile anche nei confronti dei pioppi. Le caratteristiche fisiche e meccaniche del legno dei salici sono simili a quelle dei pioppi (tab. 1).

Al microscopio il legno presenta porosità diffusa o semidiffusa, con vasi solitari, in piccoli gruppi o in corte file radiali (fig. 1).

Nei salici prostrati la frequenza e l'addensamento dei vasi può aumentare notevolmente, e se i fusti sono sotterranei si forma una struttura che ricorda quella delle radici, con diminuzione del tessuto meccanico e aumento del tessuto di conduzione (Schoch *et al.*, 2004).

Gli elementi vasali hanno perforazioni semplici, punteggiature intervascolari bordate, pluriseriate, a disposizione alternata e punteggiature raggio-vaso grandi, semplici.

Il parenchima assiale è disposto in bande nella zona tra due anelli successivi. I raggi sono uniseriati, alti da 10 a 15 cellule, eterogenei per cellule quadrate e rette marginali; le fibre sono libriformi.

Il legno dei salici a portamento arboreo ed arbustivo non è distinguibile su base anatomica. Occasionalmente, possono mancare le cellule quadrate e rette nei raggi, e in questo caso il legno diventa del tutto simile a quello dei pioppi.

### 3. UTILIZZAZIONI TRADIZIONALI E ANCORA ATTUALI

#### 3.1 Legno

Gli usi tradizionali del legno dei salici sono simili a quelli del legno di pioppo, e comprendono compensati, imballaggi, segati, fiammiferi, paleria, carbone e combustibile. Si trovano in commercio anche zoccoli e soles ortopediche che sfruttano la leggerezza e la capacità di isolamento di questo legno. Si usa inoltre per mobili andanti, per la costruzione dello scheletro di sedie e poltrone, ma anche per particolari mobili rustici. Altra utilizzazione di nicchia è l'uso nell'artigianato artistico (Giordano, 1988; Bolzonella *et al.*, 2008).

Particolare destinazione del legno del *S. alba coerulea* è la costruzione di mazze da cricket. Si utilizzano alberi di età compresa tra i 15 e i 30 anni, che vengono tagliati in topi da 70 cm circa, dai quali si ricavano a spacco i cosiddetti *cleft*. Questi vengono stagionati all'aria dopo aver ricoperto di cera le estremità per ridurre la velocità di essiccazione, in modo da evitare spaccature. Dopo circa sei mesi di stagionatura il *cleft* viene lavorato e sagomato, ricavando la lama dalla parte migliore del massello. Successivamente il legno viene compresso, per aumentare la resistenza all'urto, pur mantenendo una certa elasticità. Il manico viene inserito in una apertura a V fatta all'estremità opposta della lama e incollato. La lama viene sagomata a mano con un coltello, levigata e trattata a cera.

#### 3.2 Vimini

Per le caratteristiche di flessibilità i rami dei salici vengono utilizzati fin dai tempi antichi per la fabbricazione di vari manufatti, cesti, panier, nasse da pesca, contenitori di vario tipo ma anche mobili. Si utilizzano varie specie di salice, in particolare il salice da pertiche (*Salix triandra*), il salice da vimini (*S. viminalis*) e il salice porporino (*S. purpurea*), ma molte altre specie sono suscettibili di impiego per questo scopo (*S. alba*, *S. daphnoides*, *S. caprea*, *S. elaeagnos*, ecc.) (Martini *et al.*, 1988).

La coltura del salice da vimini è oggi praticamente abbandonata in tutta la nostra penisola. I vincheti erano diffusi soprattutto nelle aree dove, per l'eccesso di umidità, non era possibile effettuare altre colture: i terreni sabbioso-argillosi lungo i fiumi delle pianure alluvionali. Erano colture a ciclo brevissimo, che sfruttavano molto la fertilità del terreno, e richiedevano una regolare concimazione per reintegrare le sostanze minerali sottratte. Il vincheto veniva piantato in primavera o in autunno, utilizzando talee di 1-2 anni ricavate da piante mature e sane dopo la caduta delle foglie. La prima ceduzione era fatta ad un anno dall'impianto, mentre i turni successivi potevano essere dilazionati fino a 3-5 anni a seconda della dimensione dei vimini richiesti (Bolzonella *et al.*, 2008).

Singolare ed antichissimo uso del salice in Inghilterra è la costruzione di coracles, piccole imbarcazioni costituite da uno scheletro di vimini ricoperto con pelli o altro materiale impermeabile, aventi la caratteristica di essere facilmente trasportabili. La prima notizia di queste imbarcazioni risale a Giulio Cesare, che ordinò ai propri soldati di costruire delle imbarcazioni in vimini e pelle, simili a quelle viste in Britannia (Newsholme, 2002). Sono utilizzate ancora oggi da pescatori e sportivi inglesi (fig. 2).

Le caratteristiche di flessibilità e leggerezza del salice ben

si prestano alla costruzione della yurt, tipica dimora circolare utilizzata anche oggi da molte popolazioni nomadi asiatiche. È costituita da uno scheletro in rami di salice, ricoperto da panni in feltro, facilmente smontabile e trasportabile (fig. 3).

#### 3.3 Carattere simbolico e magico del salice e del suo legno

Il salice è l'albero femminile per eccellenza, legato alla Luna per la sua vicinanza con l'acqua, ma anche alla Madre Terra, che dà la vita e la riprende in un ciclo continuo. Presso gli antichi era l'albero della castità e della sterilità (*infecundi salci*, Omero). Plinio il Vecchio a questo proposito scrive: "Improvvisamente il salice perde il suo seme ancor prima che questo abbia raggiunto una qualche maturità. Perciò Omero lo chiama il distruttore del frutto". Il salice era sacro a Giunone, e le prime statue a lei dedicate erano in legno di salice (Reivas dell'Ibis, 1857).

Il salice piangente, per la forma dei suoi rami, è da sempre simbolo di malinconia, tristezza e morte. È anche pianta simbolo della trasformazione: le Ninfe del Sarno si trasformano in salici per sfuggire ai satiri (Sannazaro, 1813). In oriente il salice è ancora considerato simbolo di immortalità. In Cina anticamente era elemento importante nei sacrifici rituali legati al culto del sole.

Bastoncini in salice sono utilizzati per la divinazione sin dall'antichità: Erodoto riporta che gli indovini sciti lanciavano bacchette di salice per leggere il futuro (Bottino, 2001), pratica presente anche presso gli antichi indovini dell'*I'Ching* (Walters, 2004).

Nel medioevo il legame con la luna e l'energia femminile rende il salice l'albero delle streghe, che utilizzavano il vimine per costruire la scopa, costituita da un manico in frassino, setole in betulla e legacci in salice.

In Inghilterra le streghe dell'isola di Sein costruivano con il vimini delle scope o delle ceste con le quali sorvolavano l'oceano per praticare i loro sortilegi.

Gli Inau degli Ainu, popolazione del nord del Giappone, sono bastoncini rituali (fig. 4) offerti agli dei (Kamui) di forma diversa a seconda delle divinità. Generalmente scolpiti in legno di salice, sacro per la cultura Ainu, costituiscono dei sostituti antropomorfi cui affidare le preghiere. I più potenti e temuti (Inau Kamui) sono considerati vere divinità, corpo del dio. Le più note specie di Inau hanno trucioli (Kike) con valore di capelli o di sacro mantello con potere protettivo (Ashkenazi, 2003).

Attualmente il legno di salice conserva il suo significato magico, ed è tutt'ora utilizzato anche nei paesi avanzati per la fabbricazione di amuleti e bacchette magiche (fig. 5), cui il legno di salice conferisce consapevolezza psichica e benedizione della Luna.

### 4. IL FUTURO

L'uso dei salici, nel nostro paese per lo più limitato a zone marginali, potrebbe assumere maggiore importanza e affiancare il pioppo, più diffuso ma anche più esigente. Il miglioramento genetico del salice da legno vuole ottenere elevata produttività, buon accrescimento in altezza e diametro dei fusti, alta capacità pollonifera, scarsa ramosità e rami sottili, buona resistenza a patogeni.

L'ampia capacità di produzione di vari assortimenti utili che il saliceto sia naturale che derivato da impianti artificiali

possiede potrà fornire un aumento della disponibilità di biomassa per carburanti alternativi, pasta da carta, chips.

La selezione genetica inoltre potrà permettere la produzione di legno di pregio per tranciati e compensati

La richiesta di vimini, dopo un periodo di flessione dovuto all'avvento della plastica, è nuovamente interessante. La selezione dei soggetti adatti tra le specie autoctone potrà migliorare la produttività.

	<i>Salice bianco</i>	<i>Pioppi euramericani</i>	<i>Pioppo tremolo</i>	<i>Pioppo nero</i>
tessitura	media	grossolana	da media a fine	media
fibratura	diritta	diritta	diritta	varia
massa volumica 12% (gr/cm3)	0.45	0.34	0.51	0.50
ritiro	medio	da basso a medio	tra medio ed elevato	medio
durezza	bassa	bassa	bassa	bassa
resistenza a compressione assiale (N/mm2)	40	32	40	41
resistenza a flessione (N/mm2)	77	56	75	75
durabilità	scarsa	scarsa	scarsa	scarsa

Tabella 1. Caratteristiche fisiche e meccaniche del legno di salice bianco e confronto con alcuni pioppi (Giordano, 1988).

Table 1. Physical and mechanical characteristics of white willow wood and comparison with some poplars.

Tableau 1. Caractéristiques physiques et mécaniques du bois du saule blanc et comparaison avec le bois de peuplier (Giordano, 1988).

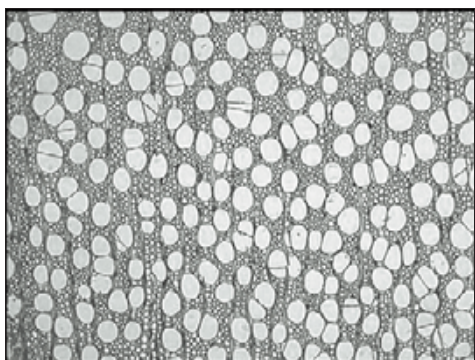


Figura 1. Sezione trasversale al microscopio ottico del legno di salice bianco (40x).

Figure 1. Microscopic cross section of white willow wood (40 x).

Figure 1. Section transversale du bois du saule blanc (microscope optique 40x).



Figura 3. Interno di una yurta.

Figure 3. Interior of a Yurta.

Figure 3. Intérieur d'une yurta.



Figura 2. Coracles in uso attualmente in Inghilterra (da: [www.coracle-fishing.net](http://www.coracle-fishing.net)).

Figure 2. Coracles actually used in England.

Figure 2. Coracles actuellement en usage en Angleterre ([www.coracle-fishing.net](http://www.coracle-fishing.net)).



Figura 4. Inau pronti per le cerimonie (Da Bennett, 2003).

Figure 4. Inau ready for a ceremony.

Figure 4. Inau prêt pour les cérémonies (De Bennett, 2003).



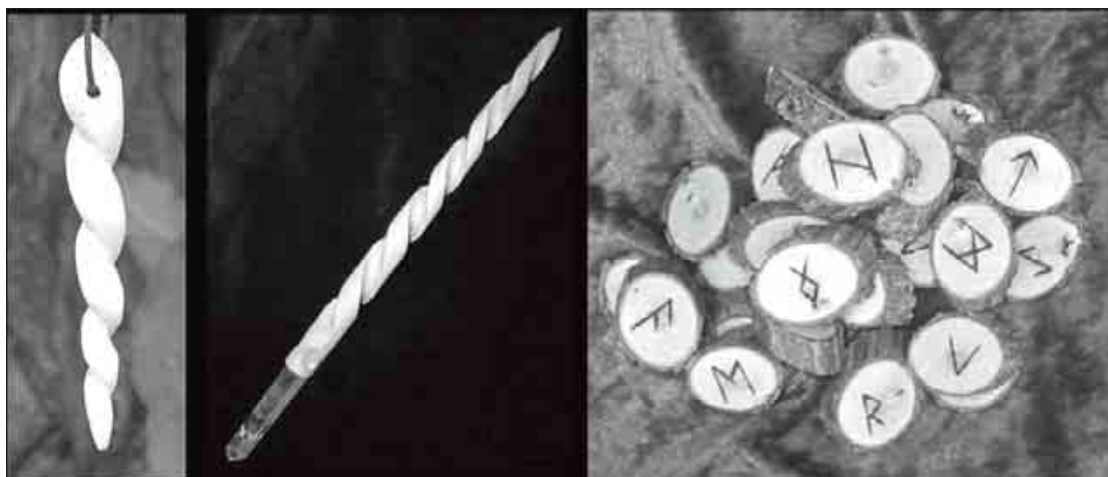


Figura 5. Bacchette magiche, talismani, rune per la divinazione in legno di salice attualmente in commercio.

Figure 5. Wands, talismans, runes used for divination, actually commercialized.

Figure 5. Baguettes magiques, talismans, runes pour la divinazione en bois de saule actuellement sur le marché.

## SUMMARY

### WILLOW WOOD: TRADITIONAL USED AND FUTURE PROSPECTS

The willows, thanks to wide annual growth rings, are high biomass producer. From willow wood can be achieved special wooden elements used in agricultural and rural traditional uses. Because of its elasticity both stems and shoots has been long used in baskets production, this kind of use is decreased just in the recent years because of plastic.

The willow is the tree of women, and in Celtic mythology was consecrated to the moon. Even during the Middle Ages there was a close link between this plant and the moon, so that the willow trees favourite for the manufacture of the “witches broom”. Even today there are in the market “magic wands”, and talismans, made of willow wood, which should facilitate the identification of skills, help the health and give protection to the whole family. This “magic” feature of the willow is also found in cultures totally different from ours, like the Ainu of Japan, who use the wood of willow in the production of substitutes anthropomorphic deities entrusted with the prayers.

Currently, the most common uses are for carpentry, sports equipment, hooves, packaging, matches, plywood, wood pulp, paper and cellulose.

The study of the revival of willow, directing the production through genetic selection, can also make the start in Italy, often postponed, the promotion of a “willow wood culture”, as happens from time in several other industrial emerging countries.

## RÉSUMÉ

### BOIS DE SAULE: UTILISATIONS TRADITIONNELLES ET PERSPECTIVES D’AVENIR

Les saules sont des arbres à forte production de biomasse. Ils produisent aussi des assortiments ligneux

particuliers qui sont utiles aux petites exploitations agricoles. En effet, les caractéristiques de flexibilité de tiges et branches des saules ont toujours été considérées dans l’utilisation de ce bois pour confectionner des paniers, même si l’apparition du plastique en a diminué la demande.

Le saule est traditionnellement considéré l’arbre de l’énergie féminine et dans la mythologie celtique il était consacré à la lune. Pendant le Moyen Age aussi une relation entre le saule et la lune était envisagée et les saules étaient les arbres préférés pour la fabrication du balai des sorcières. Aujourd’hui il est possible de trouver en commerce des «baguettes» et des talismans fabriqués avec du bois de saule qui auraient des propriétés magiques capables d’augmenter la protection de l’état de santé des membres d’une famille, ainsi que de rendre chaque personne plus sensible aux sentiments des autres. Ce caractère « magique » se rencontre aussi dans d’autres cultures, comme celle des Ainu, un peuple japonais qui utilisait le bois du saule pour la confection de copies anthropomorphes de divinités préposées à la prière.

Aujourd’hui les utilisations les plus communes sont celles liées à la menuiserie courante et à la fabrication d’ustensiles sportifs, de sabots, d’emballages, d’allumettes, de contre-plaqué et de pâte pour papier et cellulose.

La relance du bois de saule, avec une production régulée par sélection génétique, peut commencer en Italie par la promotion de «saulaies de production», comme cela est déjà le cas dans d’autres Pays émergents sur le marché industriel international.

## BIBLIOGRAFIA

- Ashkenazi M., 2003. *Handbook of Japanese Mythology*. ABC-CLIO, Oxford.
- Bennet J.W., 2003. *Doing photography and social research in the allied occupation of Japan, 1948-1951: a personal and professional memoir*. On-line version: <http://library.osu.edu/sites/rarebooks/japan/about.html>.
- Bottino M., 2001. *La divinazione nell’antichità classica*. Agorà VII (a. II, Ottobre-Dicembre 2001).

- Bolzonella C., Paiero P., 2008. *Le utilizzazioni speciali dei salici*. In: I salici in selvicoltura, in agricoltura e nella tutela del paesaggio, a cura di P. Paiero. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, LVI: 81-91.
- Cerillo T., 2008. *Il caso della salicicoltura nel Delta del Paraná*. In: I salici in selvicoltura, in agricoltura e nella tutela del paesaggio, a cura di P. Paiero. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, LVI: 63-80.
- Dell'Ibis Reivas, 1857. *I miti e i simboli delle piante presso i greci e i romani*. Stabilimento Civelli Giuseppe, Roma-Milano.
- Giordano G., 1988. *Tecnologia del legno*. UTET, Torino.
- Martini F., Paiero P., 1988. *I Salici d'Italia. Guida al riconoscimento e all'utilizzazione pratica*. Casa Editrice LINT, Trieste.
- Sannazaro J., 1813. *Le pescatorie di Azio Sincero Sannazaro*. Tip. Picotti, Venezia.
- Schoch W., Heller I., Schweingruber F.H., Kienast F., 2004. *Wood anatomy of central European Species*. Online version: [www.woodanatomy.ch](http://www.woodanatomy.ch).
- Walters D., 2004. *Il libro completo dell'astrologia cinese*. Gremese Editore.



SESSIONE 7

SELVICOLTURA:  
PAESAGGIO  
FUNZIONI CULTURALI E SOCIALI  
DELLA FORESTA

*Coordinatori*

Fabio Salbitano  
Giovanni Sanesi

*Chairman*

Giuseppe Barbera





## VALUTAZIONE QUALI-QUANTITATIVA DEI BOSCHI URBANI IN ITALIA

(\*) Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

(\*\*) Corpo Forestale dello Stato, Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio, Roma

La presenza di aree verdi ha importanti riflessi sulla qualità della vita, sul benessere e sulla salute dei cittadini tanto da venire configurata come un vero e proprio indicatore ambientale di sostenibilità in ambiente urbano. La valutazione dell'entità e della qualità delle aree occupate dai parchi urbani è indispensabile per lo sviluppo di appropriati indirizzi di gestione destinati a questa risorsa per quantificarne, ottimizzarne e valutarne i benefici economici attuali e potenziali anche in termini di crediti di carbonio. A questo proposito, assumono importanza strategica gli inventari forestali nazionali che possono venire impostati per rispondere a scopi scientifici e sociali più ampi della stima esclusiva delle superfici forestali. Pertanto, è stata avviata una collaborazione scientifica tra DISAFRI dell'Università della Tuscia e Corpo Forestale dello Stato con lo scopo di analizzare i dati inventariali acquisiti nella prima fase di realizzazione del 2° Inventario Forestale Nazionale, specificamente dedicato alla valutazione dei serbatoi di carbonio riconducibili alla consistenza del patrimonio forestale italiano. I dati presi in considerazione corrispondono alla tipologia di uso del suolo "Superfici Artificiali" e alla sottoclasse Parchi Urbani (430 punti inventariali). Obiettivo della ricerca è di verificare la possibilità di valutare a livello nazionale l'entità e la qualità dell'attuale uso del suolo classificato Parchi Urbani e di stimarne la relativa capacità in quanto serbatoio di carbonio. Il lavoro prevede, inoltre, la rilevazione di attributi compositivi, stazionali e socioeconomici su tutti i parchi urbani in cui ricadono i suddetti punti inventariali INFC. L'obiettivo generale dell'analisi è di valutare la possibilità di accrescere l'efficacia dei risultati dell'inventario stesso, contribuendo a sviluppare la ricerca italiana nel settore della selvicoltura urbana e a indirizzare le politiche per la lotta al cambiamento climatico con specifico riferimento agli ambienti urbani e periurbani.

### INTRODUZIONE

In Europa oltre l'80% della popolazione vive in aree urbanizzate (United Nations, 2006). In Italia, dove circa il 70% della popolazione risiede in aree urbane, l'attuale situazione riguardo al verde urbano si presenta notevolmente complessa ed articolata: cresce la cultura e la sensibilità ai temi della salvaguardia ambientale così come la consapevolezza del ruolo del verde urbano sulla qualità della vita. Tuttavia, a fronte di una certa produzione di norme di interesse locale inerenti la salvaguardia del verde, non vi è una sostanziale diffusione di efficaci politiche di tutela, valorizzazione e incremento.

Le aree boscate e arborate comprese nel tessuto urbano e periurbano costituiscono ecosistemi più o meno semplificati. La presenza di alberi e formazioni forestali si riflette positivamente sulla qualità della vita, sul benessere e sulla salute dei cittadini tanto da venire configurata tra gli indicatori di sostenibilità ambientale in ambito urbano. Le aree boscate e arborate nel tessuto urbano e periurbano vengono percepite come spazio vitale per lo svolgimento di importanti funzioni che vanno da quelle più propriamente ecologico-ambientali a quelle sociali ed economiche (parchi urbani) (Konijnendijk, 1999). Queste funzioni sono determinate oltre che dall'estensione, anche dall'accessibilità, dalla naturalità e dalla qualità ambientale dei singoli soprassuoli (Sanesi, *et al.*, 2006; Sanesi, 2007; 2008).

L'inventario e la gestione di questi soprassuoli rappresenta una sfida rispetto ai sistemi e ai metodi inventario e gestione forestale applicati ai boschi in contesto rurale e necessita di un ampio e aggiornato numero di informazioni. In sede di analisi delle caratteristiche dei boschi urbani e del loro specifico contesto, i metodi geospaziali (sistemi informativi geo-

grafici, sistemi di posizionamento satellitare, telerilevamento) e statistici consentono di acquisire tempestivamente dati estensivi da cui possono essere derivati gli attributi delle aree boscate e arborate in ambito urbano e periurbano: estensione, grado di copertura, struttura dei popolamenti, composizione specifica e condizioni fisiologiche, effetti dell'isola di calore e stock di carbonio immagazzinato, grado di efficacia nella mitigazione degli effetti ambientali dovuti alla urbanizzazione (Ward e Johnson, 2007; Shaw, 2008). Da segnalare il documento di Dwyer *et al.* (2000) riguardante il primo esempio di valutazione delle risorse a carattere forestale in ambito urbano negli Stati Uniti, ottenuto mediante analisi ed elaborazione di dati geospaziali ed elaborazione di dati statistici demografici.

In Italia il quadro di informazioni in merito a quantità e qualità del verde pubblico e privato appare inadeguato: in particolare, mancano dettagli riguardo agli aspetti di accessibilità, valore ecologico e funzioni svolte (Sanesi e Laforzezza, 2002). La quantità di verde urbano, distinto in relazione a categorie funzionali esclusivamente di carattere urbanistico, viene censita dall'Istat che elabora - per ciascun capoluogo di provincia - indicatori di sostenibilità ambientale, sociale ed economica, secondo standard metodologici ([www.istat.it](http://www.istat.it); [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/urban2/urban/audit/src/intro.html](http://ec.europa.eu/regional_policy/urban2/urban/audit/src/intro.html)) il cui scopo è di valutare l'efficacia delle amministrazioni pubbliche nella gestione del territorio. Ma, oltre al ridotto numero di serie storiche disponibili, i dati acquisibili non appaiono esaustivi poiché tralasciano il territorio oltre i confini dei comuni capoluogo di provincia; mancano, inoltre, specifici approfondimenti sui boschi urbani.

Tenuto conto di quanto premesso, scopo del presente lavoro è di valorizzare i rilievi condotti in Italia nell'ambito

dell'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC) per la valutazione dell'entità dei boschi urbani, a partire dall'analisi dei dati inventariali ottenuti dalla prima fase di rilievo.

## MATERIALI E METODI

I dati presi in considerazione sono relativi all'uso del suolo INFC "Superfici Artificiali", sottoclasse "Parchi Urbani", corrispondenti a un totale di 430 punti di sondaggio così classificati tramite interpretazione a video di ortofoto-aeree digitali (risoluzione nominale: 1 m). Per i dettagli tecnici sulla definizione di bosco adottata e sulla distribuzione del campione si rimanda a INFC (2007), mentre per quanto riguarda le caratteristiche delle ortofoto e le modalità di interpretazione a video si rimanda a De Natale e Gasperini (2003).

Per ciascuno dei boschi urbani identificati nei suddetti punti di sondaggio è stata rilevata:

- l'estensione, mediante perimetrazione a video sulle ortofoto digitali;
- la prevalenza di conifere o latifoglie, mediante interpretazione a video sulle ortofoto digitali supportata da immagini Landsat RGB 453 (1999, 2000);
- la quota, l'esposizione e la pendenza prevalenti, mediante elaborazione su modello digitale del terreno del CGIAR-CSI (<http://srtm.csi.cgiar.org>);
- la copertura/uso del suolo del poligono Corine Land Cover 2000 in cui il bosco è incluso (CLC2000, Maricchiolo *et al.*, 2005);
- il numero di abitanti del comune in cui il bosco è incluso (Istat 2001, elaborazioni: <http://www.comuniitalia.it/comuni/a.html>).

Dai dati rilevati sono state calcolate le seguenti statistiche, a livello nazionale e per singole regioni:

$$- \text{numero totale dei boschi urbani} = \hat{N}_{bu} = \frac{R}{n} \sum_{j \in S} \frac{1}{a_j} \quad (R =$$

superficie totale della griglia con celle di 1 km x 1 km sovrapposta al territorio oggetto di interesse in modo che tutte le celle contengano almeno una porzione di questo territorio, dove a livello nazionale  $R = 30683100$  ha;  $n =$  numero totale dei punti inventariali ricadenti nel territorio oggetto di interesse estraendo casualmente un punto in ciascuna cella di  $R$ , dove a livello nazionale  $n = 301325$ ;  $S =$  insieme dei boschi urbani campionati;  $a_j =$  superficie del  $j$ -esimo bosco urbano campionato, in ha);

$$- \text{superficie totale dei boschi urbani} = \hat{A}_{bu} = \frac{R}{n} n_{bu} \quad (n_{bu} =$$

numero di punti inventariali ricadenti in boschi urbani).

Dai dati di cui sopra è agevole derivare anche la stima della superficie media unitaria dei boschi urbani, pari a

$$\hat{a}_{bu} = \frac{n_{bu}}{\sum_{j \in S} \frac{1}{a_j}}$$

Mediante statistiche correlative e di analisi della varianza univariata (Zar, 1996) sono state inoltre descritte le differenze tra i diversi tipi di boschi urbani in funzione degli attributi rilevati.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

I boschi urbani in Italia sono oltre 20000, con una superficie complessiva pari a oltre 43500 ha (Tabella 1). In media si hanno circa 7,5 m<sup>2</sup> di boschi urbani per abitante.

La Lombardia è la regione che presenta la maggiore superficie totale di boschi urbani, seguita dall'Emilia Romagna e dal Piemonte. La regione con maggiore numerosità di boschi urbani è l'Emilia Romagna, seguita da Lombardia e Piemonte. La regione con i boschi urbani unitariamente più estesi è la Liguria, seguita da Campania e Abruzzo.

In media, la superficie unitaria dei boschi urbani è circa 2,2 ha, dimensione teoricamente non sufficiente, nella generalità dei casi, affinché al loro interno possano instaurarsi condizioni ambientali di tipo nemorale (Corona e Marchetti, 2002; Santos *et al.*, 2006).

Il 57% della superficie dei boschi urbani è a prevalenza di conifere e il 43% a prevalenza di latifoglie. In media non si hanno differenze significative né di superficie unitaria né di pendenza o esposizione né di localizzazione altitudinale tra queste due categorie fisionomiche, che si distribuiscono in un ampio campo di condizioni stagionali (Tabella 2).

Meno del 15% della superficie dei boschi urbani in Italia ricade in ambiti specificatamente classificati come tessuto urbano continuo o aree di verde urbano o aree dedicate a sport e tempo libero (Tabella 3). Circa la metà dei boschi inventariati ricade invece in ambiti classificati come tessuto urbano discontinuo: ciò, insieme alla loro significativa presenza anche in ambiti caratterizzati da seminativi non irrigui e coltivazioni complesse, testimonia che gran parte (quasi il 70%) delle unità inventariate debba più precisamente essere inquadrata come boschi periurbani.

I boschi nel tessuto urbano discontinuo fanno riferimento, in media, ad ambiti cittadini di minore dimensione rispetto a quelli inseriti nel tessuto urbano continuo ( $p < 0,05$ ) e sono significativamente più piccoli (in media, 5 ha contro 13 ha di quelli nel tessuto urbano continuo:  $p < 0,01$ ).

Oltre la metà della superficie dei boschi urbani si trova in piccoli centri, con popolazione inferiore a 25000 abitanti. Peraltro, la superficie unitaria dei boschi urbani aumenta significativamente ( $p < 0,001$ ) all'aumentare della dimensione dell'ambito cittadino, con singole unità boschive mediamente estese intorno a 2-4 ha in centri urbani con meno di 25000 abitanti fino a 15-30 ha in centri urbani con oltre 500000 abitanti.

## CONCLUSIONI

I risultati ottenuti con questo studio manifestano la molteplicità di informazioni ritraibili da un inventario forestale nazionale, quale INFC. Di fatto, l'ampliamento delle funzioni degli inventari forestali nazionali anche a supporto del monitoraggio dei boschi urbani è oggetto di sviluppo in vari Paesi, come a esempio gli USA (Shaw, 2008).

Le stime prodotte evidenziano che il patrimonio di boschi urbani nel nostro Paese è consistente, distribuito prevalentemente nelle regioni del centro-nord, ubicato soprattutto nei piccoli centri e costituito in maggioranza da popolamenti forestali in prossimità delle aree periferiche. Que-

sto ultimo aspetto evidenzia l'importanza e la delicatezza delle azioni per la loro valorizzazione e per l'agevolazione di un utilizzo sociale (a esempio, in termini di accessibilità) e soprattutto sottolinea la necessità di una attenta e consapevole salvaguardia considerato che spesso sono proprio gli ambiti periurbani quelli maggiormente sottoposti a pressione per l'espansione di infrastrutture e insediamenti residenziali e commerciali.

## RINGRAZIAMENTI

Lavoro parzialmente svolto con fondi del progetto CO-FIN PRIN 2007 "Analisi degli aspetti percettivi ed ecologici delle risorse forestali in ambito periurbano e territoriale" (ASPEN, coordinatore nazionale: Giuseppe Carrus) nell'ambito delle attività della Unità di Ricerca dell'Università della Tuscia (DISAFRI).

<i>Regione</i>	<i>superficie stimata (ha)</i>	<i>numero totale</i>	<i>superficie media unitaria (ha)</i>
Lombardia	8011	3122	2,57
Emilia Romagna	7806	3629	2,15
Piemonte	5376	2628	2,05
Lazio	4252	1620	2,62
Veneto	3950	1937	2,04
Toscana	3447	1486	2,32
Sicilia	1927	1230	1,57
Campania	1617	491	3,29
Marche	1612	1035	1,56
Puglia	1114	559	1,99
Sardegna	1014	521	1,95
Umbria	905	341	2,66
Friuli Venezia Giulia	803	329	2,44
Basilicata	605	530	1,14
Liguria	399	103	3,87
Calabria	303	338	0,90
Abruzzo	202	66	3,03
Trentino Alto Adige	201	77	2,62
Molise	0	0	0
Valle d'Aosta	0	0	0

Tabella 1. Statistiche di sintesi sull'entità dei boschi urbani in Italia.

	<i>Minimo</i>	<i>Massimo</i>	<i>Media</i>	<i>Deviazione std.</i>
Quota (m)	1	922	179	181,7
Esposizione (°)	0	372	167	95,1
Pendenza (%)	0	58	6,7	7,6

Tabella 2. Statistiche di alcuni attributi stazionali dei boschi urbani in Italia.

<i>Classificazione poligoni CLC2000</i>	<i>Percentuale</i>
112 - Zone residenziali a tessuto discontinuo	48,4
211 - Seminativi in aree non irrigue	9,8
242 - Sistemi colturali e particellari complessi	9,5
111 - Zone residenziali a tessuto continuo	6,7
141 - Aree verdi urbane	5,3
243 - Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	5,3
121 - Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	5,1
142 - Aree ricreative e sportive	2,3
223 - Oliveti	2,1
311 - Boschi di latifoglie	1,6
122 - Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	0,7
231 - Prati stabili (foraggiere permanenti)	0,7
312 - Boschi di conifere	0,5
324 - Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	0,5
124 - Aeroporti	0,2
131 - Aree estrattive	0,2
221 - Vigneti	0,2
241 - Colture temporanee associate a colture permanenti	0,2
323 - Aree a vegetazione sclerofilla	0,2
521 - Lagune	0,2

Tabella 3. Ripartizione percentuale della superficie totale dei boschi urbani in Italia in funzione del contesto territoriale classificato secondo CLC2000.



<i>Numerosità della popolazione residente</i>	<i>Percentuale</i>
0 – 1000	2,3
1001 – 5000	15,8
5001 – 25000	36,0
25001 – 50000	10,0
50001 – 100000	12,1
100001 – 150000	5,6
150001 – 300000	6,0
300001 – 500000	2,3
500001 – 1000000	2,1
1000001 – 2000000	3,0
> 2000000	4,7

Tabella 4. Ripartizione percentuale della superficie totale dei boschi urbani in Italia in funzione della popolazione residente nel territorio del Comune in cui ricadono.

## SUMMARY

### QUANTITATIVE AND QUALITATIVE ASSESSMENT OF ITALIAN URBAN FORESTS

It is widely recognized that green areas have a great influence on the quality of life, the wellbeing and the health of people living in urban areas and are considered a major indicator for the sustainable management of modern cities. An accurate evaluation of quantitative and qualitative aspects of green urban areas is essential in developing suitable management criteria and evaluating current and potential benefits also in terms of carbon credits. National forest inventories play a strategic role with regard to that as they can be oriented to scientific and social goals wider than the estimation of stand surfaces and classic attributes. Recently, the department DISAFRI of the Università della Tuscia (Italy) and the Italian Forest Service started a scientific collaboration whose aim is to analyse data from the 2<sup>nd</sup> Italian Forest Inventory which was specifically dedicated to the evaluation of forest carbon sinks. About 430 sample points of the subclass Urban forest were considered in the analysis. The goal of the research is to verify in which extent the amount and the quality of green urban areas and their capacity as carbon sinks can be evaluated at national scale through the forest inventory data. Site characteristics, stand attributes and socio-economical context will be surveyed on the inventory points taken into consideration. The general target of the analysis is to increase the efficacy of the 2<sup>nd</sup> forest inventory data, contributing to the development of urban forestry in Italy and to oppose the negative effects of climate change in the urban contest.

## RÉSUMÉ

### ÉVALUATION QUALI QUANTITATIVE DE L'ÉTENDUE DES BOIS URBAINS EN ITALIE

La présence de surfaces couvertes par la végétation a des répercussions importantes sur la qualité de vie, sur le bien-être et sur la santé des citoyens, par conséquent on peut considéré cette présence comme un indice environnemental de durabilité en milieu urbain. L'évaluation de l'ampleur et de la qualité des surfaces occupées par les parcs urbains est indispensable pour le développement de filières

gestionnaires appropriées à cette ressource, ceci afin de quantifier, optimiser et évaluer les bénéfices économiques actuels et potentiels, mais aussi en termes de crédits de carbone. À ce propos, les inventaires forestiers nationaux ont une importance stratégique, car il peuvent être structurés de façon à répondre à des objectifs scientifiques et sociaux plus amples par rapport à l'estimation exclusive des surfaces forestières et de leurs accroissements. C'est donc pour cela qu'une collaboration scientifiques a débuté entre le DISAFRI (Università della Tuscia, Italy) et le Corps National des Eaux et Forêts, ayant pour but l'analyser des données acquises lors des inventaires, durant la première phase du 2<sup>ème</sup> Inventaire National Forestier, consacré en particulier à l'évaluation des réservoirs de carbone en relation avec le patrimoine forestier italien. Les données analysées font partie de la typologie d'usage du sol qui est habituellement dénommée "Surfaces Artificielles" et de la sous-classe Parcs Urbains (avec 430 points d'inventaire classés). Cette recherche se propose d'évaluer, à l'échelle nationale, la qualité et la quantité de l'utilisation actuelle des sols répertoriés comme Parcs Urbains et d'en faire une estimation sur l'entité de réservoir de carbone. De plus cette étude prévoit également le relèvement des caractéristiques constitutives, stationnaires et socioéconomiques sur l'étendue de tous les parcs urbains répertoriés. L'objectif général de cette analyse est celui d'évaluer l'augmentation de l'efficacité des résultats du 2<sup>ème</sup> Inventaire National Forestier Italien, contribuant ainsi au développement de la recherche italienne dans le domaine de la sylviculture urbaine et offrant de nouvelles stratégies politiques pour la lutte aux changements climatiques.

## BIBLIOGRAFIA

- Corona P., Marchetti M., 2002 - *Impianti forestali e gestione sostenibile*. Pp. 25-36. In: Corona P., Marchetti M. (a cura di), *Rimboschimenti e trasformazioni del paesaggio*. Quaderni IAED 15, Edizioni Papageno, Palermo.
- De Natale F., Gasparini P. (a cura di), 2003 - *Manuale di fotointerpretazione per la classificazione delle unità di campionamento di prima fase*. INFC, CFS, CRA-ISAFA, Trento.
- Dwyer J.F., Nowak D.J., Noble M.H., Sisinni S.M., 2000 - *Connecting people with ecosystems in the 21st century: an assessment of our nation's urban forests*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-400. Portland, OR: U.S. Department of

- Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 483 p.
- INFC, 2007 - *Le stime di superficie 2005*. A cura di G. Tabacchi, F. De Natale, L. Di Cosmo, A. Floris, C. Gagliano, P. Gasparini, L. Genchi, G. Scrinzi, V. Tosi. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF – Ispettorato Generale Corpo Forestale dello Stato, CRA - ISAFSA, Trento.
- ISTAT, 2008 - [http://www.istat.it/salastampa/comunicati/in\\_calendario/bildem/20080703\\_00/](http://www.istat.it/salastampa/comunicati/in_calendario/bildem/20080703_00/).
- Konijnendijk C.C., 1999 - *Urban forestry in Europe: a comparative study of concepts, policies and planning for forest conservation, management and development in and around major european cities*. Academic dissertation. Faculty of Forestry, University of Joensuu.
- Maricchiolo C., Sambucini V., Pugliese A., Munafò M., Cecchi G., Rusco E., Blasi C., Marchetti M., Chirici G., Corona P., 2005 - *La realizzazione in Italia del progetto europeo Corine Land Cover 2000*. Rapporti APAT 61, Roma.
- Sanesi G., Laforteza R., 2002 - *Verde urbano e sostenibilità: identificazione di un modello e di un set di indicatori*. Genio Rurale, (9): 3-12.
- Sanesi G., Laforteza R., Bonnes M., Carrus G., 2006 - *Comparison of two different approaches for assessing the psychological and social dimensions of green spaces*. Urban Forestry and Urban Greening, 5: 121-129. Elsevier.
- Sanesi G., 2007 - *La questione del verde urbano: quadro internazionale e prospettive in Italia*. Pp. 15-17. Qualità dell'Ambiente Urbano IV Rapporto APAT, Ed. 2007. Focus su La natura in città. APAT, Min.Ambiente.
- Sanesi G., (a cura di) 2008 - *Manuale RISVEM - Linee guida tecnico-operative per la pianificazione, progettazione, realizzazione e gestione di spazi verdi multifunzionali*. ISBN: 88-87553-15-7, 978-88-87553-15-4. [http://www.greenspace.it/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=128&Itemid=336](http://www.greenspace.it/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=128&Itemid=336).
- Santos T., Telleria J.L., Diaz M., Carbonell R., 2006 - *Evaluating the benefits of CAP reforms: can afforestations restore bird diversity in Mediterranean Spain?* Basic and Applied Ecology, 7: 483-495.
- Shaw J.D., 2008 - *Benefit of a strategic national forest inventory to science and society: the USDA Forest Service Forest Inventory and Analysis program*. iForest 1: 81-85. <http://www.sisef.it/iForest/>.
- United Nations, 2006 - *World Urbanisation Prospects: The 2005 Revision Population Database*. Italy.
- Ward K.T., Johnson G.R., 2007 - *Geospatial methods provide timely and comprehensive urban forest information*. Urban Forestry & Urban Greening 6: 15-22.
- Zar, J.H., 1996. *Biostatistical analysis (3rd ed.)*. Prentice-Hall International, New York, USA.

## INVENTARIO DEI PAESAGGI A TERRAZZE IN SICILIA

(\*) Dipartimento di Colture Arboree, Università degli Studi di Palermo

(\*\*) Architetto paesaggista, libero professionista, Roma

La tutela del paesaggio si pone sempre più all'attenzione della pianificazione territoriale. I paesaggi agrari tradizionali siciliani, soprattutto quelli caratterizzati dalla presenza di terrazzamenti sono in particolare da molti anni soggetti a processi di degrado, abbandono e modificazioni.

In assenza di precise informazioni relative all'incidenza ed alle caratteristiche delle aree terrazzate e nella prospettiva di iniziative volte alla loro tutela e valorizzazione, nel 2006 con il supporto di Arpa Sicilia è stato eseguito l'inventario delle aree terrazzate in Sicilia.

Dall'inventario cartografico è emersa una superficie regionale terrazzata complessiva di 69.604 ha (il 2,71 % dell'intera Regione), con una distribuzione notevolmente eterogenea da provincia a provincia; tale percentuale risulta molto più elevata se si valuta l'effetto della presenza dei sistemi terrazzati sul paesaggio. Le province con la più alta percentuale di terrazzamenti risultano Ragusa, Catania, Siracusa e Messina, mentre nelle province di Trapani e Palermo le terrazze sono relativamente poche, concentrandosi quasi esclusivamente lungo le aree costiere, subcostiere e nelle isole minori. Sulla base della loro distribuzione e concentrazione in principali aree territoriali (*Sistemi di Terrazzamento Omogenei - STO*) è stata elaborata una attenta ed approfondita caratterizzazione territoriale dell'uso attuale delle aree terrazzate e del loro stato di conservazione (stato delle coltivazioni agrarie/processi di abbandono in atto) e, sulla base di esperienze e progetti internazionali, sono state tracciate delle linee guida per un loro recupero e conservazione in seno ai principali tipi di paesaggio agro-forestali e culturali tradizionali che li contengono. L'abbandono delle superfici terrazzate interessa circa il 45% di queste aree, determinando gravi conseguenze sull'assetto e sulla dinamica del paesaggio.

*Parole chiave:* paesaggi culturali, paesaggi tradizionali, manufatti rurali, conservazione.

*Key words:* cultural landscapes, traditional landscapes, terraces, inventory, conservation.

*Mots clés:* paysages culturels, paysage traditionnel, terrasses, inventaire, conservation.

### 1. INTRODUZIONE

Le aree terrazzate sono manufatti, imponenti per estensione, complessità topografica e caratteri costruttivi, frutto di un lavoro secolare che rispecchia la cultura materiale del territorio, dando luogo ad espressioni formali tipiche in funzione delle risorse naturali presenti e della realtà socio-economica locale. Si tratta di una pratica costruttiva di origini antichissime, se ne ha notizia fino dall'epoca protostorica e classica, dove esistevano già muri a secco come confine tra le proprietà (Aalen, 2001). Il sistema dei muri a secco che caratterizza i paesaggi odierni, risale prevalentemente al XIX secolo, grazie ad un ampio e costante processo di trasformazione, miglioramento e manutenzione del territorio agricolo o pastorale, che ha impresso importanti cambiamenti sul paesaggio.

L'importanza della presenza delle terrazze è data dal fatto che la loro funzione e il loro valore si estende ad aspetti che vanno oltre quello di puro contenimento del terreno per la creazione di nuove aree coltivabili. Di particolare interesse risulta il ruolo giocato ai fini del rallentamento delle acque superficiali, nella difesa dagli agenti erosivi del suolo dei terreni denudati della vegetazione naturale a fini colturali. Il suolo accumulato in una terrazza ha tra l'altro una capacità di ritenzione idrica elevata, in particolare in prossimità del muro dove l'acqua superficiale rallenta e può penetrare nel sottosuolo, pur garantendone il drenaggio attraverso il materiale posto 'a secco'. A queste funzioni altre se ne collegano: *carbon sink*; conservazione della biodiversità, conservazione e mantenimento del valore identitario e storico-culturale

(Barbera *et al.*, 2008); tali da generare un insieme organico di diverse funzioni (multifunzionalità).

In assenza di informazioni relative all'incidenza di tali manufatti ed alle loro caratteristiche, e nella prospettiva di iniziative volte alla loro tutela e valorizzazione, nel 2006 (Barbera *et al.*, 2006) con il supporto di Arpa Sicilia è stato realizzato l'inventario delle aree terrazzate della Regione Sicilia.

### 2. MATERIALI E METODI: L'INVENTARIO DEI SISTEMI TERRAZZATI DI SICILIA

Al fine di individuare e localizzare le aree terrazzate in Sicilia è stata intrapresa un'analisi di fotointerpretazione sistematica di tutto il territorio regionale, utilizzando come supporto base l'intera copertura regionale di ortofoto del volo IT2000 a colori (scala 1:10.000 - risoluzione nominale di 1 m) e dell'AGEA del 2002 in bianco/nero (scala 1:10.000 - con risoluzione nominale di 1 m). Il lavoro si è svolto ad una scala nominale di 1:5000. Il tutto è stato implementato in un sistema GIS, con l'ausilio del programma ArcGis 9.1, delimitando ed evidenziando mediante poligoni tutte le aree agricole terrazzate con una superficie minima di 0,5 ha (in molti casi anche minori, in quegli ambiti territoriali in cui le aree terrazzate sono poco frequenti, rare e isolate). Si tratta di un approccio metodologico sistematico che ha consentito di realizzare un inventario regionale di dettaglio.

Per i limiti di interpretazione legati ai supporti informativi

utilizzati, alle aree individuate e delimitate con un poligono (= aree terrazzate) sono stati attribuiti due classi di legenda: Classe 1, per tutte le aree dove la presenza di terrazze era evidente e certa, Classe 2, per tutte quelle aree dove:

- a) la lettura della presenza di terrazze non era certa (a causa dalla limitata risoluzione dell'ortofoto);
- b) non era chiaro se la terrazza era formata da un muro a secco o solo da terra (gradonamenti);
- c) si verificava la presenza di copertura naturale o di rimboschimenti (ad esempio questi ultimi generalmente realizzati o su vecchi terrazzamenti o su gradoni di terra creati appositamente prima dell'impianto).

La delimitazione e "stratificazione" al computer è stata seguita da una diffusa e capillare verifica e validazione di campo, in particolar modo per tutte quelle aree a cui era stata attribuita la Classe 2. Questi sopralluoghi hanno permesso la verifica ed eventuali correzioni di dettaglio delle aree perimetrate nella prima fase.

Vanno posti in evidenza alcuni limiti oggettivi della carta elaborata:

- 1) l'inventario dei sistemi di terrazzamento di alcune isole minori (Isole Eolie, Isole Egadi) è stato realizzato con un dettaglio minore per via della più bassa risoluzione delle relative ortofoto disponibili;
- 2) un'eventuale non perimetrazione di aree terrazzate sotto copertura di colture arboree (es. castagneti, noccioleti, ecc.) o da formazioni forestali e preforestali dense di post-coltura (dopo decenni di abbandono delle colture erbacee o arboree pregresse), per l'impossibilità di accertare dalle ortofoto l'eventuale presenza o assenza di muri a secco.

Sul quadro generale delle aree terrazzate delimitate – oggettivo e interessante dal punto di vista della presenza e della distribuzione – sono stati successivamente sovrapposti e incrociati alcuni elaborati e dati spazializzati tratti dalle 'Linee guida del Piano Territoriale Paesistico Regionale' (AA.VV., 1996) (e.g. gli Ambiti Territoriali di paesaggio, la carta geomorfologica e quella delle componenti primarie morfologiche del paesaggio percettivo, la carta del paesaggio agrario) al fine di individuare sull'intera regione unità territoriali omogenee (appositamente denominati "Sistemi di Terrazzamento Omogenei" - STO), funzione sia delle caratteristiche lito-morfologiche ed idrologiche, sia del rapporto con il sistema insediativo e quindi per ipotetiche simili problematiche socio-culturali e di gestione.

### 3. RISULTATI: LA CARTA E I SISTEMI TERRITORIALI TERRAZZATI DI SICILIA

La restituzione cartografica della Carta Regionale dei Sistemi Terrazzati è stata realizzata a scala 1:300.000 (fig. 1). Una restituzione cartografica di maggior dettaglio ha interessato l'analisi dei singoli Sistemi di Terrazzamento Omogenei - STO.

Tale carta regionale mette in evidenza otto ambiti territoriali di macro-paesaggi principali (STO) dell'isola in cui si registra una significativa concentrazione di sistemi di terrazzamento e, conseguentemente, un loro ruolo importante e tipico nell'assetto e nella caratterizzazione dei rispettivi macro-paesaggi. Gli STO, ed i relativi caratteri salienti, sono riportati in figura 1 ed in tabella 1.

La superficie regionale terrazzata complessiva misura 696 km<sup>2</sup>, ovvero 69.604 ha (il 2,71 % dell'intera Regione),

con una distribuzione notevolmente eterogenea da provincia a provincia (fig. 2). Dai suddetti dati emerge che le province con la più alta percentuale di terrazzamenti risultano Ragusa, Catania, Siracusa e Messina, mentre nelle province di Trapani e Palermo le terrazze sono relativamente poche, concentrandosi quasi esclusivamente nell'Isola di Pantelleria e lungo le aree costiere e subcostiere. Per Agrigento, Caltanissetta e Enna le percentuali sono intermedie e/o basse.

Dall'incrocio della carta delle aree terrazzate con quella dei limiti comunali è stato possibile poi determinare anche l'incidenza, in termini di superficie, di queste strutture nei singoli territori comunali. I comuni con una percentuale di superficie terrazzata elevata ricadono nelle isole minori (i comuni con una percentuale sopra il 20% sono: Malfa, S. M. Salina, Lipari, Pantelleria), nei dintorni dell'Etna (Piedimonte Etneo, Mascali, Milo, Giarre, Adrano), sul versante ionico dei monti Peloritani (Forza d'Agro, Mongiuffi Melia, Graniti, Gaggi, Limina, Motta Camastra, S. Alessio Siculo, Gallodoro, Roccaflorita, Letojanni, Calatabiano, Casalvecchio) e sull'altopiano, le cave ed i contrafforti dei monti Iblei (Ferla, Rosolini, Monterosso Almo). In questo ultimo caso, oltre al terrazzamento, ha un ruolo importante il manufatto in pietra a secco di delimitazione tra, ed all'interno, le proprietà ("chiuse").

### 4. CONCLUSIONI

Il risultato finale dello studio è un quadro del territorio terrazzato della Sicilia che rivela aspetti paesaggistici di grande pregio, spesso purtroppo minacciati da diverse forme di degrado: dal cambiamento degli usi del territorio e dai fenomeni di urbanizzazione (Barbera *et al.*, 2005) al diffuso abbandono delle coltivazioni, che comportano la trasformazione di queste ultime e dei manufatti (oggi più legati al tempo libero e al turismo che all'agricoltura), indicato anche dalla ricolonizzazione della vegetazione spontanea; ai frequenti incendi.

Tuttavia è possibile ancora riscontrare una realtà ben preservata (e.g. i pistacchietti ed i frutteti pedemontani dell'Etna in condizioni di elevata rocciosità; varie coltivazioni delle isole minori (fig. 3); i seminativi arborati dell'Altopiano Ibleo (fig.4); diverse tipologie di coltivazioni di versanti ad elevata pendenza, ecc.) dove il sistema dei terrazzamenti corrisponde ancora puntualmente a pratiche e paesaggi tradizionali di grande interesse (fig.5).

Il progetto ha portato alla redazione di un primo inventario delle aree terrazzate della Sicilia (coltivate e non coltivate), il quale ha permesso di redigere un quadro dello stato attuale dei sistemi terrazzati regionali e di individuare i sistemi di terrazzamento omogenei a livello territoriale, in relazione a caratteristiche geografiche, morfologiche, litologiche, costruttivo-strutturali e quindi storico-culturali. Inoltre, è importante sottolineare il ruolo svolto dalle aree terrazzate in termini di influenza sull'assetto e sulla funzionalità ecologico-ambientale dei paesaggi da essi caratterizzati, con un effetto che in termini di superficie va ben al di là della superficie esclusivamente terrazzata di 64.604 ha.

Tuttavia, negli ultimi decenni, si nota una "disorganizzazione" di questi paesaggi, in condizioni poco redditizie, a causa delle nuove strutture del mercato e del conseguente abbandono culturale.



L'agricoltura, infatti, nei campi terrazzati non può adeguarsi ai processi di intensificazione, in particolare alla meccanizzazione, per motivi legati spesso all'accessibilità topografica delle aree.

L'abbandono delle superfici terrazzate, che interessa circa il 45% di queste aree, determina gravi conseguenze non soltanto produttive ed economiche ma anche ecologiche e paesaggistiche in senso più ampio. I manufatti cominciano a deteriorarsi strutturalmente; così la durata attesa delle sistemazioni a terrazza in assenza di manutenzione può variare da pochi a diversi decenni, imprimendo sensibili elementi di degrado alle caratteristiche dell'assetto paesaggistico tradizionale.

In futuro lo studio di questi sistemi colturali tradizionali si dovrà porre l'obiettivo di individuare strategie comuni per contrastare i processi di abbandono e di tracciare delle linee guida per una loro piena valorizzazione (Medstone, 2002; Varotto, 2006).

Le ragioni della necessità, nonché dell'urgenza, di tali strategie sono multiple e traggono spunto soprattutto dalla crescente consapevolezza che per valutare lo stato attuale e le potenzialità future di una regione o di un territorio non ci si può basare soltanto su aspetti economici, ma sarà necessario anche tener conto degli aspetti sociali ed ecologici generati (cfr. Weber, 2002 in AA.VV., 2004). In questo senso, conservare i paesaggi terrazzati può significare:

- conservare un patrimonio culturale;
- contrastare il sottosviluppo economico, e le conseguenze sociali (emigrazione, invecchiamento della popolazione locale, ecc), di zone rurali attraverso la produzione di prodotti regionali e la creazione di un turismo a basso impatto sull'ambiente;
- contrastare l'elevato rischio di catastrofi naturali causato dall'abbandono (e.g. incendi);
- conservare l'identità locale attraverso la promozione di prodotti regionali;
- conservare la biodiversità legata agli agroecosistemi tradizionali.

In definitiva, l'obiettivo strategico proposto per il recupero e la valorizzazione dei paesaggi terrazzati della Sicilia potrà essere definito attraverso i seguenti quattro punti: 1) promozione e sostegno dell'uso sostenibile del territorio regionale; 2) recupero e conservazione del paesaggio culturale e dei suoi manufatti; 3) integrazione delle attività agricole con le attività turistiche compatibili con l'ambiente; 4) attuazione di politiche di promozione di consapevolezza ambientale e di consulenza per gli agricoltori.

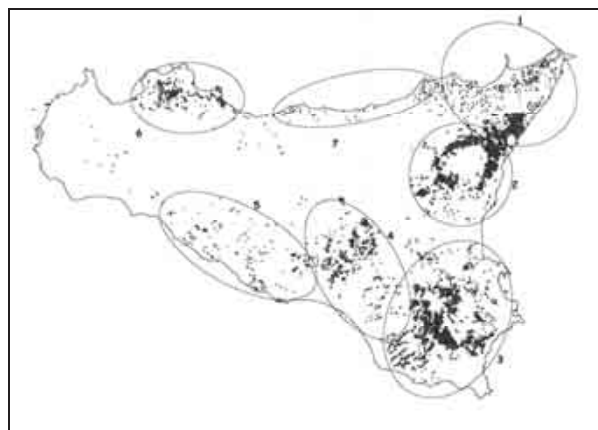


Figura 1. Carta delle aree terrazzate di Sicilia e loro divisione in unità territoriali

Figure 1. Map of terraced areas of Sicily and their division in territorial units.

Figure 1. Carte des surfaces en terrasses en Sicile et leurs division en unités territoriales.

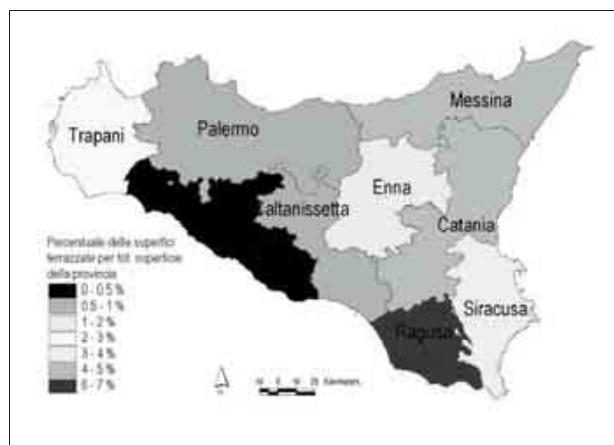


Figura 2. Carta dell'incidenza delle aree terrazzate nelle diverse provincie.

Figure 2. Map of the presence of terraces in the Sicilian provinces.

Figure 2. Carte de l'incidence des surfaces en terrasses dans les différentes provinces.



Figura 3. Cappereto terrazzato (isola di Pantelleria).

Figure 3. Caper cultivation on terraces (Pantelleria island).

Figure 3. Culture a càprier en terrasse (île de Pantelleria).



Figura 4. Terrazzamenti dell'altopiano ibleo.  
Figure 4. Terraces of the Hyblaean Plateau.  
Figure 4. Étagements dans le plateau des monts Iblei.



Figura 5. Oliveto vetusto su terrazze (Monti Nebrodi).  
Figure 5. Old olive grove on terraces (Nebrodi Mts.).  
Figure 5. Olivaie vétuste en terrasses (Monts Nebrodi).

<i>Sistemi di Terrazzamento Omogenei (STO)</i>	<i>area (ha)</i>	<i>Aree terrazzate coltivate</i>	<i>Aree terrazzate non coltivate</i>
1. Sistema delle terrazze della catena settentrionale dei Monti Peloritani	9416,5	44%	56%
2. Sistema delle terrazze del Vulcano Etno	16415,5	65%	35%
3. Sistema delle terrazze del tavolato e dei rilievi costieri e perimetrali Iblei	20051	60%	40%
4. Sistema delle terrazze dei rilievi dei monti Erei, del Calatino e delle colline ennesi	5927,7	49,7%	50,3%
5. Sistema delle terrazze collinari e costiere dell'agrigentino e del nisseno	1092,1	64,4%	35,6%
6. Sistema delle terrazze dei monti di Palermo e dei rilievi costieri della Sicilia Nord- occidentale	3174,7	41%	59%
7. Sistema delle terrazze dei rilievi costieri dei Monti Madonie e dei Monti Nebrodi	1258,9	57,5%	42,5%
8. Sistema delle terrazze delle isole minori	12210,0	43%	57%#

Tabella 1. Unità territoriali terrazzate omogenee.  
Table 1. Territorial units of terraces.  
Tableau 1. Unités territoriales en terrasses homogènes.

## SUMMARY

The protection of landscapes is one of the aims of landscape planning. The Sicilian traditional agrarian landscapes, and above all the terraced ones, are since many years subject to degradation and abandonment. Since data on terraced landscapes in Sicily was lacking, in 2006 was stipulated a reserach project between the Sicilian ARPA and the Dip. di Colture Arboree of Palermo, which had as its scope to create an inventory of the Sicilian terraced areas and to outline guidelines for the valorisation of terraced landscapes.

From the cartographic elaborations resulted that 69.604 ha of the Sicilian territory (2.71% of the whole region) are terraced, with noteworthy differences between the single provinces. The provinces with the highest percentage of terraces are Ragusa, Catania, Siracusa and Messina, while the terraces are less common in the provinces of Trapani and Palermo and herein almost always concentrated along the coast and on the small islands.

For each group of terraces of the same type and same area (*Homogeneous Terrace Systems - STO*) was elaborated a

detailed description of its characters, including the present land use and their conservation status (status of the agricultural crops/abandonment processes). Moreover, on the basis of experiences of some international projects have been elaborated guidelines for their recovery and conservation as an integrated part of the traditional cultural landscapes they are making part of. About 45% of the Sicilian terraced areas are abandoned, a status which results in severe consequences for these landscapes.

## RÉSUMÉ

La sauvegarde du paysage acquiert toujours plus d'attention pour la planification territoriale. De plusieurs années, les paysages agraires traditionnels de la Sicile, surtout ceux caractérisés par les terrasses, sont exposés a un processus de dégradation, abandon et modification. En absence d'informations précises sur l'incidence et sur les caractéristiques des terrasses, en 2006, avec le support de Arpa Sicile (Agence Regionale pour la Prévention et l'Environnement), on a réalisé l'inventaire des terrasses en Sicile pour leur sauvegarde et valorisation. L'inventaire

cartographique montre une surface régionale en terrasses totale de 69.604 ha (le 2,71 % de la Région), avec une distribution très hétérogène entre les provinces. Les provinces avec plus de terrasses sont Ragusa, Catania, Siracusa et Messina, alors que dans les provinces de Trapani et Palermo on a seulement peu de terrasses concentrés surtout sur le long des zones côtières, sub-côtières et dans les moindres îles. A partir de leur concentration dans le territoire (Système de terrassement homogène – STO) on a produit une caractérisation territoriale détaillée et approfondie sur l'utilisation actuel des terrasses et sur l'état de conservation (état de culture/procès d'abandon). A partir des expériences internationales, on a décrit lignes guide pour leur récupération et conservation dans le contexte agro-forestier traditionnel d'appartenance. L'abandon des terrasses intéresse à peu près le 45 % de ces zones, en provoquant lourdes conséquences pour l'ordre et pour la dynamique du paysage.

#### BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1996 - *Linee guida del Piano Territoriale Paesistico Regionale*. Regione Siciliana, Assessorato Beni Culturali, Ambientali e della Pubblica Istruzione, Palermo.
- AA. VV., 2004 - *Terrassen am Abgrund (= Terrazze sull'orlo del precipizio)*. Progetto del Corso di Laurea in Pianificazione Territoriale dell'Università Tecnica di Berlino, 395 pp.
- Aalen F.H.A., 2001 - *Landscape development and change*. In: "Threatened landscapes, conserving cultural environments", a cura di B. Green e W. Vos. Spon Press, London, p. 3-20.
- Barbera G., Cullotta S., La Mantia T., 2005 - *I paesaggi dell'arboricoltura da frutto tradizionale: complessità sistemica e multifunzionalità*. In: Identificazione e cambiamenti nel paesaggio contemporaneo, a cura di C. Blasi, A. Palella. Atti del III Congresso IAED, Roma. - Documento IAED n.24, Edizione Papagena, Palermo, p. 84-94.
- Barbera, G., Cullotta, S., Rossi-Doria, I., Rühl, J., Rossi-Doria, B., 2006 - *I paesaggi a terrazze in Sicilia: metodologie per l'analisi, la tutela e la valorizzazione*. ARPA Sicilia - Dip. Colture Arboree Università di Palermo, 340 pp.
- Barbera G., Cullotta S., Marino E., 2008 - *I terrazzamenti nel paesaggio siciliano e il loro ruolo nella mitigazione dei processi di desertificazione*. Atti Convegno "Il Progetto di Paesaggio in Rapporto al Cambiamento Climatico", Scuola Superiore di Catania (in Stampa).
- Medstone, 2002 - *La pietra a secco*. Vol. 1 Pantelleria. Officine Grafiche Riunite, Palermo.
- Varotto M., 2006 - *I paesaggi terrazzati da modello a risorsa*. Progetto ALPATER.
- Weber G., 2002 - *Globalisierungsoffer ländlicher Raum?* Berichte der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, 26: 5-12.

## I CASTAGNI MONUMENTALI DELLA TOSCANA: ASPETTI PAESAGGISTICI, GESTIONE E CONSERVAZIONE

(\*) DISTAF, Università degli studi di Firenze

Il presente lavoro è la risultante del primo quadro conoscitivo avente come oggetto i castagni e i castagneti monumentali della Toscana per i quali sono stati messi in evidenza gli aspetti storici e paesaggistici e delineate una serie di proposte gestionali volte al loro recupero e conservazione. Attraverso una analisi su scala regionale di zone ritenute rappresentative di diverse tipologie di castagneto a seconda della fascia di altitudinale e delle condizioni geopedologiche, sono stati inquadrati i castagneti o i singoli castagni monumentali sotto una o più tipologie di monumentalità (morfo-dimensionale, storica, architettonica e paesaggistica).

*Parole chiave:* paesaggio, castagno, castagneto da frutto, monumentale, monumentalità.

*Key words:* landscape, chestnut tree, fruit's chestnut growth, monumental, monumentality.

*Mots clés:* paysage, châtaignier, châtaigneraie, monumental, monumentalité.

### 1. INTRODUZIONE

Il Castagno (*Castanea sativa Mill.*) è uno degli elementi che caratterizzano storicamente il paesaggio forestale italiano, rappresentando un insostituibile ponte tra cultura e natura; come definito dalla "Convenzione Europea sul Paesaggio", ratificata in Italia con *Legge 14 del 2006*, quest'ultimo è la risultante dell'azione, su una parte di territorio, dei fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni.

Colonizzatore della montagna per molto tempo, l'uomo ha basato sul castagno la propria esistenza: ove c'era il Castagno c'era l'uomo e viceversa (Silvestri, 1992); si è creata così una vera e propria simbiosi tra uomo e l'albero, considerato quest'ultimo elemento indispensabile di vita. Un tempo considerato "albero del pane" perché fonte di cibo per la civiltà contadina montana, è oggi un modello agroforestale e culturale di grande importanza ed attualità, non ancora banalizzato dall'agricoltura intensiva.

Il paesaggio castanicolo può presentarsi sia come unità integra sia come unità profondamente degradata. L'intenso utilizzo nei secoli del castagneto ha fatto sì di far pervenire fino ai giorni nostri non solo castagni secolari monumentali, ma anche manufatti ed edifici rurali (muri a secco, essiccatoi, mulini, metati, stalle ecc) che costituiscono segni irripetibili del cammino della civiltà montana legata alla castanicoltura.

In Toscana la superficie registrata a castagneto da frutto è pari a 75.000 ha (C.c.i.a, Firenze), corrispondenti a circa il 93,5% della superficie castanicola e al 36% di quella forestale; le provincie a più alta estensione sono: Lucca (27.804 ha), Massa Carrara (20.504 ha), Arezzo (11.268 ha), Firenze (5.474 ha), Pistoia (4.256 ha), Grosseto (3.713 ha), Siena (1.158 ha), Pisa e Livorno (ciascuna con meno di 1.000 ha). I castagneti da frutto realmente coltivati in Toscana sono circa 21.000 ettari e la produzione media annuale è di circa 35.000 quintali di marroni e di 45.000 quintali di castagne.

L'obiettivo di questa ricerca è stata quella di rilevare diversi esempi di Castagneti da frutto secolari in Toscana, la cui monumentalità non sia dovuta solamente ai singoli esemplari di elevate dimensioni ma anche al contesto storico-paesaggistico in cui essi sono inseriti; l'analisi di aree

ritenute rappresentative allo scopo della ricerca (Figura 1), ha costituito un quadro conoscitivo di base alle scelte volte alla conservazione, gestione e valorizzazione di un patrimonio senza eguali.

### 2. METODOLOGIA DI STUDIO

La scelta e la successiva analisi delle zone con presenza di castagneti da frutto e la successiva mappatura degli stessi e delle singole piante che meritano il titolo di monumentale, si è articolata in una prima fase di ricerca a tavolino con lo studio di cartografia relativa a porzioni di territorio specifiche a vocazione castanicola (previa visione della carta tematica dell'Inventario Forestale regionale con riferimento a i Castagneti da frutto coltivati e abbandonati), di pubblicazioni specializzate sui castagni da frutto toscani e loro gestione e sulla base di conoscenze personali (Giorgini, 2006).

La seconda fase è stata quella di ricerca sul campo, effettuata percorrendo le diverse aree precedentemente individuate e selezionate per accertare se esse presentassero o meno esemplari monumentali. L'inquadramento dei castagneti è stato effettuato anche su base tipologica seguendo le indicazioni scaturite da un recente studio sul territorio toscano (Paci *et al.*, 2003) distinguendoli, pertanto, su scala altimetrica, geopedologica e secondo i caratteri ecologici della stazione.

Sono stati inquadrati i Castagneti e le piante monumentali presenti, sia singolarmente che nella loro interezza; in particolare sono state classificate le singole piante monumentali secondo diverse tipologie di monumentalità che considerano, sia l'aspetto esteriore delle singole piante monumentali sia, anche per quel che riguarda le selve che contengono i suddetti esemplari, il contesto storico e paesaggistico in cui essi sono inseriti, considerando come valore aggiunto la presenza di edifici e manufatti rurali legati all'attività della castanicoltura.

La rilevazione dei soprassuoli monumentali e/o dei singoli Castagni monumentali, degli edifici manufatti rurali o religiosi ove presenti, è stata realizzata con l'ausilio di un gps forestale programmato per acquisire le coordinate del punto desiderato con sistema utm wgs 84.

Le coordinate sono state rilevate in modo puntuale per



ogni esemplare monumentale ed è stata delimitata anche l'area del Castagneto da frutto oggetto di studio.

I rilievi all'interno dei Castagneti monumentali sono state realizzati acquisendo dati relativi alle circonferenze dei Castagni con monumentalità morfo-dimensionale (circonferenza minima misurata ad 1,30 m da terra di 400 cm) su aree di saggio o, più normalmente, su un intero castagneto ritenuto rappresentativo. La valenza paesistica del Castagneto da frutto è stata favorita dalla notevole presenza di punti panoramici nelle zone montane dove si è avuta una visione completa e generale del territorio ogni volta in esame.

Dal completamento dell'indagine a scala regionale sono state individuate diverse tipologie di monumentalità (di seguito esposte) e delineate ipotesi per la gestione, conservazione e valorizzazione dei singoli castagni e/o interi soprassuoli monumentali (oltre che degli eventuali elementi di architettura rurale e manufatti presenti), attraverso l'analisi della stazione in cui essi sono inseriti; per eseguire tali analisi, volte a formulare ipotesi gestionali, sono stati elaborati indici numerici (di cara, 2006) che tengono conto dell'accessibilità del castagneto, dello stato fitosanitario dei castagni, della frequenza degli esemplari monumentali all'interno di un determinato soprassuolo e dello stato di conservazione dei manufatti ed edifici rurali.

### 3. CRITERI DI MONUMENTALITÀ

Secondo Grossoni (Grossoni *et al.*, 2005) e in base alla legge regionale Toscana n°60 del 1998, un albero che per età, forma, dimensioni, valenza culturale, storica e paesaggistica e per rarità botanica si può considerare monumentale e pertanto rappresenta una emergenza vegetale (Grossoni 2002); questo valore di emergenza fa riferimento a specifiche connessioni tra la pianta e l'area geografica di appartenenza, con la presenza di manufatti rurali e con la possibile scomparsa di questi esemplari dal paesaggio tradizionale italiano in caso di mancate o errate forme di tutela.

I fattori che favoriscono lo sviluppo "monumentale" di una pianta sono molteplici, di natura intrinseca e ambientale, come nel caso delle selve castanili; fra questi annoveriamo il *genotipo* dell'albero, l'*età* e *fattori ambientali* (correlata a caratteri stazionali e cure colturali applicate) e dipendenti anche dalla *localizzazione dell'albero* (pianta isolata o all'interno di soprassuoli con una determinata densità di piante per ettaro). Vi sono poi elementi per lo più casuali che favoriscono lo sviluppo di portamenti particolari; fra questi vi sono per esempio la  *fusione di tronchi*, *sviluppo di propaggini*, *radici aeree* e *contrafforti basali*, *eventi traumatici* di natura abiotica (vento, meteore che modellano le chiome in modo particolare). Nel censimento dei Castagneti da frutto monumentali gli aspetti considerati per valutare la monumentalità, sia dei singoli alberi, sia dell'intero popolamento, si riferiscono alla metodologia di studio applicata dalla Regione Lombardia per il censimento degli alberi monumentali (monumenti verdi di Lombardia, 2004). La monumentalità non è vista solo considerando puramente l'aspetto estetico della pianta, ma ampliando questo concetto, considerando anche le influenze antropiche, storiche e di conseguenza paesaggistiche.

Si distinguono:

– Monumentalità dimensionale e cronologica: legata alla circonferenza e all'altezza della pianta (circonferenza del

tronco misurata a una altezza di circa 1,3 m) e all'età della stessa, (se è possibile determinarla);

– Monumentalità legata alla forma e portamento della pianta: si analizza l'aspetto esteriore ed estetico della pianta, inteso come particolare forma e/o portamento;

– Monumentalità architettonica: Esemplari legati a edifici di elevato valore storico-culturale; si tratta di un ulteriore elemento di monumentalità, che rappresenta la funzione architettonica dell'albero in stretto legame con edifici di particolare pregio;

– Monumentalità legata alla rarità botanica: si riferisce a specie non tipiche dell'ambiente in cui crescono o vegetanti in condizioni estreme;

– Monumentalità storico-culturale: l'importanza della pianta è legata a particolari eventi della storia locale, tradizioni, leggende ecc.;

– Monumentalità paesaggistica: piante collocate in un contesto territoriale di elevato valore estetico o la cui presenza caratterizza un certo luogo; non si tratta di una caratteristica intrinseca della pianta, ma riguarda il contesto in cui è inserita e il ruolo che essa esercita all'estetica dei luoghi.

### 4. CRITERI DI GESTIONE

Sulla base delle tipologie di monumentalità riscontrate nei castagneti da frutto, tenendo presente le condizioni ecologiche in cui essi si trovano a vegetare e il grado di abbandono, sono state delineate alcune proposte gestionali volte al recupero e conservazione di interi soprassuoli con la presenza di esemplari monumentali o di singoli castagni monumentali; si distingue essenzialmente un recupero di castagneti in zone dove questo è protagonista nel paesaggio locale (Garfagnana, Bagni di Lucca, Appennino Pistoiese) oppure dove costituisce una rarità (Castagneto carducci, Montalbano Pistoiese, Val di Chiana).

La conservazione e la valorizzazione dei castagneti va di pari passo alla conservazione e valorizzazione dell'architettura rurale eventualmente riscontrata nei castagneti o nelle immediate vicinanze: quest'ultimo carattere esalta il valore monumentale dei castagni che fanno parte integrante del paesaggio agro forestale toscano. Le tipologie di intervento per il recupero e la salvaguardia di un singolo esemplare monumentale normalmente si esplicano operazioni di potatura, consolidamento, rigenerazione degli apparati radicali, trattamenti fitosanitari ecc, ma ci si può anche trovare davanti a esemplari morti in piedi di cui si può auspicare la conservazione; per entrambi i casi si può operare così:

– Recupero e conservazione dei singoli castagni monumentali: questi vetusti esemplari sono molto delicati e qualsiasi modificazione che vada ad interessare la loro sfera vitale interferisce in maniera massiccia con la possibilità di reazione e sopravvivenza della pianta.

Prima di intervenire su queste piante possono essere necessarie le seguenti analisi di stabilità preliminari con metodo s.i.a e/o v.t.a.

– La gestione dei castagni monumentali morti in piedi; sono possibili due scelte:

a) l'esemplare morto in piedi, soprattutto se ubicato in forte pendenza, potrebbe essere abbattuto qualora l'eventuale crollo, in seguito ad eventi meteorici eccezionali, potrebbe essere fonte di pericolo per beni e persone;

b) se il castagno monumentale rappresenta una rarità nel

paesaggio castanicolo locale, o conserva caratteri di maestosità e pregio estetico, può essere mantenuto come reperto archeologico di importanza storico-culturale, attivando misure di prevenzione e sicurezza.

Per il recupero di elementi di architettura rurale e manufatti (metati, stalle, muri a secco) occorre preventivamente tenere conto dell'accessibilità al castagneto e attuare le seguenti proposte operative:

– *Aree maggiormente accessibili:*

a) ripristino impiegando le tradizionali tecniche di costruzione al fine di preservare la memoria storica legata alla castanicoltura e ai sistemi tradizionali di lavorazione delle castagne (anche mediante aiuti economici derivati dai finanziamenti previsti dal PSR regionale 2007-2013).

– *Aree “difficilmente accessibili” o comunque lontano dai centri abitati* (caso più frequente):

a) potenziare o migliorare la viabilità preesistente e quella podereale e in seguito ristrutturare il fabbricato;

b) evitare che il fabbricato si deteriori ulteriormente conservandolo come reperto archeologico di importanza storico-culturale.

## 5. CONCLUSIONI

Questo primo studio effettuato nel territorio toscano, contrariamente alle aspettative, ha evidenziato una marcata presenza sia di castagni monumentali sia di castagneti da frutto monumentali; il grado di eccezionalità e di esemplarità rappresentato nel contesto paesaggistico regionale porta alla conclusione che un loro progressivo recupero estetico e funzionale - assieme ai manufatti ed edifici rurali- sia divenuto essenziale, perché può contribuire a valorizzare e/o ricomporre un' economia castanicola locale rappresentando, pertanto, un mezzo per conservare questo tipo di paesaggio. Il recupero e la conservazione dei Castagneti da Frutto monumentali e l'architettura rurale ad essi connessa, contribuiscono alla valorizzazione della memoria storica legata all'antico e reciproco rapporto tra l'uomo e il Castagno, caratterizzando e avvalorando il paesaggio storico toscano oggi minacciato da un forte degrado.

La “Civiltà del Castagno” è stata da sempre considerata subordinata rispetto a quella delle regioni agricole di pianura e collina, ma la castanicoltura ha costituito la principale fonte di sostentamento per la popolazione montana; non è stato un fenomeno importante unicamente dal punto di vista agricolo e forestale, ma ha concorso a creare nuove forme di società, nuove tradizioni, anche di tipo religioso, che hanno contraddistinto l'adattamento delle popolazioni alle condizioni di vita della montagna. Osservando un qualsiasi manufatto ed edificio rurale o religioso, ci possiamo rendere conto quanta cura, dedizione e arte vi era nel concepire questi tipi di strutture da parte degli abitanti della montagna.

Le 12 aree inquadrare rappresentano solo una parte dei Castagneti da frutto con presenza di esemplari monumentali presenti in Toscana.

Ad oggi non sono molti gli esempi di castagneti ancora utilizzati; vi sono zone potenzialmente recuperabili, che, a causa del totale abbandono, sono soggette nel tempo ad un aumento dei rischi di dissesti idrogeologici con pericoli per beni e persone.

L'abbandono ha portato ad una progressiva scomparsa di paesaggi storici e prodotti alimentari della tradizione con perdita irreversibile di un patrimonio culturale, di conoscenze tradizionali che si traduce in riduzione della qualità ambientale e della vita.

A conclusione di questa prima indagine, assume particolare rilevanza il territorio montano del comune di Bagni di Lucca dove vi sono numerosi esempi di Castagni di eccezionali dimensioni che spesso vanno a costituire dei soprassuoli di Castagneto da frutto monumentali ove non sono rari esempi di castagni con circonferenze, misurate a circa 1,30 m da terra, di 8-10 m; per riportare un esempio, in un'area di soli 2,5 ha, del suddetto territorio, sono stati rilevati anche più di 70 castagni monumentali (figura 2).

Da questo primo quadro conoscitivo, si può già affermare che il territorio montano di Bagni di Lucca e limitrofi, per altro vasto e in gran parte ancora da indagare, rappresenta a livello regionale un esempio di eccezionalità e unicità difficilmente riscontrabile in altre zone.



Figura 1. Carta della regione Toscana dove sono evidenziate le aree di studio.

Figure 1. Tuscany regional map whit reference study's area.

Figure 1. Carte de la région Toscane où les zones d'étude sont soulignées.



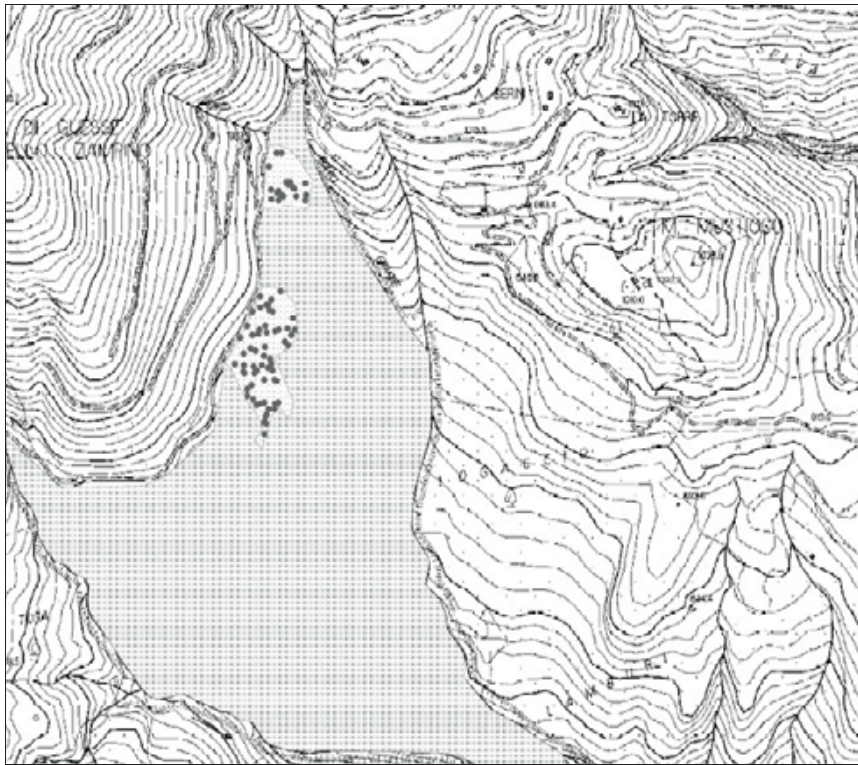


Figura 2. Esempio di una carta tematica che riporta la posizione dei castagni monumentali censiti con il GPS.  
 Figure 2. Example of a thematic map that brings the position of the monumental chestnut trees censused with the GPS.  
 Figure 2. Exmplee d'une carte thématique qui reporte la position des châtaigniers monumentaux recensée avec le GPS.



Foto 1. Castagno monumentale di 10 m di circonferenza (Bagni di Lucca, Lucca).  
 Photo 1. Monumental chestnut tree of 10 meters of circumference (Bagni di Lucca, Lucca).  
 Photo 1. Châtain monumental de 10 m de circonférence (Bagni di Lucca, Lucca).



Foto 2. Castagno monumentale di 8,10 m di circonferenza (Bagni di Lucca, Lucca).  
 Photo 2. Monumental chestnut tree of 8,10 meters of circumference (Bagni di Lucca, Lucca).  
 Photo 2. Châtain monumental de 8,10 m de circonférence (Bagni di Lucca, Lucca).



Foto 3. Castagneto da frutto con esemplari monumentali (Torraccia, Sambuca Pistoiese, Pistoia).

Photo 3. Fruit chestnut growth with monumental tree (Torraccia, Sambuca Pistoiese, Pistoia).

Photo 3. Châtaignier de fruit avec des exemplaires monumentaux (Torraccia, Sambuca Pistoiese, Pistoia).



Foto 4. Porzione di paesaggio montano costituito da un castagneto da frutto secolare con la presenza di un complesso di edifici rurali (Valle dello scesta, Bagni di Lucca, Lucca).

Photo 4. Part of mountain landscape constituted by a secular chestnut wood with the presence of rural buildings (Valley of scesta, Bagni di Lucca, Lucca).

Photo 4. Part de paysage constitué par un châtaignier de fruit séculaire avec la présence d'un complexe de bâtiment ruraux, (Vallée du scesta, Bagni di Lucca, Lucca).

## SUMMARY

### THE CHESTNUT MONUMENTAL TUSCANY. ASPECTS LANDSCAPE, MANAGEMENT AND CONSERVATION

The present job is the result of the first cognitive outline of the situation of chestnut trees and the monumental Chestnut wood in Tuscany for which have been put in evidence the historical and landscape aspects and delineated a chains management proposals to their recovery and preservation. By a regional study of representative areas of chestnut wood, according to the height zones and the conditions geopedologiche, the chestnut wood or the single monumental chestnut trees have been classified in one or more typologies of monumentality (morphologic-dimensional, historical, architectural and landscape).

## RÉSUMÉ

### LE CHATAIGNIER MONUMENTALE TOSCANE. LES ASPECTS DU PAYSAGE, DE GESTION ET DE CONSERVATION

La présente recherche est le résultat d'un enquadrement avant comme objet les châtaigniers et les châtaigneraie monumentaux de la Toscane pour lesquels ils ont été mis en évidence les aspects historiques et paysagers et délinéés une série de propositions concernant la gestions pour leur recouvrement et conservation. À travers une analyse régional de zones crue représentatives de différentes typologies de châtaigniers selon le bande d'altitudinale et des conditions geopedologique, les châtaignier ou les châtaigniers uniques ont été cadrés dessous une ou plus de typologies que de monumentalité, morphologique-dimensionnel, historique, architecturale et paysagère.

## BIBLIOGRAFIA

- Agnoletti M., 2002 - *Il paesaggio agroforestale Toscano-Strumenti per l'analisi, la gestione e la conservazione*. Manuale ARSIA.
- Agnoletti M., 2002 - *Dinamiche del paesaggio, biodiversità e rischio idrogeologico nella zona della Pania di Cardoso fra 1832*. Parco Regionale Delle Alpi Apuane, Edizioni Regione Toscana, Centro Stampa, Firenze.
- Bernetti G., 1987 - *I boschi della Toscana*. Ed Agricole Bologna.
- Bounous G., 1998 - *Strategie d'intervento per il recupero dei castagneti*. L'informatore agrario 40, p. 67-72.
- Camera di commercio Industria e artigianato (CCIA) di Firenze - *Marrone del Mugello IGP: tradizione e qualità*.
- Di Cara F., 2006 - *Proposte gestionali per il recupero e la conserazione dei castagneti monumentali della Toscana*. Tesi di laurea, Facoltà di agraria di Firenze.
- Gellini R., Grossoni P., 1998 - *Botanica Forestale, 2° volume angiosperme*. Cedam, Padova, p. 83-90.
- Gioffredi P., 2003 - *Torri: storia, tradizioni, cultura atti degli incontri culturali dal 1996 al 2002*. Associazione per lo sviluppo turistico di torri, società pistoiese di storia e patria.
- Giorgini S., 2006 - *Inquadramento Storico paesistico dei Castagneti Monumentali della Toscana*. Tesi di laurea, Facoltà di agraria di Firenze.
- Grossoni P., 2002 - *Metodologie per l'inventario e l'archivio della componente verde dei giardini storici*. Edizioni Don Chisciotte, San Quirico D'Orcia (SI).
- Grossoni P. Caramello R., 2005 - *Alberi monumentali e significato di monumentalità*. Sherwood Foreste e Alberi oggi n.111, Compagnia delle Foreste, Arezzo.
- Lumini M.B., 2004 - *Il germoplasma delle specie forestali della Toscana*. Arsia, Ed.Effeemme Lito srl, Firenze.
- Paci M., Bianchi L., Maltoni A., Mariotti B., 2003 - *I castagneti da frutto abbandonati della Toscana: tipologia*



*evolutiva e indirizzi gestionali*. DISTAF Università di Firenze. Tipografia Coppini, Firenze.  
Pacini G.C., Gennaio/Marzo 2006 - *La montagna Pesciatina e la coltivazione del Castagno*. Rivista "Toscana l'Uomo, l'Ambiente" Nuova Toscana Editrice., Firenze.  
Piussi P., 1994 - *Selvicoltura generale*. UTET Torino.  
Rauty N., 1993 - *Dizionario Toponomastico del Comune di*

*Sambuca Pistoiese*. Società pistoiese di storia patria, Ed. Editografica, Rastignano (Bo).  
Regione Lombardia, Direzione Generale Qualità dell'Ambiente, Autori vari, 2004, *Monumenti verdi di Lombardia*. La Fenice Grafica, Borghetto Lodigiano (LO).  
Silvestri F., 1992 - *Civiltà del Castagno in Montagna Pistoiese*. Lucio Pugliese editore.

## SESSIONE 8

# SELVICOLTURA: POLITICHE FORESTALI E AMBIENTALI

### *Coordinatori*

Davide Pettenella  
Donato Romano

### *Chairman*

Augusto Marinelli  
Bruno Giau



## CONTRATTI DI FORESTA: UNO STRUMENTO DI GESTIONE PARTECIPATIVA

(\*) ERSAF - Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste, Regione Lombardia, Milano

Nell'ambito dei processi di attivazione del partenariato locale e di promozione di strumenti di condivisione e partecipazione delle proprietà forestali, Regione Lombardia ed ERSAF hanno sottoscritto la "Carta delle Foreste di Lombardia per una gestione sostenibile e durevole delle Foreste e degli Alpeggi Demaniali Regionali". La "Carta delle Foreste" è un documento di orientamento e d'ispirazione per un modello di sviluppo e di gestione partecipativa. Essa evidenzia principi ed assume impegni per la buona gestione delle Foreste di Lombardia. La "Carta delle Foreste" adotta uno strumento, il Contratto di Foresta, per costruire e condividere accordi di gestione partecipativa con i soggetti pubblici e privati presenti sul territorio. Tra i suoi obiettivi c'è la promozione di programmi e di azioni comuni che, attraverso il consolidamento del partenariato locale, valorizzano ed implementano le risorse naturali, culturali, economiche e sociali dell'area oggetto del Contratto.

Ad oggi le esperienze in corso sono due: l'Accordo di Programma per la realizzazione dell'intervento "Valorizzazione dell'Area Vasta Valgrigna" e il Protocollo d'Intesa per la definizione ed attuazione di un programma coordinato di sviluppo sostenibile del territorio della Val Masino denominato "Contratto di Foresta Val Masino".

*Parole chiave:* foresta, partenariato, programmazione, gestione.

*Key words:* forest, partnership, programming, management.

*Mots clés:* forêt, partenariat, programmation, gestion.

Nell'ambito dei processi di attivazione del partenariato locale e di promozione di strumenti di condivisione e partecipazione delle proprietà forestali, Regione Lombardia ed ERSAF hanno sottoscritto la "Carta delle Foreste di Lombardia - per una gestione sostenibile e durevole delle Foreste e degli Alpeggi Demaniali Regionali". La "Carta delle Foreste" è un documento di orientamento e d'ispirazione per un modello di sviluppo e di gestione che assume, tra gli altri principi, anche quello della collaborazione e partecipazione delle comunità locali nei processi di sviluppo e valorizzazione territoriale. La "Carta delle Foreste" adotta uno strumento, il Contratto di Foresta, per costruire e condividere accordi di gestione partecipativa con i soggetti pubblici e privati presenti sul territorio.

### LA CARTA DELLE FORESTE

Regione Lombardia ed ERSAF hanno sottoscritto nel 2004 la "Carta delle Foreste di Lombardia - per una gestione sostenibile e durevole delle Foreste e degli Alpeggi Demaniali Regionali". La Regione Lombardia, in qualità di Ente proprietario, ed ERSAF, in qualità di Ente affidatario, si impegnano a gestire le Foreste di Lombardia secondo i principi di etica ambientale e i criteri di buona gestione territoriale. Il testo integrale è disponibile sul sito web di ERSAF: [www.ersaf.lombardia.it](http://www.ersaf.lombardia.it), oppure [www.forestedilombardia.it](http://www.forestedilombardia.it).

### IL CONTRATTO DI FORESTA: UNO STRUMENTO DI SVILUPPO

Il Contratto di Foresta, in quanto accordo tra l'amministrazione regionale ed i soggetti pubblici e privati locali, è uno strumento:

- di gestione partecipativa per la promozione e l'attuazione di azioni mirate allo sviluppo locale e unitario di un territorio;
- di governance e di sviluppo territoriale che si fonda sulla concertazione e sulla sussidiarietà dei vari livelli di governo;

- per condividere e gestire in modo unitario e coordinato le azioni rafforzando le reti di relazioni tra i partner e gli *stakeholder*.

Tra le sue finalità c'è l'integrazione, alla scala di area vasta regionale di ciascuna Foresta, delle politiche settoriali in campo ambientale e territoriale, attraverso il partenariato istituzionale. Il Contratto di Foresta opera mediante un Tavolo di lavoro periodico di valutazione e scelta condivisa delle diverse azioni di sviluppo e promozione territoriale.

Il Contratto di Foresta non ha un suo istituto giuridico, ma si appoggia sulle forme esistenti di Programmazione Negoziata previste dalle normative nazionali e regionali. (Delibera CIPE 21 marzo 1997 "Disciplina della Programmazione Negoziata" e L.R. 14 marzo 2003 n. 2 "Programmazione Negoziata Regionale").

Gli obiettivi del Contratto di Foresta:

- formare e/o consolidare il partenariato locale;
- promuovere azioni che implementino i programmi comuni;
- sviluppare/incrementare le attività agro-silvo-pastorali;
- tutelare e valorizzare il patrimonio naturale;
- favorire una fruizione consapevole e sostenibile;
- migliorare l'occupazione e lo sviluppo economico dell'area;
- divulgare la cultura ambientale e storica;
- recuperare e potenziare le strutture e infrastrutture;
- garantire un'adeguata divulgazione e promozione delle aree e delle attività svolte.

Ad oggi sono due le esperienze di gestione del demanio attraverso questo strumento di gestione partecipativa: l'Accordo di Programma per la realizzazione dell'intervento "Valorizzazione dell'Area Vasta Valgrigna" e il Protocollo d'Intesa per la definizione ed attuazione di un programma coordinato di sviluppo sostenibile del territorio della Val Masino denominato "Contratto di Foresta Val Masino".



### *Foresta regionale Val Grigna*

L'Accordo di Programma per la "Valorizzazione dell'Area Vasta Valgrigna" rappresenta il primo Contratto di Foresta, è stato sottoscritto a maggio 2008 ed interessa un territorio di circa 10.000 ettari, di cui 2.847 di Foresta Regionale.

#### OBIETTIVI

- Gestire in una visione unitaria il territorio della Foresta Regionale e delle zone limitrofe alto-montane, prescindendo dai confini amministrativi ed in stretta collaborazione e sinergia con le altre proprietà pubbliche e private circostanti
- Favorire e valorizzare la presenza antropica nel territorio alto-montano quale componente indispensabile per la conservazione della biodiversità, dei saperi tradizionali e della cultura locale, a beneficio dell'intera Regione
- Creare opportunità di reddito attraverso la valorizzazione delle risorse naturali, ambientali e culturali finalizzate anche all'incremento dell'offerta turistica, sviluppando produzioni integrate, concertate e realizzate in sintonia con le amministrazioni locali

#### SOGGETTI

Regione Lombardia – Direzione Generale Agricoltura, ERSAF, Provincia di Brescia, CM Valle Camonica, CM Val Trompia e i Comuni di Artogne, Berzo Inferiore, Bienno, Bovegno, Collio, Esine, Gianico, Prestine.

#### AZIONI

- Interventi di miglioramento della viabilità esistente, di accesso e/o di avvicinamento e/o di servizio
  - Nuova viabilità di interesse silvo-pastorale
  - Valorizzazione della rete sentieristica, con la definizione di percorsi tematici e la loro integrazione con gli strumenti di informazione e di divulgazione
  - Altre infrastrutture per la valorizzazione del patrimonio culturale e la fruizione turistico- ricreativa
  - Manutenzioni straordinarie e adeguamenti igienico-sanitari dei fabbricati d'alpe
  - Altre infrastrutture di servizio (acquedotti e linee elettriche)
  - Miglioramenti ambientali e forestali
  - Azioni di sistema e programmi di analisi e comunicazione
- L'impegno finanziario complessivo per le azioni sopra elencate è di € 4.699.776,00, distribuito su un asse temporale di quattro anni.

### *Foresta regionale Val Masino*

Il Protocollo d'Intesa "Contratto di Foresta Val Masino" è stato approvato dai soggetti coinvolti ed è in fase di sottoscrizione. L'accordo interessa un'area di circa 15.000 ettari, di cui 2.945 di Foresta Regionale.

#### OBIETTIVI

- Impegnarsi insieme per gestire il territorio della Foresta Regionale e del bacino della Val Masino in una visione unitaria, in stretta collaborazione e sinergia con gli stakeholder locali, per valorizzare le potenzialità turistiche
- Migliorare l'utilizzazione delle risorse ambientali e naturalistiche
- Favorire la permanenza stabile della popolazione e sostenere le azioni di sviluppo mediante adeguate forme di finanziamento.

#### SOGGETTI

Regione Lombardia - Direzione Generale Agricoltura, ERSAF, Provincia di Sondrio, CM Valtellina di Morbegno ed i Comuni di Valmasino, Ardenno, Buglio in Monte, Civo e Mello.

#### AZIONI

- Consolidare la presenza della Foresta Regionale al fine di tutelare il patrimonio naturalistico, ambientale e paesaggistico
  - Rilanciare il turismo termale
  - Sviluppare la ricerca nel settore della gestione sostenibile delle risorse forestali e ambientali
  - Attuare un programma di educazione ambientale rivolto alle scuole lombarde di ogni ordine e grado
  - Sviluppare il turismo naturalistico, escursionistico e alpinistico
  - Potenziare e diversificare l'offerta di turismo dolce mediante lo sviluppo di strutture ricettive e le proposte dedicate
  - Promuovere l'offerta culturale del territorio
- L'impegno finanziario complessivo previsto per le azioni sopra elencate ammonta a € 851.823,94.

#### SUMMARY

##### FOREST CONTRACT: AN INSTRUMENT OF ACTIVE MANAGEMENT

Within the processes of activation of local partnership and promotion of instruments for sharing and actively planning the management of forest properties, the Lombardy Region and ERSAF have Pndersigned the "Carta delle Foreste" – " Paper of the Forests of Lombardy – for a sustainable and durable management of the State property forests and regional hill countries". This is a guideline document for an active model management and development. It evidences principles and assumes engagements for the good management of the Forests of Lombardy. The "Paper of the Forests of Lombardy" it adopts an instrument, the forest Contract, in order to construct and share agreements of active management with publics and private partners on the territory. Among its objectives there is the promotion of programs and common actions that, through the consolidation of the local partnership, it improves and implements natural, cultural, economic and social resources of that area.

Nowadays we have two experiences going on: the "Accordo di programma" – agreement for the realization of improving actions in the Valgrigna Area and the "Protocollo d'intesa" – agreement for the definition and performance of a co-ordinate program of sustainable development of the territory Val Masino called "Contratto di Foresta Val Masino".

#### RÉSUMÉ

##### CONTRATS DE FORET: UN MOYEN DE GESTION PARTICIPATIVE

Dans le domaine des procès d'activation du partenariat local et de la promotion de moyens de partage et de participation des propriétés forestières, Région Lombardie et

ERSAF ont souscrit le “Papier des forêts de Lombardie” pour une gestion soutenable et durable des forêts et des alpes domaniales régionales. Le Papier est un document d’orientation et d’inspiration pour un modèle de développement et de gestion participative. Il met en évidence des principes et il suppose des engagements pour la bonne gestion des forêts de Lombardie. Le Papier adopte un moyen, le Contrat de forêt, pour construire et partager des accords de gestion participative avec le sujets publics et privés présents sur le territoire. Parmi ses objectifs il y a la

promotion des programmes et des actions communes qui à travers la consolidation du partenariat local valorisent et mettent en œuvre les ressources naturelles, culturelles, économiques et sociales de l’aire objet du contrat.

A aujourd’hui les expériences en cours sont deux: l’Accord de Programme pour la réalisation de l’intervention à valorisation de l’aire Vasta Valgrigna et le Protocol d’Accord pour la définition et la réalisation d’un Programme coordonné de développement soutenable du territoire de Val Masino dénommé Contrat de foret Val Masino.



## INDICE PER AUTORE

- ABBATE L.; 1221  
 ABOU JAOUDE R.; 1331  
 ABRAMI A.; 1040  
 AGNOLETTI M.; 943  
 AGRIMI M.; 948; 1563  
 AGRUMI M.; 894; 1544  
 ALLEVATO E.; 1313  
 AMORE S.; 1045  
 AMORINI E.; 766; 842  
 AMRI M.; 1158  
 ANDREATTA G.; 85  
 ANDRICH O.; 1048  
 ANGIOLINI C.; 1273  
 ANNESI T.; 1424  
 ANSELMINI N.; 590  
 ARGENTI G.; 359; 1207  
 ARNOST A.; 1550  
 ASCHER J.; 138  
 ASCOLI D.; 378  
 AVOLIO S.; 90  
  
 BAJOCO S.; 372  
 BAKER P.; 541  
 BALDINI S.; 717; 1439; 1447; 1451  
 BALDONI L.; 1221  
 BALESTRINI R.; 1429  
 BALLARDINI P.; 1581  
 BALLARIN DENTI A.; 684  
 BARATTA P.; 385  
 BARBAGALLO A.; 1443  
 BARBATI A.; 954  
 BARBERA G.; 828; 935; 960; 1231; 1568  
 BARRACO G.; 1409  
 BARRECA L.; 95  
 BARTOLOZZI L.; 541  
 BASSI S.; 101  
 BATTISTI A.; 213; 585  
 BAZAN G.; 1238  
 BECAGLI C.; 842  
 BEGHIN R.; 1287  
 BEHMANN DELL'ELMO G.; 773  
 BELIS C.; 684  
 BELLAROSA R.; 271  
 BELLETTI P.; 1201  
 BERGANTE S.; 864  
 BERGOMI L.Z.; 1476  
 BERIZZI D.; 684  
 BERNA T.; 1297  
 BERNARDINELLI I.; 1373; 1377  
 BERNARDINI V.; 90  
 BERRETTA C.; 1563  
 BERRETTI R.; 460; 1515  
 BERTAGNOLLI A.; 773  
 BERTI S.; 711; 1472  
 BERTINI G.; 182  
 BERTINI R.; 1455  
 BEVILACQUA G.; 169  
  
 BIANCHI L.; 156; 228; 1197  
 BIANCHI M.; 777  
 BIANCONI D.; 1349  
 BIDESE F.; 1357  
 BIONDI E.; 71  
 BIROT Y.; 1151  
 BISOFFI S.; 729  
 BISTONI A.; 1544  
 BLASI C.; 45  
 BOETTO G.; 882; 1515  
 BONELLO P.; 632  
 BONI I.; 563; 1337  
 BONINI I.; 1273  
 BONORA L.; 1319  
 BONSIGNORE C.; 703  
 BORCHI S.; 109; 869; 1052  
 BORGHETTI M.; 442  
 BOSCHETTI M.; 394  
 BOTTALICO F.; 1059  
 BOVIO G.; 323; 378; 1287; 1301  
 BOVOLENTA L.; 773  
 BRACCO S.; 968  
 BRACHETTI MONTORSELLI N.; 1073; 1319  
 BRENTA P.; 1084; 1279  
 BRESCIANI A.; 109  
 BRIVIO P.A.; 394  
 BROLL M.; 785; 973  
 BRUGNOLI E.; 547  
 BRUN F.; 711; 1029  
 BRUNDU P.; 1059  
 BRUNETTI M.; 737; 1472  
 BRUNO M.; 1249  
 BRUNORI A.; 791  
 BUCCELLATO V.; 638  
 BUFFONI A.; 684; 1429  
 BUONAMICI A.; 1221  
 BURESTI LATTES E.; 1462  
 BURRUANO S.; 691; 1394  
 BUSSOTTI F.; 668; 684  
 BUZZETTI I.; 1429  
  
 CACCIABUE G.; 466  
 CALAMINI G.; 470  
 CALECA V.; 638; 1413  
 CALVO E.; 977; 1581  
 CAMERANO P.; 1201; 1279  
 CAMIA A.; 339  
 CAMORIANO L.; 563; 1201  
 CAMPANARO A.; 116; 643  
 CAMPANILE D.; 1065  
 CAMPEDELLI T.; 295  
 CAMPOLO O.; 638  
 CANAVESIO A.; 1279  
 CANDORE M.; 575  
 CANTIANI P.; 980; 1465  
 CANTINI C.; 1472  
 CAO O.; 638  
  
 CAPITONI B.; 124  
 CAPPELLI V.; 796  
 CAPRETTI P.; 611; 1397  
 CARAMALLI C.; 804  
 CARAMALLI P.; 804  
 CARAPEZZA A.; 1413  
 CARBONE F.; 1068  
 CARIMI F.; 1221  
 CAROVIGNO R.; 985  
 CARRA A.; 1221  
 CARRARO G.; 213  
 CASANOVA P.; 131  
 CASAVECCHIA S.; 71  
 CASTRO REGO F.; 1157  
 CATTOI S.; 773  
 CAUCCI S.; 138  
 CAUSIN R.; 1394  
 CAVALLI R.; 717; 1476; 1482  
 CAZZOLA F.; 1550  
 CECCA D.; 177  
 CECCATO R.; 1301  
 CECCHERINI M.T.; 138  
 CELLERINO G.P.; 590  
 CERRETTI P.; 643  
 CERVASIO F.; 1207  
 CESARO L.; 1025  
 CHELAZZI C.; 1073  
 CHIAVETTA U.; 300  
 CHIOCCHINI F.; 547  
 CHIOCCIOLI P.; 109  
 CHIRICI G.; 144; 954; 989  
 CIANCIA A.; 151  
 CIANCIO O.; 3; 138; 156; 1118; 1197  
 CICCARESE L.; 1034  
 CILLARA M.; 1380  
 CILLI S.; 1141  
 CINDOLO C.; 240; 570  
 CITTERIO G.; 249  
 CLEMENTEL F.; 915  
 CLEMENTI G.; 1231  
 CLERICI E.; 90  
 COCCIUFA C.; 240; 570  
 COLANGELO G.; 1001  
 COLETTA V.; 95  
 COLLE G.; 915  
 COLLETTI L.; 1021  
 COLOMBO R.; 684; 1429  
 COLOMBO T.; 1001  
 COLPI C.; 163; 1212  
 CONESE C.; 1319  
 CONTI S.; 1313  
 CORDA P.; 1403  
 CORONA P.; 144; 447; 711; 1197; 1253; 1563  
 CORRADO G.; 345  
 COSTA R.; 234  
 COZZI M.; 902  
 CRISAFULLI A.; 243



CRISTAUDO A.; 169; 1308  
CRIVELLARO A.; 1550  
CROCETTI C.; 1207  
CULLOTTA S.; 828; 960; 1568  
CUTRONE A.; 385

D'AGOSTA G.M.; 1490  
D'AMICO L.; 1424  
D'APRILE F.; 541  
D'IPPOLITO A.; 475  
D'ORLANDO M.C.; 1079  
DANTI R.; 697  
DE ANGELIS P.; 482; 1331; 1342  
DE BATTISTI R.; 1212  
DE CARLO A.; 265  
DE DATO G.D.; 1331; 1342  
DE DOMINICIS V.; 1273  
DE FERRARI F.; 460  
DE GIOIA T.; 773  
DE LAS HERAS J.; 400  
DE LUCA F.; 680  
DE MEO I.; 980  
DEBRANDO V.; 466; 1084  
DEL FAVERO R.; 60  
DELOGU G.; 1293  
DEMICHELIS A.; 177  
DEPLANO G.; 1380  
DETTORI S.; 742; 1380  
DI CARA F.; 1573  
DI COSMO L.; 777  
DI FULVIO F.; 717; 1443; 1447  
DI GIULIO G.; 1493  
DI MARTINO P.; 980; 989  
DI MATTEO G.; 482; 1389  
DI PASQUALE G.; 372  
DI TOMMASO S.; 894  
DÍAZ VARELA R.A.; 1429  
DISSEGNA M.; 213  
DOMINA G.; 254  
DOTTA A.; 460  
DUCCI F.; 1498

ECOSSE A.; 1349  
EMILIANI G.; 265

FABBIO G.; 182; 766  
FABIANO F.; 717  
FACCIOTTO G.; 864  
FACCOLI M.; 611  
FAIDIGA A.; 1215  
FAINI A.; 488; 1197; 1455  
FANTONI I.; 109  
FECI E.; 1525  
FEDEL D.; 1482  
FERLAZZO S.; 240; 570  
FERRARA A.; 494  
FERRARI B.; 1197  
FERRARI E.; 511  
FERRAZZINI D.; 1201  
FERRETTI F.; 980  
FERRETTI M.; 684  
FILIGHEDDU M.R.; 1380

FIORAVANTI M.; 737; 1493; 1498  
FLORIS A.; 915  
FRANCESCHINI A.; 605; 1380; 1403  
FRANZA A.; 1313  
FRATINI R.; 1089  
FRATTEGANI M.; 195; 1108  
FRESCHI A.L.; 1197  
FRIGIMELICA G.; 654; 1385  
FRIGNANI F.; 1273  
FUSARO E.; 1389

GAGLIANO C.; 777  
GALLOZZI M.R.; 752  
GALVAGNI D.; 915  
GARFÌ G.; 1221; 1361  
GARFÌ V.; 503; 989; 1361  
GARGANO M.L.; 316  
GASPARINI P.; 777  
GATTO P.; 1095  
GAZZA F.; 756  
GECELE S.; 915  
GENNAI A.; 191  
GENTILE F.; 95  
GEROSA G.; 684  
GHERARDI M.; 1509  
GIAMBRA S.; 1394  
GIANNINI RAFFAELLO; 55; 265  
GIANNINI ROBERTO; 488  
GIONGO ALVES M.; 989  
GIORDANO E.; 124; 259; 523  
GIORGINI S.; 1573  
GIOVANNELLI A.; 1472  
GIOVANNINI G.; 812  
GIOVANNOZZI M.; 1337  
GIULIETTI V.; 887  
GOTTARDO E.; 1079; 1357  
GRANATA G.; 691  
GRANDE S.B.; 638  
GRASSI G.; 1104  
GRECO R.; 819  
GRIECO C.; 1201  
GRIGIONI J.; 191  
GRIGOLATO S.; 717; 1476; 1482  
GROHMANN F.; 195; 1108  
GUALDI V.; 819

HALWANI J.; 1161  
HARDERSEN S.; 116  
HAUDEMANN J.C.; 460  
HELD A.C.; 1324  
HOFMANN A.A.; 1040

ILARDI V.; 1535  
IORIO G.; 195; 1108  
IOVINO F.; 425; 503; 758

KELLEZI M.; 1439  
KORTOÇI Y.; 1439

LA MANTIA T.; 199; 828  
LA MELA VECA D.S.; 205; 828; 1231  
LA PORTA N.; 1397

LAFORTEZZA R.; 1001  
LANCELLOTTI E.; 1403  
LANDI M.; 1273  
LASSERRE B.; 300  
LAUDATI G.; 717; 1443; 1447  
LAUTERI M.; 547  
LEO A.; 1337  
LEONE V.; 335; 400  
LEONETTI R.; 1114  
LIEGGI M.; 1259  
LO VERDE G.; 638; 1409  
LODI P.; 894  
LOMBARDI F.; 300  
LONDI G.; 295  
LONGO S.; 605  
LOPERFIDO L.; 1342  
LOPS A.; 1259  
LOVREGGIO R.; 335; 400  
LUCIANO P.; 620; 638  
LUDOVISI R.; 894  
LUISE R.; 163  
LUISI N.; 626  
LUMICISI A.; 529  
LUONGO V.; 902

MAESANO M.; 300; 1504  
MAETZKE F.G.; 758; 828  
MAFFEI L.; 124; 177  
MAGAGNOTTI N.; 717  
MAGGIORE C.; 1539  
MAGNANI F.; 442; 532; 837; 1509  
MAIROTA P.; 995  
MALACARNE E.; 1201  
MALTESE M.; 1413  
MALTONI A.; 796; 851  
MANASSERO F.; 1297  
MANCINI F.; 423  
MANCINO G.; 494  
MANETTI M.C.; 842  
MANIERI M.; 547  
MANTI F.; 406; 703  
MARCHETTI M.; 144; 300; 437; 980;  
989; 1504  
MARCHI E.; 327; 1451  
MARESCHI L.; 1349  
MARESI G.; 851  
MARINO E.; 1568  
MARINO P.; 909; 1238  
MARIOTTI B.; 156; 796; 851  
MARONE E.; 742; 1118  
MARZANO R.; 1287; 1301  
MARZILIANO P.A.; 95; 1001  
MARZULLO L.; 915  
MASÈ R.; 758  
MASIERO M.; 1504  
MASON F.; 116; 643; 1242  
MASUTTI L.; 79; 213; 585  
MATARESE PALMIERI R.; 1249  
MATTEUCCI G.; 532; 551  
MATTIOLI W.; 1253; 1563  
MAUGERI G.; 169; 1308  
MAZZOCOLI F.; 1357

MAZZOLA P.; 1535  
 MAZZOLENI S.; 372; 1313  
 MECCI A.; 418  
 MELCHIONNA G.; 1313  
 MELONI F.; 460; 882  
 MEMOLI A.; 131  
 MENDICINO V.; 858  
 MENGUZZATO G.; 758  
 MENOZZI P.; 67  
 MEZGHANI S.; 1158  
 MEZZINI E.; 1509  
 MIGLIOZZI A.; 372; 1308  
 MILAZZO A.; 355; 968; 1490  
 MINARI E.; 1242  
 MINGO A.; 1308; 1313  
 MINI L.; 295  
 MINISSALE P.; 234  
 MINOTTA G.; 729; 864  
 MIOZZO M.; 389; 869  
 MONTAGHI A.; 796; 1455  
 MONTECCHIO L.; 657; 663  
 MORI P.; 1462  
 MORICCA S.; 605  
 MOROSI C.; 1059  
 MOTTA E.; 657; 663; 1424  
 MOTTA FRE V.; 1084  
 MOTTA R.; 460; 558  
 MOYA D.; 400  
 MUNARI G.; 213  
 MUSICANTI A.; 259  
 MUTTO ACCORDI S.; 657; 663  
  
 NANNIPIERI P.; 138  
 NARDI G.; 643  
 NASTASIO P.; 1127; 1581  
 NATI C.; 717  
 NERI F.; 877  
 NICOLACI A.; 858  
 NICOLOSO S.; 109  
 NICOLOTTI G.; 611  
 NOCENTINI S.; 50; 217; 796; 1118;  
 1197  
 NOLÈ A.; 494  
 NOSENZO A.; 882; 1515  
 NUCCI A.; 1273  
 NUCERA D.; 1521  
  
 OLIVA G.; 1114  
 ORTENS E.; 894  
 OSSOLA F.; 977  
 OTTAVIANI C.; 389  
 OTTAVIANO M.; 989  
  
 PACI M.; 228  
 PAFFETTI D.; 265  
 PAGLIAI M.; 454  
 PAIERO P.; 1555  
 PALANTI S.; 1525  
 PALMERI V.; 638  
 PALMIERI N.; 83  
 PANELLA M.; 306  
 PAOLETTI E.; 668; 1419  
  
 PARIS P.; 729; 1131  
 PARISI G.; 240; 570  
 PAVONE G.; 406  
 PAVONE N.; 980  
 PAVONE P.; 234  
 PEDRON L.; 1397  
 PELLERI F.; 887  
 PELLICONE G.; 503  
 PERALI A.; 1131  
 PERNARELLA R.; 1531  
 PERULLI D.; 1137  
 PESARESI S.; 71  
 PESCE F.; 902  
 PETERLIN G.; 563  
 PETRELLA F.; 563  
 PETRICCIONE B.; 240; 570  
 PETRUCCI B.; 394  
 PETTENELLA D.; 711; 1011; 1504  
 PIAZZI M.; 563; 1337  
 PICCHIO R.; 717; 921  
 PICONE R.M.; 243  
 PIEGAI F.; 717; 877  
 PIETRAMELLARA G.; 138  
 PIGNATTI G.; 980  
 PIOVESAN G.; 271  
 PISANELLI A.; 1131  
 PIUSSI P.; 558; 995  
 PIVIDORI M.; 887  
 PIZZURRO G.M.; 828  
 PLUTINO M.; 1465  
 POMPEI E.; 536; 1563  
 PONZETTA M.P.; 1207  
 PORTOGHESI L.; 742; 1253  
 PUGLISI S.; 1259  
 PULETTI N.; 217; 1197; 1455  
 PULIDO L.; 400  
 PUXEDDU M.; 249  
  
 QUILGHINI G.; 311  
  
 RADDI P.; 697  
 RADDI S.; 837  
 RADOCCHIA C.; 1544  
 RAGAZZI A.; 590  
 RAIMONDO F.M.; 254; 909; 1265;  
 1535  
 RAINALDI G.; 1259  
 RANUCCI F.; 1443; 1447  
 RAUCCI G.; 1349  
 RAVERA S.; 300  
 RECANATESI F.; 124; 259  
 RESTAINO V.; 259  
 RICCIOLI F.; 1089  
 RICOTTA C.; 372  
 RIGHI F.; 1389  
 RIZZO M.C.; 638  
 RIZZO R.; 638; 1409  
 ROMAGNOLI M.; 894; 1544  
 ROMANI M.; 1319  
 ROMANO D.; 1011  
 ROMANO R.; 1141  
 ROMANO S.; 902  
  
 RONCHI B.; 366  
 RONSISSVALLE F.; 234  
 ROSSI-DORIA I.; 1568  
 ROVERSI P.F.; 620  
 RÜHL J.; 1568  
  
 SACCONI F.; 1207  
 SAITTA A.; 316  
 SALA E.; 1581  
 SALVADORI C.; 674  
 SALVATORE R.; 400  
 SALVATORI C.; 1397  
 SANESI G.; 937; 1001  
 SANI G.; 1472  
 SANTINI A.; 697  
 SANTOPUOLI G.; 989  
 SAPORITO L.; 265; 575; 1269; 1539  
 SARACINO A.; 372; 1308; 1313  
 SAVERI C.; 1273  
 SAVINI P.; 195; 1108  
 SCARASCIA MUGNOZZA G.T.; 124  
 SCARASCIA-MUGNOZZA G.; 482; 523;  
 536; 1131  
 SCHIAFFINO A.; 1403  
 SCHICCHI R.; 254; 909; 1265  
 SCHIRONE B.; 271  
 SCIANDRELLO S.; 234  
 SCIRÈ M.; 1424  
 SCOPEL C.; 1394  
 SCRINZI G.; 915; 928  
 SCUDERI A.; 95  
 SECCO L.; 1095; 1504  
 SELLERI B.; 1001  
 SEMENZATO P.; 948  
 SICLARI A.; 406  
 SIDOTI A.; 680; 691  
 SIGNORINI G.; 1498  
 SILLETTI G.; 1277  
 SIMEONE M.C.; 271  
 SIRAGUSA M.; 1221  
 SIRCA C.; 1380  
 SITZIA T.; 277  
 SPADARO V.; 1238  
 SPAMPINATO G.; 234  
 SPANO D.; 1380  
 SPERANDIO G.; 921  
 SPINA S.; 894; 1544  
 SPINELLI R.; 717; 1509  
 STAGLIANÒ N.; 359  
 STEFANELLI S.; 1079  
 STERGULC F.; 674; 1377  
 STROPPIANA D.; 394  
 SURICO G.; 583  
  
 TABAKOVIC V.; 773  
 TAFFETANI F.; 283  
 TAGLIAFERRI A.; 684; 1429  
 TANI A.; 796  
 TAPPER N.; 541  
 TARTARINO P.; 819  
 TELLINI FLORENZANO G.; 295  
 TERZUOLO P.G.; 460; 563; 1279

TESI E.; 1319  
TIBERI R.; 295; 626  
TINELLI A.; 124; 177; 259  
TOGNETTI R.; 300  
TOMAIUOLO M.; 90  
TOMASELLI V.; 234  
TONTI D.; 989  
TORTA L.; 691; 1394  
TRAINA G.; 1231  
TRAVAGLIA P.M.; 1515  
TRAVAGLINI D.; 138; 156; 796; 1455  
TRIGGIANI O.; 626  
TROIANI L.; 124  
TUCCI R.; 1001  
TURCHETTI T.; 697  
  
URBANO V.; 494

URICCHIO G.; 306  
URSO T.; 1550; 1555  
USAI A.; 1380  
UZIELLI L.; 737  
  
VACANTE V.; 703  
VADALÀ G.; 413  
VAGNILUCA S.; 311  
VALECIC M.; 1385  
VALENTINI R.; 529; 1331; 1342  
VALESE E.; 1324  
VANNINI A.; 620  
VANONE G.; 1079  
VARASCHIN M.; 163  
VELTRI A.; 511  
VELTRI M.; 475; 517  
VENDRAMIN B.; 1221

VENTURELLA G.; 316  
VERANI S.; 921  
VERDELLI L.; 1429  
VETTORI C.; 265  
VIANELLO G.; 1509  
VIGNOZZI G.; 418; 1137  
VILLA G.; 1001  
VIOLA F.; 277  
  
WOLYNSKI A.; 928; 1301  
  
ZACCONE S.; 243  
ZAFFARONI P.; 394  
ZANIN M.; 928  
ZANONI G.; 306  
ZANUTTINI R.; 737  
ZENATELLO M.; 163

Finito di stampare nel giugno 2009  
Tipografia Coppini - Firenze



