

UNIVERSITÁ DEGLI STUDI DI CATANIA  
FACOLTÁ DI SCIENZE MATEMATICHE FISICHE E NATURALI  
SEZ. DI BIOLOGIA ED ECOLOGIA VEGETALE (D.A.C.P.A)

---

DOTTORATO DI RICERCA IN BIOLOGIA ED ECOLOGIA VEGETALE  
IN AMBIENTE MEDITERRANEO – XXIII CICLO

FABIO STRANO

*Betula aetnensis* Raf. nel Parco Naturale dell'Etna:  
analisi vegetazionale ed ecologica

TESI DI DOTTORATO

Tutor:  
Dr.ssa M. Grillo  
Coordinatore:  
Prof. G. Maugeri

---

ANNO 2010

# INDICE

INTRODUZIONE	3
I - LA BETULLA	5
1.1 Il genere <i>Betula</i> L.	5
1.1.1 Caratteri generali del genere <i>Betula</i>	5
1.1.2 Inquadramento tassonomico	11
1.1.3 Le betulle in Italia e loro distribuzione	14
1.2 Inquadramento fitosociologico dei boschi di betulla bianca nell'Italia peninsulare.	16
1.3 La <i>Betula aetnensis</i> Raf.: stato delle conoscenze	18
II - IL TERRITORIO	22
2.1 Cenni geomorfologici del territorio etneo	22
2.2 Caratteri climatici	22
2.3 Area di studio	25
2.4 Influsso antropico	29
III - MATERIALI E METODI	31
3.1 Analisi floristica	31
3.2 Analisi della vegetazione	34
3.2.1 Elaborazione dei dati	34
3.2.2 Tipizzazione della vegetazione	35
3.2.3 Valutazione della diversità floristica	36
3.3 Indagini sulla rinnovazione naturale	38
3.4 Test di germinazione	40
IV - ESPOSIZIONE DEI DATI E RISULTATI	43
4.1 Le comunità vegetali	43
4.1.1 Analisi statistica multivariata dei dati	73
4.1.2 Spettro ecologico delle comunità	75
4.1.3 Diversità floristica	78
4.2 Aspetti floristici	81
4.2.1 Spettro biologico	95
4.2.2 Spettro corologico	96
4.2.3 Spettro anabainico ponderato	97
4.2.4 Distribuzione delle specie in classi di frequenza	98
4.3 Aspetti dell'ecologia della germinazione	99

4.4 Rinnovazione naturale della <i>Betula aetnensis</i>	110
4.4.1 Rinnovazione naturale nel bosco e nelle radure	110
4.4.2 Colonizzazione delle colate e delle aree incendiate	111
4.4.3 Osservazioni	123
V - CONCLUSIONI	125
BIBLIOGRAFIA	130

## INTRODUZIONE

La conservazione e la tutela delle specie e degli habitat presenti in un territorio rappresentano oggi un obiettivo primario. La consapevolezza di come l'uomo stia intaccando in maniera irreversibile il patrimonio ambientale ha spinto i Governi di tutto il mondo a porsi obiettivi a breve termine volti a frenare questo fenomeno. Per gestire la crisi della biodiversità a livello globale è stata ratificata nel 1992 la Convenzione sulla diversità biologica sotto l'egida dell'UNEP (il Programma Ambientale delle Nazioni Unite) nella quale è stato concordato l'impegno di *"raggiungere una riduzione significativa della perdita di biodiversità entro il 2010, a livello globale, nazionale e regionale, come contributo per la riduzione della povertà e a beneficio di tutta la vita sulla Terra"*.

Uno degli strumenti più significativi e fondamentali che permette il raggiungimento di tali obiettivi è la conservazione *in situ*. L'Italia, già nel 1922, con l'istituzione del primo parco nazionale, quello del Gran Paradiso, comprendeva la necessità di tutelare e difendere peculiari ambienti e specie che rischiavano di scomparire. Su quest'ottica il 17 marzo 1987 con decreto del Presidente della Regione Sicilia, viene istituito il Parco Naturale dell'Etna, e viene individuata una zona A (Riserva Naturale Integrale, RNI) che si estende su 19000 ettari, da 870 sino ai crateri sommitali a 3380 m s.l.m.. Questa zona comprende il deserto lavico, le formazioni pulvinate e le formazioni forestali: faggete, **betulleti**, pinete di pino laricio, querceti di cerro, roverella, leccete.

Le RNI sono uno strumento importante per la conservazione della natura, all'interno delle quali l'obiettivo principale è la conservazione dell'ambiente naturale nella sua integrità, ossia permettendo a tutti gli ecosistemi presenti di evolvere naturalmente senza intervento antropico (Ciancio et al., 2002). Ciò può avvenire solamente pianificando un'attività gestionale basata sulla ricerca e sulla conoscenza degli ecosistemi e dell'ecologia delle specie.

Lo studio qui presentato nasce proprio dalla necessità di aumentare le conoscenze su uno degli endemismi più peculiari e rappresentativi del territorio etneo, la betulla dell'Etna.

La betulla dell'Etna è un'essenza arborea le cui caratteristiche morfologiche la avvicinano alla *Betula pendula* Roth, specie molto affine presente in diverse regioni d'Italia con limite meridionale nella regione Campania e che si estende in Europa sino al limite nord della vegetazione arborea. Le vicende geologiche fanno supporre che il sud Italia e la Sicilia abbiano rappresentato per la betulla un'area di rifugio durante l'ultima glaciazione (Wurm, -70000/-10000 anni) e successivamente, nel periodo Post glaciale (Preboreale - anatermico continentale), abbiano permesso la riespansione del suo areale (Plini & Tondi, 1989). Non trovando più le condizioni climatiche idonee, in Sicilia è rimasta confinata solo sull'Etna, che con la sua altitudine (circa 3380 m s.l.m) presenta zone climatiche favorevoli.

L'isolamento genetico dalle popolazioni presenti nel resto d'Italia, la forte pressione selettiva dovuta alla natura vulcanica del territorio e al clima di tipo mediterraneo, hanno reso possibile il differenziarsi di un nuovo taxon endemico etneo.

L'attuale areale della *Betula aetnensis* coincide, in parte, con la fascia mediterraneo montana del territorio etneo, con minimo altitudinale intorno ai 1000 m s.l.m e massimo intorno ai 2000 m s.l.m., nella quale è presente con due popolamenti boschivi, uno di piccole dimensioni sul versante occidentale (circa 0,235 km<sup>2</sup>) e uno più grande e rappresentativo sul versante nord-orientale (circa 4 km<sup>2</sup>).

La betulla dell'Etna si colloca chiaramente tra gli obiettivi del Parco Naturale dell'Etna di salvaguardia e recupero del patrimonio ambientale e qualsiasi intervento di tutela o gestione non può assolutamente prescindere dall'acquisizione di conoscenze approfondite sull'autecologia della specie e sulle comunità vegetali che essa stessa determina.

Ad oggi sono poche le conoscenze su questa pianta e considerata l'importanza della tutela di una specie endemica simbolo del territorio etneo nonché il ruolo significativo che essa assume come specie pioniera sulle lave, siamo stati ben motivati a porre le basi per un'attenta ricerca scientifica.

Obiettivo principale è indagare sulle formazioni boschive a *B. aetnensis*, studiandone il corteggio floristico, le comunità vegetali e il loro significato sinecologico e approfondire le conoscenze sull'ecologia della germinazione e sulla capacità di rinnovazione naturale e di mantenimento dei suoi popolamenti.

# I - LA BETULLA

## 1.1 Il genere *Betula* L.

### 1.1.1 Caratteri generali del genere *Betula*

Il genere *Betula* (Famiglia *Betulaceae*) è costituito da alberi e arbusti decidui distribuiti prevalentemente nelle zone temperate e boreali dell'Emisfero Nord (Furlow, 1990), considerati una grande risorsa economica, culturale ed ecologica (Mabberley 1997; Hardin et al. 2001). È il genere arboreo più ampiamente distribuito nell'emisfero boreale (Hora 1981), estendendosi attraverso i principali continenti (de Jong 1993).

Le betulle sono un componente ecologico essenziale delle foreste nordiche temperate e boreali. Sono piante eliofile e pioniere che rapidamente occupano aree scoperte dopo gli incendi o il taglio delle foreste grazie all'abbondante produzione di semi e alla veloce crescita delle giovani piante (Fischer et al., 2002). Possono formare boschi puri o presentarsi in gruppi e elementi isolati (Atkinson 1958). Le betulle europee, al limite nord-ovest del loro areale formano stabili foreste climax, ma verso il centro del proprio areale divengono colonizzatrici primarie e secondarie in successioni indotte dall'uomo (Moore 1979). Caratteristiche comuni a tutte le betulle sono la loro capacità di colonizzare velocemente aree nude, la loro intolleranza all'ombra e la capacità di crescere in suoli poveri di nutrienti. Grazie alla notevole rusticità, resistendo a condizioni ambientali avverse quali geli e prolungati periodi di siccità, esse presentano un ampio range geografico ed edafico e possono crescere in habitat marginali.

La betulla è tra gli alberi con periodo di vita più breve e solitamente non supera i 100 anni (Gimingham, 1984; Kinnaird, 1968). Studi selvicolturali sulla *B. pendula* hanno mostrato che in 10-20 anni raggiunge la massima altezza (24-25 m nei siti migliori) e 5 anni dopo il volume massimo (Raulo, 1977; Oikarinem, 1983). La crescita è vigorosa sino a 40-50 anni e superato questo periodo la crescita comincia a declinare e intorno ai 100 anni la vitalità degli alberi decresce e divengono suscettibili a parassiti e patologie (Kovisto, 1959; Fries, 1964; Oikarinem, 1983).

### Riproduzione

Le betulle tendono a fiorire in età relativamente giovane (10-15 anni) (Lepisto, 1973). Alcuni individui possono presentare fioriture precoci; questo sembra essere sotto controllo genetico (Hutinen e Yahyaoglu, 1974).

È nota la loro capacità di ibridarsi facilmente e gli ibridi appaiono essere almeno parzialmente fertili, permettendo la produzione di una seconda generazione di ibridi e il reinncrocio con i parentali (Barnes et al., 1974).

I fiori sono monoici e si organizzano in amenti. Gli amenti staminiferi (maschili) si formano generalmente in tarda estate o autunno, e rimangono sulla pianta, quiescenti, per tutto l'inverno.

Gli amenti pistilliferi, di forma conica con scaglie strettamente appressate, si formano all'estremità di corti rametti a forma di sperone e compaiono con le foglie. Quando gli amenti femminili (strobili) maturano, in tarda estate o autunno, divengono marroni e legnosi e possono essere penduli o eretti. Ciascuna scaglia porta una singola piccola nucula alata (Fig. 1) che è di forma ovale, con due stimmi persistenti agli apici.

I semi passano da verde a marrone chiaro o marrone rossiccio quando maturi (Brinkman 1974). Questi vengono dispersi dal tardo autunno sino alla successiva primavera.

Dopo la caduta dei semi, gli strobili lentamente si sfaldano sugli alberi, con gli assi persistenti sulle brachette.

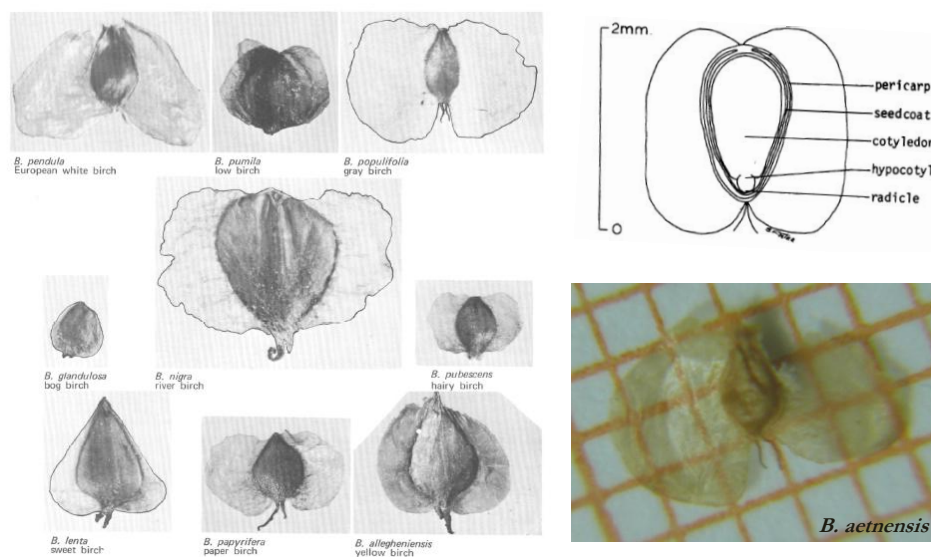


Fig. 1- Nucule alate.

### Dispersione e produzione di semi

I semi vengono dispersi principalmente tramite il vento, strappati via direttamente dagli amenti. Questi possono essere trasportati, fino a 80 m dalla pianta madre, anche sulla superficie dei fiocchi di neve (Sarvas, 1948; Matlack, 1989). Questo secondo sistema di

dispersione può essere quello più efficace. Ford et al. (1983) hanno stimato che solo il 5% dei semi supera i 100m di distanza dalla pianta madre.

Sebbene nei suoli dei boschi di betulla sia presente un'enorme quantità di semi, questi presentano una breve vitalità. La maggior parte dei semi sono non vitali già a partire dal secondo anno (Granstrom, 1987; Granstrom e Fries, 1985; Johnson, 1975; Moore e Wein, 1977; Perala e Alm, 1989; Steijlen e Zackrisson, 1986). L'abbondanza di semi vitali nel suolo del bosco è, quindi, verosimilmente supportata dalla annuale produzione di una enorme quantità di semi (Komarova, 1986).

### Germinazione dei semi

È ben noto che la stratificazione (prechilling o vernalizzazione) favorisce la germinazione dei semi di betulla (Brinkman, 1974).

Molti lavori (Brinkman, 1974; Heit, 1967; MANUALE ISTA, 1996), d'altro canto, dimostrano che la luce durante la germinazione riduce o sostituisce il bisogno della stratificazione. Per esempio, la lieve dormienza presente nei semi di *Betula pendula* può essere rimossa o dalla luce o dalla stratificazione (Black 1956; Black e Wareing 1954, 1955).

In ogni modo il genere *Betula*, riguarda la necessità di subire vernalizzazione, può essere suddiviso in due gruppi: quelle i cui semi possono germinare al buio con adeguato prechilling e quelli che richiedono in ogni caso la presenza luce. I semi di *B. pendula* (Black e Wareing 1955, Vaartaja 1956) e la *B. papyrifera* (Bevington e Hoyle 1981) possono germinare al buio, mentre la *B. maximowicziana*, la *B. mandschurica var. japonica* e la *B. ermanii* richiedono luce malgrado l'avvenuta stratificazione (Nagata e Black, 1977; Nagata e Tsuda, 1975; Odani e Anma, 1986).

In *B. pendula* la necessità di luce può essere eliminata, oltre che dalla stratificazione, anche dalla rimozione del pericarpo o dalla lisciviazione acquosa (Black e Wareing, 1959).

Bevington (1986) trovò che i semi prelevati da diverse località presentavano intervalli di temperatura di germinazione diversificati. Semi provenienti da zone più a nord mostrano capacità di germinare a temperature più basse rispetto a quelli provenienti da zone più a sud. La sensibilità alla luce, invece, non sembra essere correlata alla provenienza geografica mentre è correlata alla lunghezza del periodo di vernalizzazione; è dimostrato che periodi lunghi più di 6 settimane rendono la germinazione più veloce e efficiente anche in assenza di luce (Bevington, 1986).

È stato osservato che la stratificazione elimina l'effetto della temperatura. Ciò significa che è possibile ottenere la massima percentuale di germinazione per tutti i valori di temperatura dal range della specie considerata (Cabiaux e devillez, 1977). È probabile che in condizioni



naturali la vernalizzazione offra l'ulteriore vantaggio di ottenere una buona percentuale di germinazione anche se non si è raggiunta la temperatura ottimale.

### Rinnovazione naturale

La rinnovazione naturale avviene principalmente nelle aree scoperte con suolo nudo o con copertura erbacea bassa e poco densa. Alcuni autori sostengono che la rinnovazione all'interno del betulleto può essere ottenuta col taglio raso (Hynynen et al., 2009; Pizzatti Casaccia, 2004) accompagnata da una buona lavorazione superficiale del terreno, che si ottiene involontariamente durante i lavori di esbosco del legname (Pizzatti Casaccia, 2004). Una buona pratica colturale per favorire la rinnovazione in aree scoperte è la lavorazione di suoli leggeri (Katlsson, 2001).

È stato osservato che spesso le plantule di betulla si rinvengono all'interno di boschi di conifere (Pavari, 1956; Hynynen et al., 2009).

Miles e Kinnaird, sostengono che l'80-90% delle plantule muoiono durante il loro primo anno a causa della siccità.

### Riproduzione agamica

La riproduzione vegetativa avviene tramite produzione di polloni. Gemme basali dormienti, solitamente presenti sotto il livello del suolo, si risvegliano in risposta a fattori di disturbo come il fuoco, il taglio o il pascolo (Kauppi et al., 1987; Perala e Alm, 1990). Il numero di gemme basali e la capacità di produrle varia molto da albero ad albero e dipende molto dall'età della pianta madre (Ferm e Kauppi, 1990). Solitamente le gemme che si aprono spontaneamente muoiono prima di sviluppare una radice di 5 cm mentre quelle che si aprono in risposta a fattori di disturbo come il taglio possono svilupparsi in polloni ben radicati (Kauppi, 1987).

Nei betuletti allevati a ceduo, turni superiori a 15 anni compromettono la capacità pollonifera delle piante e in ogni caso questa comincia a decadere in piante con età superiore a 50-60 anni di età.

Impianti selvicolturali hanno mostrato che la crescita dell'apparato radicale di piante derivate da pollone è molto più veloce di quello di piante ottenute da seme, ma quest'ultime nel giro di 4-5 anni raggiungono e superano le precedenti (Hynynen et al., 2009).

### Apparato radicale

Il sistema radicale delle betulle è spesso profondo e molto ramificato (fascicolato), ma si adatta bene al tipo di suolo (Laitakari, 1935; Kostler et al., 1968; Ostonen et al., 2007).

Studi condotti in Finlandia (Laitakari, 1935) hanno mostrato che le betulle, specialmente in suoli sabbiosi e drenanti, presentano radici verticali ben robuste. In alcuni casi è stato visto che esse possono raggiungere una notevole profondità (270 cm). Il ritrovamento di radici a tale profondità non fu messa in correlazione con la falda acquifera ma con la presenza di “*canali preferenziali*” nel suolo che ne hanno permesso lo sviluppo in verticale. Fu osservato anche che in suoli acquitrinosi o con falda poco profonda l'apparato si presentava superficiale e con estensione orizzontale.

Per quanto riguarda l'estensione orizzontale, la lunghezza massima trovata è stata di 25 metri correlata a terreni sciolti e sabbiosi.

La stima della lunghezza totale dell'apparato radicale ha restituito un range di valori compreso tra 258m e 794m, simile a quello di *Pinus sylvestris* nelle stesse condizioni di suolo.

### Competizione

Le betulle si stabiliscono molto efficacemente su suoli nudi e molto poveri oppure dove la copertura erbacea è molto bassa (Kinnaird, 1974; Miles e Kinnaird, 1979; Cabiaux e devillez, 1977). La capacità delle plantule di betulla di superare il manto erbaceo è bassissima e dipende principalmente dalle riserve di cibo presenti nel seme. Nella betulla queste permettono una crescita della plantula di 2 cm di altezza mentre, per esempio, in *Pinus sylvestris* permettono una crescita di 8 cm (Miles e Kinnaird, 1979). Poche, per esempio, sono le plantule di betulla che riescono a superare la copertura vegetale e sopravvivere nelle estese brughiere del nord Europa (Khoon e Gimmingham, 1984). Si è osservato inoltre che essa cessa di crescere quasi completamente in condizioni ombrose (Taylor e Davies, 1995). In aree aperte, in piena luce, le betulle sono avvantaggiate e sono in grado di competere con altre specie (Grime, Hodgson e Hunt, 1988). Burnett (in Scott & Palmer, 1987) notò che le giovani piante di betulla difficilmente crescono all'interno dei betuleti, anche in condizioni di bosco aperto, e che raramente esse crescono a distanza inferiore a 15 metri dalle piante adulte. Egli attribuì in parte questo fenomeno alla possibile competizione radicale.

### Effetti del pascolo

Il pascolo di ovini e cervidi nelle aree potenziali di crescita di plantule impedisce la rigenerazione dei boschi di betulla (Tansley). Piggot (1983) dimostrò che il pascolo nelle aree a densa copertura erbosa poteva favorire la germinazione. Egli osservò che in aree sperimentali pascolate e poi recintate era possibile rinvenire a distanza di alcuni anni alberelli di betulla, mentre fuori dai recinti tutte le plantule osservate venivano distrutte dal pascolo. Inoltre, osservo che dopo un periodo di 26 anni, all'interno dell'area preclusa al pascolo non si

riscontrava nessuna formazione di nuovi alberelli. La mancanza di pascolo e calpestio da parte di animali non crea, quindi, le condizioni necessarie per la rigenerazione (Miles e Kinnaird, 1979).

Il pascolo eccessivo danneggia ed elimina le giovani plantule ma nello stesso tempo determina condizioni favorevoli per la germinazione.

### Effetti del Fuoco

Aree recentemente bruciate sono ideali per la germinazione e lo stabilirsi delle plantule (Khoon e Gimingham, 1984; Cabiaux e Devillez, 1977). In molte aree la presenza di popolamenti di betulla è dovuta all'incendio di pascoli, brughiere e boschi. La betulla oltre che affermarsi come nuova pianta dopo un incendio, riesce anche a difendersi bene. Infatti, è capace di sviluppare nuove gemme alla base del fusto come risposta al fuoco (Kauppi, Rinne e Ferm, 1987). Hobbs et al. (1984) affermarono che questo fenomeno è garantito anche grazie alla protezione delle base del fusto da parte della lettiera.

### 1.1.2 Inquadramento tassonomico

Le diverse specie di betulla variano considerevolmente in morfologia, ecologia e profilo genetico e ciò è dovuto, molto probabilmente, in risposta ai cambiamenti climatici e geologici avvenuti in epoca recente (De Jong 1993). Le specie di betulla come molte altre ad impollinazione anemofila hanno un'altra importante caratteristica: la frequente ibridazione e introgressione avvenuta nel corso della loro storia (Thorsson et al., 2001). Ciò rende difficoltoso l'inquadramento tassonomico e la definizione delle relazioni filogenetiche. Il numero di specie attribuite al genere *Betula* varia considerevolmente. I vari autori ne hanno descritto da 35 a oltre 100 (Fontaine, 1970; Willis, 1973; Ashburner e Walters, 1989; Furlow, 1990; de Jong, 1993; Rafael and Frodin, 1998). Molti sono gli studiosi che hanno elaborato schemi tassonomici e alberi genealogici, uno dei più recenti è quello di A. K. Skvortsov (2002) che definisce 42 specie (Fig. 2), di cui solo 10 presenterebbero corredo genetico diploide ( $2n=28$ ) mentre le rimanenti sarebbero tetraploidi, esaploidi, o decaploidi. Secondo questa classificazione all'interno del genere *Betula* si distinguerebbero quattro sottogeneri: *Sinobetula* A. Skvortsov, *Nipponobetula* A. Skvortsov, *Asperae* Nakai, *Betula*.

A quest'ultimo sottogenere appartengono le betulle europee, la cui tassonomia è stata per lungo tempo discussa e ancora oggi non del tutto definita. Seguendo la classificazione proposta da Tutin et al. in Flora Europea (1964), è possibile ricondurre le betulle europee a quattro specie di riferimento: *B. pendula* Roth (*B. alba* sensu Coste; *B. verrucosa* Ehrh.), *B. pubescens* Ehrh., *B. humilis* Schrank e *B. nana* L.

La betulla bianca (*B. pendula* s.l.  $2n=28$ ) è la specie maggiormente diffusa nel territorio europeo (Fig. 3), seguita dalla Betulla pubescente (*B. pubescens* s.l.  $2n=56$ ), con areale spostato più a nord rispetto alla precedente. La *B. pendula* racchiude popolazioni alquanto variabili (Tutin et al.) e ad essa sono ascritte diverse sottospecie o varietà definite da molti autori come buone specie, alcune di queste sono: *Betula pendula* var. *carelica* (Merckl.) Hämet-Ahti, *B. pendula* var. *laciniata* (Wahlenb.) Tidestr., *B. pendula* var. *lapponica* (Lindq.) Hämet-Ahti, *B. montana* V.N.Vassil, *B. talassica* Poljakov, *B. verrucosa* Ehrh., *B. verrucosa* var. *lapponica* Lindq., *B. fontqueri* Rothm, *B. oycoviensis* Besser e ***B. aetnensis* Raf.**

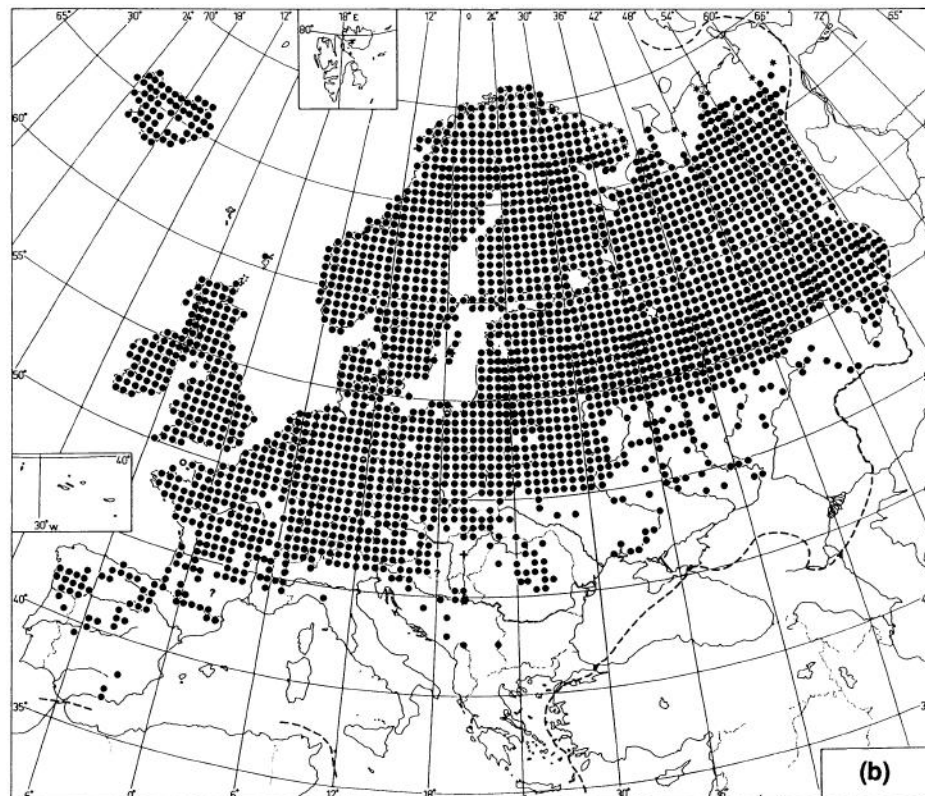
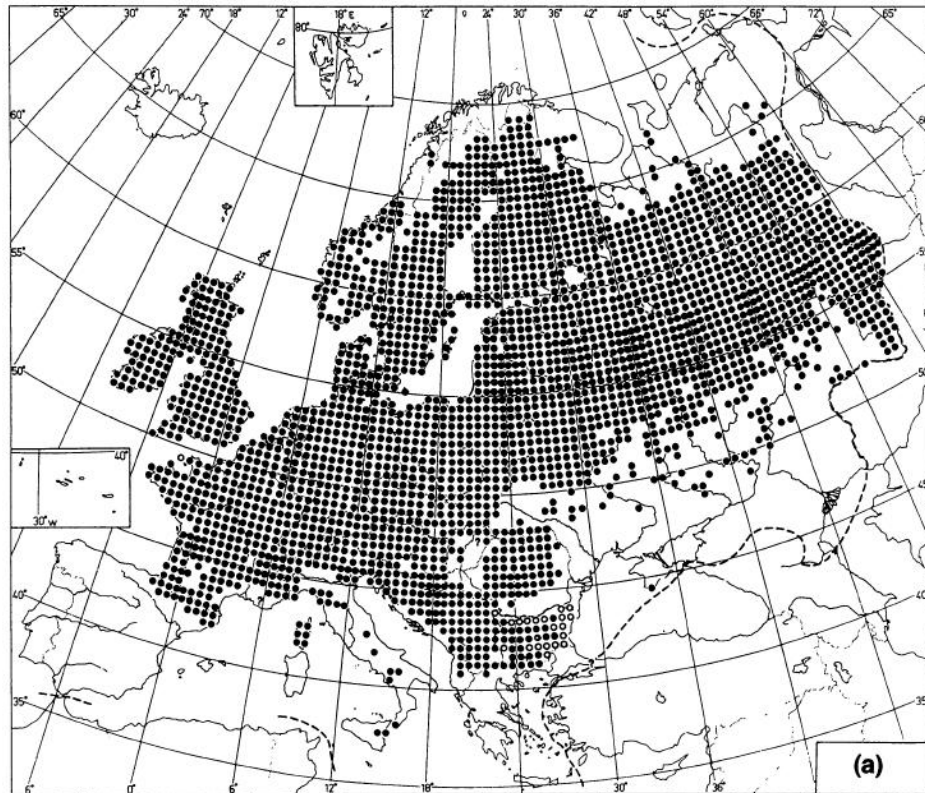


Fig. 2 - Distribuzione di (a) *B. pendula* e (b) *B. pubescens* in Europa. Jalas & Suominen (1976) in M. D. Atkinson (1992).

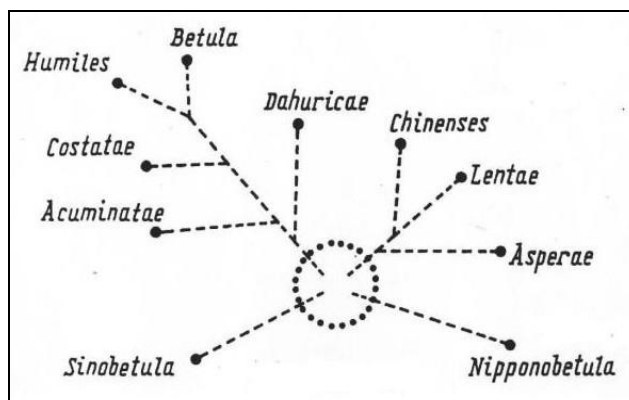
## Schema tassonomico del genere *Betula* L.

(da A. K. Skvortsov 2002)

- Subg. *Sinobetula* A. Skvortsov  
*B. Gynoterminalis* Hsu et C. J. Wang

- Subg. *Nipponobetula* A. Skv  
*B. Corylifolia* Regel et Maximowicz

- Subg. *Asperae* Nakai
  - Sect. *Asperae* (Nakai) Kuzeneva  
*B. schmidtii* Regel  
*B. fargesii* Franch  
*B. potaninii* Batalin  
*B. calcicola* (W. W. Smith) P. C. Li  
*B. chichibuensis* Hara
  - Sect. *Chinenses* (Nakai) Z. D. Chen  
*B. chinensis* Maxim.  
*B. delavayi* Franch  
*B. globispica* Shirai
  - Sect. *Lentae* L.  
*B. lenta* L.  
*B. alleghaniensis* Britt.  
*B. grossa* Sieb. et Zucc.  
*B. insignis* Franch  
*B. kweichowensis* Hu  
*B. medwediewi* Regel



Probabili relazioni filogenetiche all'interno del genere *Betula* (A. K. Skvortsov 2002)

- Subg. *Betula*
  - Sect. *Acuminateae* Regel  
*B. alnoides* D. Don  
*B. cylindrostachya* Lindl. ex Wall  
*B. luminifera* H. Winkl.  
*B. maximowicziana* Regel
  - Sect. *Dahuricae* Regel  
*B. davurica* Pallas  
*B. nigra* L.
  - Sect. *Costatae* Regel  
*B. costata* Trautv  
*B. ermanii* Cham. s.l.  
*B. albo-sinensis* Burk  
*B. utilis* D. Don  
*B. Jacquemontii* Spach
  - Sect. *Apterocaryon* Spach (syn. sect. *Humilies* W. D. Koch)  
*B. michauxii* Spach  
*B. fruticosa* Pall.  
*B. ovalifolia* Rupr.  
***B. nana* L. s.l.**  
*B. pumila* L.

- Gruppo betulle verrucose**  
*B. pendula* Roth  
*B. populifolia* Marsh
- Gruppo betulle pubescenti**  
***B. alba* L. (syn *B. pubescens* Ehrh.)**  
*B. papyrifera* Marsh.
- Gruppo betulle a foglie piccole**  
*B. raddeana* Trautv.  
*B. tianschanica* Rupr.  
*B. microphylla* Bunge

Fig. 3 - Schema tassonomico del genere *Betula* (A. K. Skvortsov 2002).

### 1.1.3 Le betulle in Italia e distribuzione nel territorio peninsulare.

Nel territorio italiano sono presenti 4 entità appartenenti al genere *Betula*:

*B. aetnensis* Raf.; *B. nana* L. subsp. *nana*; *B. pendula* Roth var. *pendula*; *B. pubescens* Ehrh. var. *pubescens*. (Conti et al., 2005).

La *B. nana* è una specie delle torbiere acide. In Italia è un relitto glaciale riscontrato solamente in Val Camonica (Lombardia) e ultimamente non più ritrovato (Pignatti S., 1982). Si tratta di un'antica segnalazione dell'800 di Lorenzo Rota, mai confermata; è presente un campione nell'erbario di Rota a Bergamo, ma con un cartellino non di sua mano indicante una località svizzera; probabilmente se lo fece inviare per confronto (Aeschimann et al., 2004).

*B. pubescens* è una pianta tipica di ambienti palustri e delle torbiere, si distingue dalla *B. pendula* per la presenza nei rami giovani e all'apice degli achenii di una sottile pubescenza e per l'assenza di ghiandole resinifere. Distribuita solo nei territori alpini dal Carso alla V. Susa e V. Pellice e sull'Appennino Parmigiano (Pignatti S., 1982). Essa, inoltre, presenta un portamento differente dalla vicina *B. pendula*, con rami più grossi e mai ricadenti, corteccia bianco-grigiastra o giallastra e foglie con punte meno lunghe e finemente pubescenti nella pagina inferiore e sul picciolo (L. Lo Giudice et al., 2001).

Molto più diffusa nel territorio italiano, nonché europeo, è la *B. pendula*. Essa è particolarmente frequente nell'arco alpino, dal piano basale fino all'estremo limite della vegetazione, soprattutto in Lombardia e Piemonte. A partire dall'Appennino settentrionale risulta essere sempre più rara e sporadica, si segnalano presenze lungo l'Appennino centro-meridionale in Abruzzo e in Gargano (anche se non ritrovata) e soprattutto Campania (Fig.4). È invece assente in Marche, Umbria, Molise e Calabria (Bertolini 1924, Piccioli 1923, Guadagno 1926, ne citano la presenza in Aspromonte; dato non più confermato) (Speranza 1981).

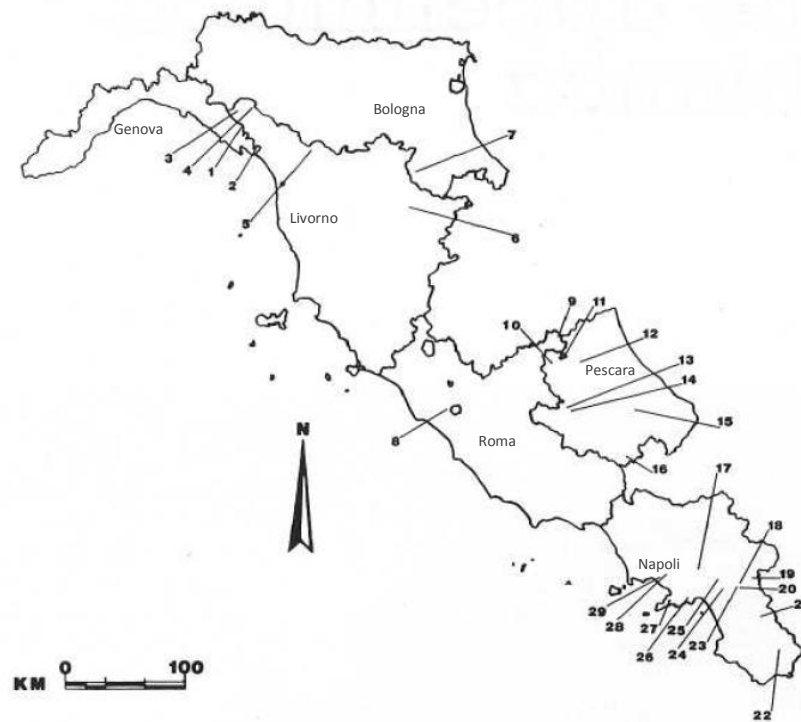


Fig 4 - Distribuzione della Betulla lungo l'arco appenninico (Tratto da: *Distribuzione appenninica della Betulla bianca*, P. Plini e G. Tondi, 1989).

Liguria: 1,2- Calice al Cornoviglio e Castelnuovo Magra. Elementi isolati in boschi misti di *Castanea sativa*, *Quercus cerris*, *Ostrya carpinifolia*, *Populus tremula*, *Fraxinus ornus* e *Corylus avellana*. Toscana: 4- Monte Orsaro; 5- Valle del torrente Gordana; 6- Preappennino lucchese-pistoiese; 7- Pratomagno. Lazio: 8- Manziana; 9- Monti della Laga. Formazioni mesofite miste, tipicamente montane, inserite nella fascia di transizione tra la faggeta e le cenosi a *Quercus cerris* e *Castanea sativa*. Abruzzo: 10- Macchialunga di Cagnano Amiterno; 11- Lago di Campotosto; 12- Gran Sasso; 13- Monte Velino; 14- Monte Sirente; 15- Maiella; 16- Coppo Oscuro di Barrea. Campania: 17- Monte Terminio; 18- Laviano; 19- Monte Cervialto; 20- Monte Polveracchio; 21- Monte Cervati; 22- Monte Alburno; 23- Monte Filigatti; 24- Monte Raia; 25- Monte Partenio; 26- Montalbino; 27- Monti Lattari; 28- Monte Somma; 29- Osservatorio Vesuviano.



## 1.2 Inquadramento fitosociologico dei boschi di *B. pendula* nell'Italia peninsulare.

La betulla in Italia difficilmente forma boschi puri e spesso è presente con individui isolati o in piccoli gruppi. Grazie all'ampio spettro ecologico e alle capacità pioniere è possibile rinvenirla, nei territori alpini, dal piano basale, occupato dai boschi di querce caducifoglie e di castagno, sino alla zona montana delle peccete e dei lariceti. Spingendoci a sud, lungo l'arco appenninico, alla crescente mediterraneità del clima, tende a sfuggire nelle montagne più alte. L'ampia plasticità ecologica della specie e la diversità di habitat presente nel territorio italiano fanno sì che la betulla entri a far parte del corteggio floristico di svariate comunità vegetali che non vengono caratterizzate (in senso fitosociologico) dalla sua presenza.

Solamente in casi estremi essa diviene specie caratteristica di comunità vegetale assumendo un ruolo ecologico esclusivo e determinante. Un esempio è quello della "Caldara di Manziana" (Roma), dove si riscontra l'associazione *Quercus cerridi-Betuletum pendulae* Biondi et al. 1998 (*Quercetalia pubescenti-petraeae*). Qui, il betuleto sarebbe sostituito dal bosco a *Quercus cerris*, ma l'alomorfismo dei terreni e il basso pH del substrato impediscono questa successione. Nella "Caldara di Manziana" l'impossibilità per il cerro di occupare le depressioni allagate, ha favorito la betulla che si è potuta conservare perché la vegetazione è rimasta così bloccata (Biondi et al., 1998).

Realizzare uno schema sintassonomico delle comunità vegetali in cui è presente la betulla non è facile, anche perché, come appena esposto, essa non caratterizza le associazioni a cui partecipa; al più determina fisionomicamente gli aggruppamenti da essa dominati, riconoscendo nella composizione floristica al massimo l'alleanza o l'ordine di appartenenza.

Viene qui presentato un quadro generale delle comunità vegetali presenti in Italia in cui è possibile rinvenire di frequente la *B. pendula*.

Nella zona delle Alpi, la betulla si presenta per lo più con elementi isolati, o riuniti in piccoli gruppi, in boschi radi, sia di latifoglie, per lo più eliofile, che di conifere (lariceti e peccete); solamente in alcuni settori delle Prealpi occidentali, in particolare nel Canavesano, nelle groane e nelle brughiere lombarde, dà origine a complessi forestali di una certa consistenza e purezza (Agostini, 1981). Essa qualifica il paesaggio come albero del margine dei campi e dei prati falciabili. Tipica la sua associazione col pino silvestre nelle formazioni forestali nei terreni acidi di brughiera (Pavari, 1956). Qui forma boschetti misti col pioppo tremulo (Bernetti, 1995). Queste formazioni sono inquadrabili nella classe *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939.

Nel piano montano della fascia alpina la betulla è presente nei boschi di faggio dei suoli più acidi (Bernetti, 1995). Aggruppamenti a *Betula pendula* e *Populus tremula* spesso

rappresentano uno stadio di degradazione di tali boschi riconducibili all'alleanza del *Luzulo-Fagion* Lohmeyer et R. Tx. in R. Tx. 1954. Questi aggruppamenti spesso sono conseguenza dell'abbandono di campi e di pascoli precedentemente occupati da boschi di faggio (Mondino, 1992).

In alcune zone alpine della Lombardia e del Piemonte la Betulla insieme alla farnia (*Quercus robur*) e al rovere (*Quercus petraea*) è dominante in formazioni boschive acidofile dei terrazzi fluvio-glaciali mindeliani compresi tra i cordoni morenici prealpini e l'alta Pianura Padana, con terreni a pH acido e poveri di nutrienti. Tali formazioni rientrano nell'alleanza *Quercion robori-petraeae* Br.-Bl. 1937 (ordine *Quercetalia roboris* Tüxen 1931, classe *Quercio-Fagetea* Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937) (Manuale italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE, 2009; Ubaldi, 2003).

In tutta la penisola, le betulle si rinvencono spesso all'interno di boschi a dominanza di *Castanea sativa* che derivano fondamentalmente da impianti produttivi che, abbandonati, si sono velocemente rinaturalizzati per l'ingresso di specie arboree, arbustive ed erbacee tipiche dei boschi naturali che i castagneti hanno sostituito per intervento antropico. Tali formazioni in funzione della latitudine rientrano negli ordini *Fagetalia sylvaticae* Pawl. in Pawl. et al. 1928, *Quercetalia roboris* Tüxen e *Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933 (classe *Quercio-Fagetea* Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937). Lungo la catena appenninica, inoltre, spesso compare nelle radure e ai margini dei boschi di faggio inquadrabili nei *Fagetalia sylvaticae* Pawl. in Pawl. e in boschi misti inquadrabili nei *Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933 (LoGiudice et al., 2003).

Frequente, nelle diverse comunità citate, è l'associazione col pioppo tremulo, col quale condivide la caratteristica capacità pioniera (Pavari, 1956; Bernetti, 1995; Pignatti, 1998; Ubaldi, 2003).

Tranne che per la presenza all'interno dei boschi di conifere dei *Vaccinio-Piceetea* del territorio alpino, essa è prevalentemente entità che caratterizza diversi livelli di degradazione o stadi poco maturi delle formazioni climax del *Quercio fagetea*.

### 1.3 La *Betula aetnensis* Raf. : stato delle conoscenze

In Sicilia la betulla, allo stato spontaneo, è presente solo nel territorio etneo, principalmente nel piano montano-mediterraneo (1450-2100 m. s.l.m) dove forma dei popolamenti puri o misti sino al limite superiore della vegetazione arborea.

La posizione sistematica di questa specie è ad oggi poco chiara e oggetto di discussione, e non tutti gli autori sono concordi sull'attribuzione del rango di specie. D'altro canto, pochissimi sono i lavori scientifici in merito.

La betulla dell'Etna viene classificata e descritta per la prima volta da C. S. Rafinesque-Schmaltz in "*Chloris aetnensis o le quattro florule dell'Etna*" (1813), opuscolo contenuto in "*Storia naturale e generale dell'Etna*" (Recupero 1815). Qui l'autore elenca le piante presenti nel territorio etneo; la betulla dell'Etna viene indicata col binomio *Betula aetnensis* citando come riferimento bibliografico un suo manoscritto inedito "*Florae siculae aetnensis*". Nel 1814, lo stesso autore, nella rivista "*Specchio delle scienze o giornale enciclopedico di Sicilia*", pubblica un saggio dal titolo "*Sopra due nuovi alberi del Monte Etna*" dove con queste parole descrive per la prima volta la *B. aetnensis*: "*Rami glandulosi, foglie cordate acuminatae incisae-angolatae, seghettate glabre, nervose reticulate al di sopra, venose reticulate al di sotto. Rinvenni quest'Albero nel 1809 nella superiore Regione Selvosa del Monte Etna, sopra Linguagrossa, dove si chiama volgarmente Betulla: non diviene molto grosso né assai s'innalza la sua altezza non eccedendo quasi mai li 20 piedi. La sua corteccia non è bianca, ma bigia, i piccoli rami sono rossi e ricoperti di numerose glandole rossigne; i petioli delle foglie sono circa mezzo pollice, mentre le foglie sono due o tre volte più lunghe, sono glabre d'ambidue i lati, e hanno quasi la forma di quelle del *Crataegus coccineus*, cosicchè differiscono interamente da quelle della *Betula vulgaris*, la sola specie del genere che potrebbe avvicinarsene; ma la quale ha foglie deltoidee e semplicemente seghettate senz'altro seno.*".

Nel 1822 C. Presl in "*Plantarum rariorum Siciliae aliarumque minus cognitatarum diagnoses et descriptiones*" contenuto in "*Deliciae pratense, historiam naturalem spectantes*" (Presl & Presl 1822), descrive dettagliatamente i caratteri della betulla dell'Etna e in essa, anche se con difficoltà, riconosce la stessa *Betula aetnensis* descritta da Rafinesque. Inoltre, egli ritiene che essa sia affine a *B. carpatica* Willd. e a *B. oycoviensis* Besser (*B. pendula* Roth var. *oycoviensis* (Besse) Reg. Besser), anche se ben distinte per alcuni caratteri.

J. Gussone (*Florae siculae*, 1844) confrontando la Betulla dell'Etna con la *B. alba* L. sostiene che la prima non può essere elevata al rango di specie poiché i soli caratteri che la distinguono dalla *B. alba*: la base della foglia meno acuta, il peduncolo che supera sempre il picciolo e il lobo medio delle squame mai patente ma neanche appressato, non sono caratteri sufficienti. Egli ne descrive anche l'areale: "*In arenosis nemoribus elatioribus ac septentrionalibus; Etna sopra Linguagrossa, Maletto, e Randaꝛꝛo inter Fagos.*"

G. Strobl (1880) conferma il binomio specifico *Betula aetnensis*, precisando che la pianta trovasi nella regione più elevata dei boschi, specialmente sui versanti Ovest, Nord e NordEst, tra 4500' e 6500' molto frequente, principalmente su suolo sciolto. Tornabene (Flora Aetnea 1891), invece, non distingue la betulla dell'Etna dalla *B. alba* L. (= *B. pendula* Roth.) e ne conferma la presenza nella zona di Maletto, Linguaglossa e Randazzo.

Nella flora del Fiori (1973) e dello Zancheri (1976) è considerata "sub specie" *B. alba* L. subsp. *aetnensis* Raf., distinta dalla sottospecie *B. alba* L. subsp. *pendula* Roth. Questi autori individuano come caratteri distintivi la base della foglia sub cuoriforme e largamente cuneata, apice poco acuminato e denti brevi e ottusi.

In "*Flora d'Italia*" (S. Pignatti 1982) l'autore le attribuisce nuovamente il rango di specie. Oltre che per la base delle foglie cuoriforme e largamente cuneata e l'apice poco acuminato, la distingue dalla *B. pendula*, per il margine della foglia con doppia dentatura e assenza di peli e ghiandole su ambedue le facce. L'autore, inoltre, riprende il carattere delle squame patenti descritto da Presl e Gussone.

Lo stesso Pignatti ribadisce, l'incertezza dell'appartenenza della betulla dell'Etna al rango di specie, però sostiene che, nonostante le differenze morfologiche con la *B. pendula* siano molto tenui, bisogna tenere in considerazione il fatto che le due specie presentano un'ecologia molto diversa e areali ampiamente disgiunti (Pignatti, 1998).

L'ultimo riferimento nomenclaturale per l'Italia ( "An annotated Checklist of the Italian Vascular Flora" F Conti, G. Abbate, A. Alessandrini, C. Blasi, 2005) la definisce come *B. aetnensis* Raf. riportando nelle note che trattasi di entità dubbia che necessita di ulteriori approfondimenti.

Su tali problemi di tipo tassonomico si colloca il lavoro di Biondi e Baldoni (1984) che ha come scopo principale la descrizione del legno di *B. aetnensis* in rapporto a quello di *B. pendula*. Dall'analisi anatomica e morfologica del legno, gli autori riscontrano la presenza nella betulla dell'Etna, anche se in bassa percentuale, di vasi con perforazioni semplici insieme ad altri con perforazioni scalariformi. Inoltre, l'analisi morfogenetica del legno mette in evidenza valori medi delle dimensioni trasversali e longitudinali dei vasi e delle fibre inferiori e quelli di *B. pendula*; il legno sembrerebbe così formato da vasi più piccoli e da raggi più corti e più fitti. Gli autori sostengono che queste caratteristiche indicherebbero una maggiore evoluzione della *B. aetnensis* rispetto a *B. pendula*.

Ad oggi non sono state effettuate ulteriori indagini sulla effettiva collocazione sistematica di questi popolamenti e sull'effettivo livello di speciazione.

Per quanto riguarda la distribuzione sul territorio etneo informazioni più dettagliate sono date da Speranza (1960), che ne descrive così l'areale: "*La betulla, insieme al faggio ed al pino*

laricio è l'essenza forestale che si spinge più in alto sull'Etna. Essa perciò costituisce, tal volta, il limite superiore della vegetazione arborea. Questa pianta s'incontra sporadicamente poco oltre i 1300m; infatti i primi esemplari si trovano nel bosco della Cubania, sopra Fornazzo, intorno ai 1330m. Al di là dei 1400m essa è più frequente, si associa alle varie essenze ed in particolare ai boschi di pino laricio. Sul versante orientale le betulle arrivano, sotto forma di cespuglio, sino a 1850-1950 m.

.....Dalla serra delle Concazze il limite della betulla si dirige verso la metà del pendio (1850) del Monte Zappinazzo, risale i 2030 m verso il Monte Frumento e raggiunge i 2050 m alla Timpa Rossa, oltre Monte Nero. Da qui il limite è interrotto dalle colate laviche. Essa riappare al di là del Monte Maletto, dove le betulle arrivano a 1860, m; nel vallone di Cannizzola alcuni esemplari isolati toccano i 2000 m. Più oltre, sopra Monte Guardinazzi, le betulle raggiungono i 1960 m, per risalire più in alto di Monte scavo nuovamente ai 2000 m. Da tale quota il limite si abbassa sino al monte Vituddi, al di là del quale esse sono assai scarse e tendono a scomparire.

.....Concludendo, le betulle raggiungono la massima altitudine sul versante settentrionale (2050 m. alla Timpa Rossa), si spingono ai 2000 m. su quello occidentale, mentre, ad oriente toccano quote più basse.”

Alquanto poveri sono gli studi dedicati all'ecologia della betulla dell'Etna e dei suoi popolamenti. E. Poli in “La vegetazione altomontana dell'Etna” (1965) analizza le comunità dell'*Astragaletum siculi* che penetrano nel betuletto. Mette in evidenza i rapporti che l'astragaleto contrae con il betuletto, mostrando il prevalere di quest'ultimo nella fascia più vicina alle foreste e dell'astragaleto nella porzione più elevata. Inoltre, da questo studio, emerge il carattere pioniero dei boschi a betulla dell'Etna e la loro funzione preparatrice di formazioni boschive più mature.

Attualmente tutto il territorio ove è presente la *B. aetnensis* ricade all'interno dell'area protetta del Parco Naturale dell'Etna, quasi interamente nella zona A di parco. Inoltre trovati in siti SIC che interessano la parte più elevata del territorio etneo.

Un recente studio di Tamburino-Sidoti-Granata (2005), ha messo in correlazione l'elevata moria di betulle con la presenza di un fungo patogeno, *Heterobasidion sp.* (Fig. 5), che provoca la necrosi dell'apparato radicale; in particolar modo dove essa si mescola col pino.

Studi recenti, ancora inediti, rivelano la presenza di un altro fungo patogeno, *Armillaria sp.* (Fig. 6). Fungo che generalmente nei boschi si comporta da parassita di debolezza attaccando piante indebolite da stress di varia natura (A. Matta,1996).





Fig. 5 - Corpo fruttifero di *Heterobasidion* sp. Su radice di *Betula aetnensis*.



Fig. 6 - Carpofori di *Armillaria* sp. Alla base di un fusto di *Betula aetnensis*

## II - IL TERRITORIO

### 2.1 Cenni geomorfologici del territorio etneo

L'Etna, con i suoi 3380 metri di altezza, rappresenta l'elemento morfologico dominante della costa ionica della Sicilia. La forma conica poco regolare del vulcano testimonia la complessità dei processi costruttivi e distruttivi che ne hanno caratterizzato la storia eruttiva. L'edificio vulcanico, che poggia su una base di argille, cominciò a formarsi circa 600.000 anni fa in mare, in un ampio golfo che nel Pleistocene (Quaternario recente) occupava l'area dove attualmente sorge il vulcano.

Tale base costituisce una grande piattaforma ellittica ed inclinata che dai 1000m discende fin quasi al livello del mare nella zona Catania-Acitrezza. L'asse maggiore di questa superficie ellittica, diretto da Nord-NordOvest a Sud Sud-Est per oltre 1570 Km<sup>2</sup>, costituisce la base su cui erge l'edificio vulcanico; costituito nel complesso da un insieme di diversi vulcani. Trattasi di numerose unità vulcano-stratigrafiche sovrapposte con diversi centri eruttivi e almeno due importanti edifici vulcanici denominati rispettivamente: *Trifoglietto s.l.* e *Mongibello*.

L'edificio vulcanico del Mongibello rappresenta l'attuale vulcano attivo, caratterizzato da due distinti periodi eruttivi: Mongibello antico, con attività a carattere prevalentemente esplosivo, e Mongibello recente, a carattere prevalentemente effusivo.

Per il susseguirsi delle eruzioni nel corso dei secoli il vulcano ha assunto una propria fisionomia, caratterizzato dalle colate laviche, che rendono frammentato il paesaggio vegetale, e gli innumerevoli conetti che cospargono i fianchi del vulcano. Elemento caratterizzante della fisionomia del vulcano è la valle del Bove, grande depressione, derivante dallo sprofondamento dell'edificio vulcanico Trifoglietto, che misura circa 6 Km di lunghezza e 5 di larghezza.

### 2.2 - Caratteri climatici

L'Etna è una montagna la cui altitudine è paragonabile a quella delle montagne alpine, malgrado ciò dai dati climatici e dai diagrammi ombrotermici si osserva che dal piano basale sino alle quote più alte mantiene un clima a carattere mediterraneo.

Dai diagrammi ombrotermici ricavati seguendo la metodologia di Bagnouls e Gausson (1957) e seguendo la classificazione adottata dagli stessi autori si rileva che all'aumentare

dell'altitudine il clima passa dal tipo termomediterraneo (xerotermico caldo) a quello mesomediterraneo nelle stazioni di media altitudine, sino a divenire oroxeroterico o xeroterico-freddo nelle zone più alte della montagna (fig. 7).

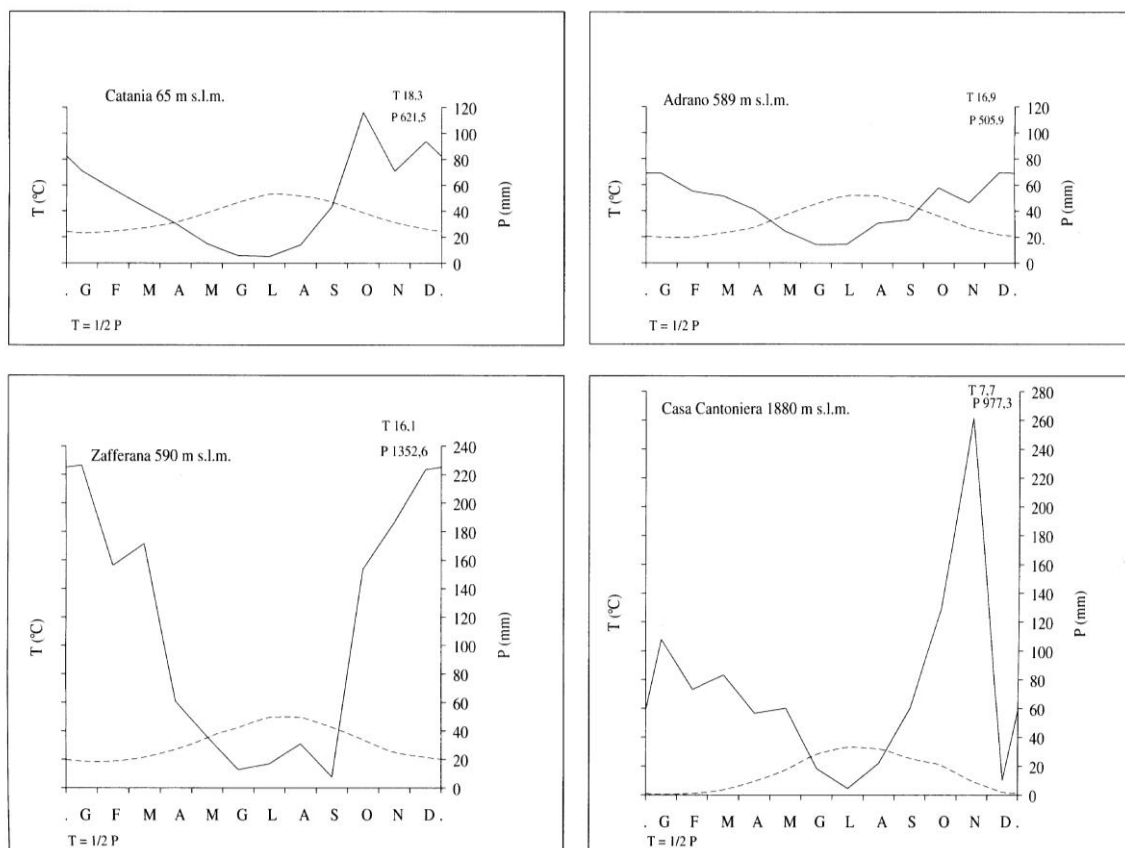


Fig. 7 - Diagrammi ombrotermici relativi ad alcune stazioni del territorio etneo (Poli et al., 2000).

Dall'analisi della temperatura e delle precipitazioni si osserva che le isoterme costruite sul cono vulcanico hanno una distribuzione piuttosto regolare, indicando un gradiente di temperatura al variare dell'altitudine e non influenzato dall'esposizione del versante, diversa è la situazione delle isoiete le quali tendono ad decorrere ad altitudini inferiori spostandoci sul versante occidentale. Si osserva, quindi, che ha parità di altitudine, le precipitazioni diminuiscono considerevolmente nel versante occidentale rispetto a quello orientale (Fig. 8).

Tali diversità climatiche si riflettono sulla vegetazione e sulla sua distribuzione lungo i fianchi del vulcano (Poli, 1965).



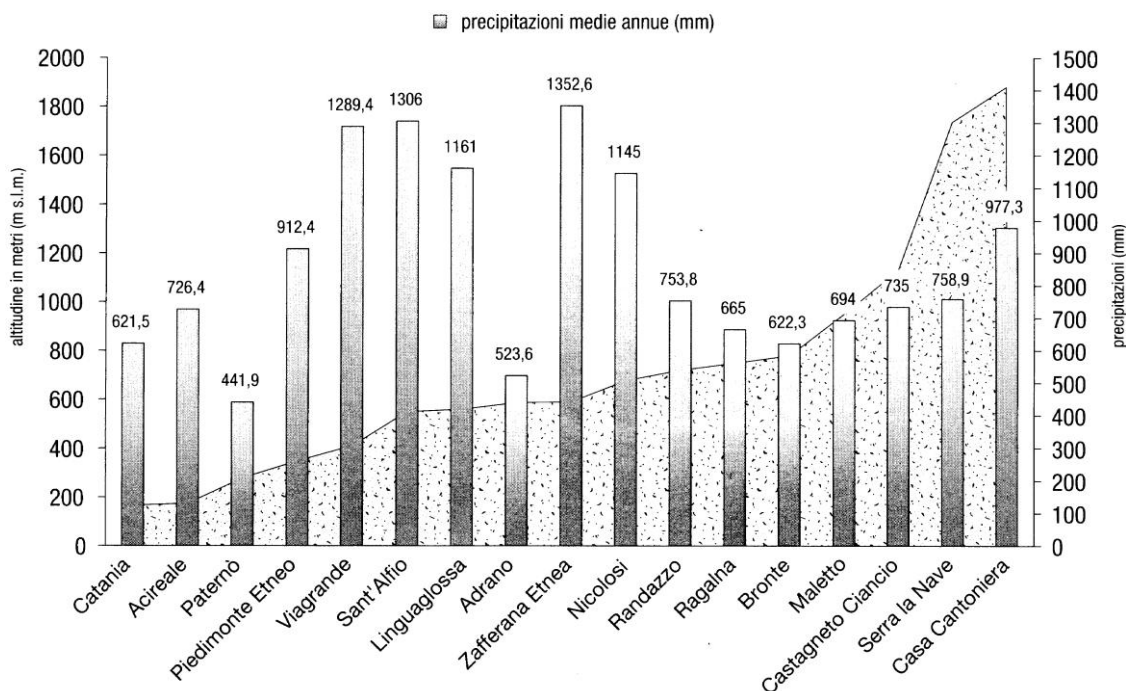


Fig. 8 - Quantità di precipitazioni medie annue nelle varie stazioni del territorio etneo (Poli et al., 2000).

L'area oggetto di studio coincide con quella occupata dai boschi a *B. aetnensis*. Gli unici dati climatici che riguardano questa fascia altitudinale sono quelli della ex Casa Cantoniera (1880 m s.l.m.), che era posizionata sul versante Sud. I dati si riferiscono agli anni 1935-1941 (Annali Idrologici) e 1952-1958 (Servizio Meteorologico dell'Aeronautica). Per poter caratterizzare in modo certo il clima a cui sono sottoposti i popolamenti di betulla sull'Etna sarebbe necessario disporre di dati forniti da una stazione climatica posta sullo stesso versante e alla stessa altitudine, in mancanza di ciò si fa riferimento agli unici presenti.

Il Clima della Casa Cantoniera, secondo la classificazione di Bagnouls e Gaussen (1957), è di tipo xeroterico, precipitazioni medie annue di 1250 mm. Dal diagramma ombrotermico (Fig. 7) si osserva che la curva della temperatura si mantiene sempre positiva, con media annuale di 7,4 °C, precipitazioni annue di 1250 mm e un periodo di aridità che si protrae per circa due mesi, coincidente con quello in cui le giornate sono più lunghe. Per definizione si tratta quindi di un clima di tipo mediterraneo (Poli, 1965).

Il periodo di aridità estivo così come appare dai dati termo pluviometrici è in realtà accentuato in quanto dovrebbero essere valutati anche i ricorrenti fenomeni di precipitazioni occulte che si verificano nei mesi estivi (Mercurio e Spampinato 2008). Secondo Brullo et al. (1996) i boschi di betulla del versante orientale ricadono in zone inquadabili nel bioclimate **supramediterraneo umido** (classificazione bioclimatica di Rivas Martinez, 1987; 1999), mentre quelli del versante occidentale nel bioclimate **supramediterraneo subumido inferiore**.

## 2.3 – Area di studio

L'area oggetto di studio coincide principalmente con quella occupata dai popolamenti a *Betula aetnensis* presenti sull'Etna (Fig. 9). Tali formazioni boschive occupano una fascia altitudinale compresa tra i 1550m e i 1900m ma con elementi isolati che raggiungono gli 850m di limite minimo, vicino Fornazzo (Milo, CT), e i 2110m di massimo, a monte di Rifugio Citelli e presso la Sciara del Follone (E. Poli, 1991).

Il bosco non è continuo in tutta la fascia altitudinale di pertinenza ma è localizzato nel versante orientale, con una formazione più ampia (Fig. 10), e sul versante occidentale con un bosco misto e frammentato.

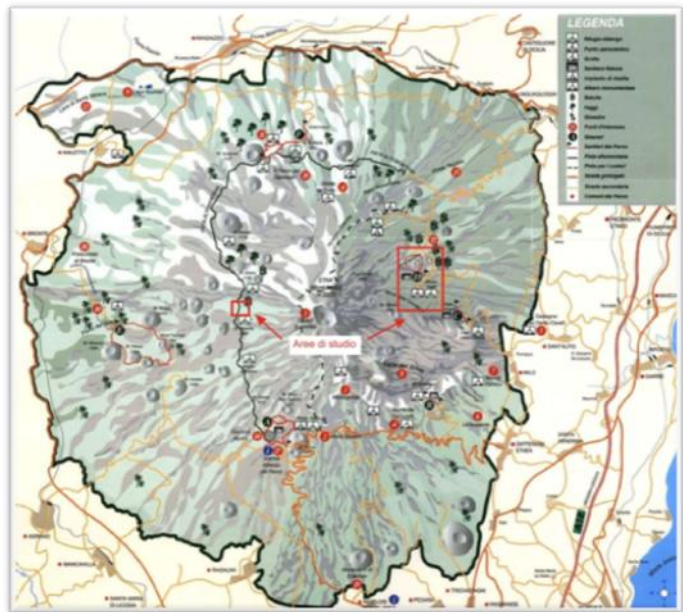


Fig. 9 - Territorio etneo.

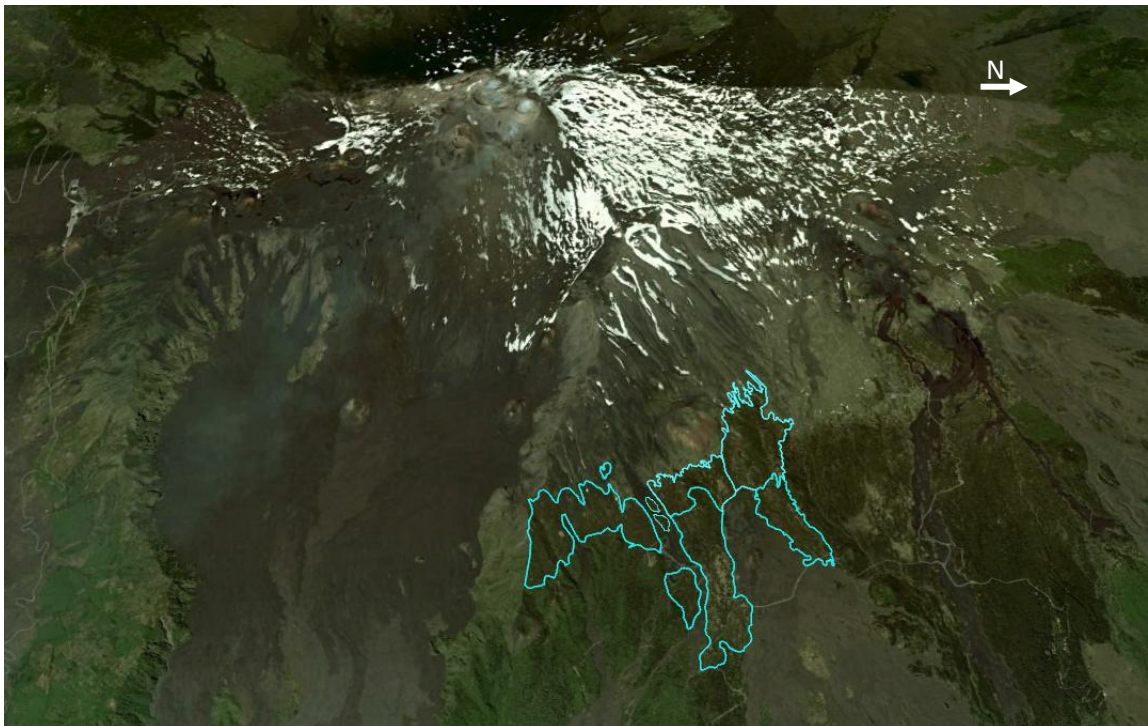


Fig. 10 - Foto satellitare del territorio etneo; in evidenza la distribuzione dei boschi di betulla sul versante nord orientale



Per rendere più chiara e immediata la localizzazione dei siti prescelti per le indagini, l'area del bosco di betulla del versante orientale è stata suddivisa in 6 zone (Fig. 11)

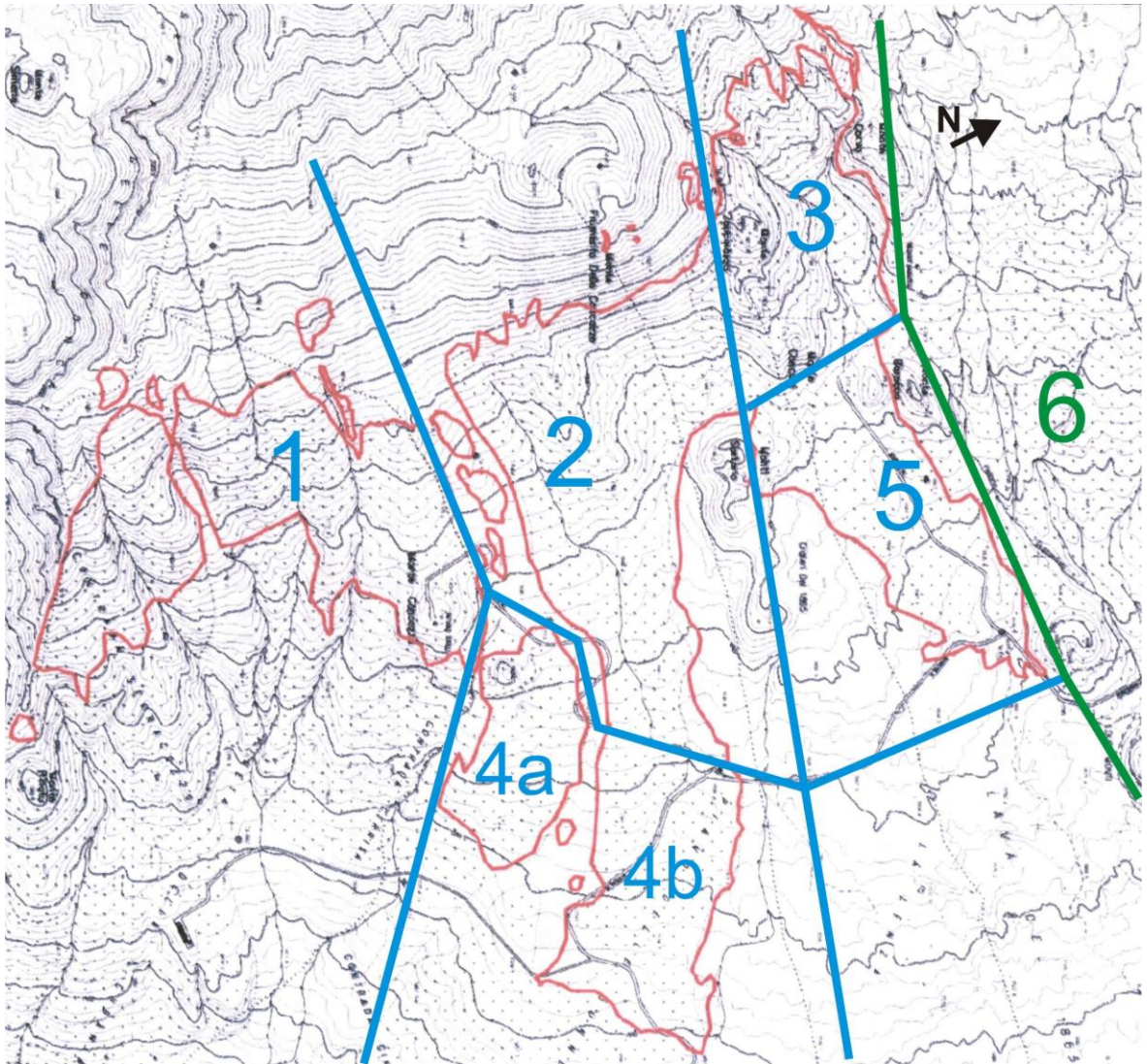


Fig. 11 - In rosso è tracciato l'areale della betulla sul versante nord orientale; in blu e in verde la suddivisione in zone dell'area di studio.

Per far ciò si è tenuto conto dei confini naturali del bosco, delle colate laviche e delle strade che lo attraversano. Nella tabella sottostante sono state descritte brevemente le suddette aree e le caratteristiche fisionomiche che le contraddistinguono.

ZONA 1	È naturalmente delineata a nord dalla colata lavica del 1928, a sud dalla valle del Bove (Serra delle Concazze), ad ovest dal limite superiore della vegetazione arborea e in basso, intorno ai 1750m s.l.m, da un bosco misto di pino, querce e faggio. Trattasi di un betuletto quasi del tutto puro che assume ben presto, salendo di quota, i connotati di una boscaglia bassa non più alta di 3 metri sino ad assumere l'aspetto cespuglioso e prostrato nel limite superiore.
ZONA 2	È delimitata, a nord e a sud, dalle colate del 1928 e del 1865, le pendici dei monti Zappinazzo e Conconi completano, in alto, il confine nord. In basso, il confine con la zona 4 è segnato dalla strada che congiunge la Provinciale Mareneve con il Rifugio Citelli. In questa zona il bosco di betulla risente della discreta presenza di pino laricio, meno presente ma frequente è il faggio, mentre in alcuni avvallamenti si riscontrano aggruppamenti a pioppo tremulo. Al di sopra dei monti Sartorius, sulle pendici di M. Frumento, il bosco di betulla diventa quasi puro.
ZONA 3	Bosco puro di betulla tra i monti Zappinazzo, Conconi e Corvo. In basso il confine con la zona 5 è dato dal sentiero presente alla base dei monti Conconi e Baracca. Il limite Nord è contrassegnato dall'inizio della pineta di Linguaglossa, dove le betulle lasciano il posto velocemente al pino laricio.
ZONA 4 a/b	Rappresenta la propaggine più bassa del bosco di betulla, raggiungendo i 1530 m s.l.m. . Il bosco di betulla risente della presenza del pino laricio e delle querce caducifoglie.
ZONA 5	Anch'essa delineata quasi naturalmente a sud e ad est dalla colata del 1865 mentre a nord il confine è dato dall'inizio del bosco di pino. È costituita da un bosco di betulla con abbondante presenza di pino laricio.
ZONA 6	Si trova fuori dal bosco di betulla, sul confine nord. Trattasi di un bosco quasi puro di pino laricio con presenza sparsa di betulla. Rappresenta un'area di passaggio dal bosco di betulla al bosco di pino.

Dal punto di vista geologico l'area del versante E-NE dell'Etna su cui crescono i popolamenti a betulla è interessata in parte da prodotti lavici e vulcano clastidici attribuibili all'attività effusiva ed esplosiva del centro eruttivo dell'ellittico, parte da colate laviche del Mongibello recente non databili a superficie degradata (Monaco et al. 2007). La continuità dell'area boschiva è interrotta da colate laviche ancora in fase di colonizzazione generate dalle eruzioni del 1979, del 1928 e del 1865 (Fig. 12a).





## 2.4 – Influsso antropico

Il territorio etneo, così come il resto della Sicilia, risente da millenni dell'utilizzo dell'ambiente naturale da parte dell'uomo.

Delle selve impenetrabili citate dai primi colonizzatori oggi, ne rimane solamente una piccola parte che per fortuna, in taluni casi, è tutelata rientrando all'interno di parchi o riserve. L'Etna, benché fortemente antropizzato e sfruttato dall'uomo, possiede degli ambienti naturali unici nel loro genere che dal 1987, con l'istituzione del Parco regionale dell'Etna, sono tutelati. I boschi di betulla rientrano nella zona A del parco. I principali fattori di disturbo che hanno influenzato ed in parte influenzano ancora oggi questi boschi sono il taglio, il pascolo, il turismo e la fruizione.

### Il taglio

Lo sfruttamento dei boschi dell'Etna per l'utilizzo del legname ha una lunga storia. Già i primi colonizzatori greci utilizzavano il legno proveniente dalle pinete a pino laricio per la costruzione delle loro navi. Sembra, inoltre, che i romani nel 270 a.c. praticarono un vero e proprio disboscamento del bosco Ragabo di Linguaglossa per ricavarne legna e resina per la costruzione delle loro flotte navali.

L'attività di taglio è stata, ed in parte è ancora, fondamentale per l'economia di alcuni paesi etnei. Piccoli nuclei abitativi come Fornazzo (Milo (CT)) nascono proprio in relazione all'attività economica del taglio dei boschi. Ad oggi si può affermare con una certa sicurezza che non vi sono superfici boschive che non siano state utilizzate dall'uomo.

Periodo devastante per i boschi dell'Etna fu l'inizio dell'800, essi furono in parte completamente distrutti per la messa in coltura e i restanti sfruttati oltre le proprie potenzialità. Ciò è dettagliatamente denunciato da Scuderi (1825-1827) nel suo *Trattato dei Boschi*, il quale sottolinea che i boschi residui furono fortemente impoveriti nella composizione specifica e alterati nella struttura. Per non pochi di essi cambiò addirittura la forma di governo: rigogliose fustaie furono convertite in cedui composti o semplici, tant'è che risulta molto difficoltosa la conduzione di studi rivolti alla loro identificazione fitosociologica (Hoffman, l.c.).

Anche i popolamenti a betulla sono stati per lungo tempo soggetti al taglio. Studi condotti sul legno della cappella palatina di Palermo (Sec. XII) mostrano che parte di esso è di betulla a testimonianza dell'attività di taglio già florida quel periodo (Romagnoli e al, 2007).

La gestione selvicolturale è stata basata sul taglio ceduo semplice con intervalli di circa 20 anni e da informazioni avute da gente del luogo sembra che l'ultimo intervento sia avvenuto nel 1982, a valle di Monte Concazze.

Con l'istituzione del Parco Naturale dell'Etna (1987) cessa ogni attività di taglio nei boschi a betulla rientranti pienamente all'interno della zona A del parco.

Il legno ricavato veniva utilizzato principalmente per farne carbone (in alcune zone del bosco sono ancora visibili le aree dove venivano allestite le carbonaie) e solo alcuni artigiani locali lo utilizzavano per farne piccole sculture o per la costruzione di sedie e tavoli.

Gli effetti di una lunga storia di taglio sono ben visibili nella struttura del bosco che oggi si presenta formato da vecchie ceppaie costituite da un numero elevato di fusti coetanei di diametro inferiore ai 30 cm. Gli unici tagli che sono stati realizzati dopo l'istituzione del parco rientrano in attività gestionali e riguardano un'area sperimentale in prossimità di M. Baracca. Qui è stato effettuato, circa 15 anni fa', un intervento da parte dell'Azienda Foreste tramite sfoltimento delle ceppaie. Queste oggi si presentano costituite da numerosi polloni giovani accerchianti la matricina risparmiata dal taglio.

Gli effetti della passata attività di ceduzione hanno avuto su queste formazioni sia effetti negativi che positivi.

### Il pascolo

Un'altra attività che si protrae da secoli e che ancora oggi continua a persistere, malgrado ci troviamo all'interno di una RNI, è il pascolo.

Tutta l'area del betulleto è sottoposta al pascolo ovino che durante il periodo estivo viene portato alle quote più alte del vulcano per nutrirsi dell'astragalo e del romice dell'Etna. Questi animali non si nutrono solamente di queste essenze ma appetiscono anche i giovani germogli dei rami bassi della betulla e le giovani plantule.

## III – MATERIALI E METODI

### 3.1 Analisi floristica

Nell'ambito della nostra ricerca è stata analizzata la flora vascolare riscontrata nelle indagini di campo all'interno, ai margini e nelle radure delle formazioni boschive a *B. aetnensis*.

I campioni raccolti sono stati determinati consultando le seguenti flore:

- “Flora des Etna” Strobl G. 1880
- “Flora Aetnea” Tornabene F. 1891
- “Nuova Flora Analitica d'Italia” Fiori A. 1973
- “Flora d'Italia” Pignatti S. 1982

L'elenco delle entità rinvenute è stato redatto tenendo conto degli aggiornamenti nomenclaturali secondo la “Check-list of the Vascular Flora” (Conti et al., 2005).

Di ciascuna entità vengono riportate le seguenti informazioni: forma biologica e di crescita, tipo corologico, indici ecologici di Ellenberg-Pignatti (Pignatti, 2005), frequenza (nell'ambito del betulleto), range altitudinale per l'Etna (tratti da Strobl, 1880; Poli, 1964, 1991), breve descrizione dell'habitat.

#### Forma biologica e di crescita (Raunkiaer, 1934)

Le forme biologiche (tratte da Pignatti, 1982) delle specie rinvenute nell'area studiata sono le seguenti:

- terofita (T): pianta i cui soli organi vitali perduranti durante la stagione avversa sono i semi;
- geofita (G): pianta erbacea perenne, che nella stagione avversa sopravvive grazie al permanere dei soli organi sotterranei (bulbi, rizomi, tuberi);
- emicriptofita (H): pianta erbacea perenne o bienne, che nel periodo avverso sopravvive grazie al permanere di gemme al livello del suolo, spesso riparate da resti essiccati;
- camefita (Ch); suffrutice le cui innovazioni annuali si dipartono da rami legnosi posti immediatamente a non più di 5 dm dal suolo;



- fanerofita (P): pianta legnosa le cui innovazioni annuali si dipartono da rami posti a più di un metro dal suolo.

-

Le forme di crescita (tratte da Pignatti, 1982) delle specie rinvenute nell'area studiata sono le seguenti:

- scaposa (scap): pianta con un singolo fusto ortotropo, cioè con portamento eretto o suberetto, eventualmente ramificato nella sua metà superiore;
- cespitosa (caesp): pianta con più fusti ortotopi dipartenti dal medesimo apparato radicale o dalla metà inferiore di un fusto;
- reptante (rept): pianta con uno o più fusti plagiotropi, cioè con portamento appressato al suolo;
- rosulata (ros): pianta con una rosetta di foglie basali, da cui si dipartono uno o più scapi fiorali senza foglie;
- rizomatoso (rhiz): pianta con fusto plagiotropo ipogeo di forma allungata (rizoma), da cui si dipartono organi epigei annuali;
- bulbosa (bulb): pianta con fusto ipogeo estremamente raccorciato, solitamente a forma di disco o di breve cilindro ed interamente avvolto da segmenti fogliari ingrossati, da cui si dipartono organi epigei annuali.
- parassita (par): piante fornite di organi specifici per nutrirsi della linfa di altre piante.

### Tipo corologico

I tipi corologici (tratti da Pignatti, 1982) delle specie rinvenute nell'area di studio sono i seguenti:

- endemico: specie esistenti soltanto nell'ambito del territorio descritto. Le endemiche rinvenute nell'area studiata vengono suddivise in: endemiche etnee, endemiche sicule, endemiche sud Italia e Sicilia.
- stenomediterraneo: attribuito a specie esistenti soltanto attorno al bacino Mediterraneo (o parte di esso), in ambiti dove sia possibile la coltivazione dell'ulivo;
- mediterraneo montano: attribuito a specie esistenti soltanto attorno al bacino del Mediterraneo, in ambiti montani;

- eurimediterraneo: attribuito a specie con areale centrato sul Mediterraneo ma prolungantesi verso nord e verso est in ambiti ove sia possibile la coltivazione della vite;
- europeo; specie ad areale europeo o parte di esso;
- europeo-caucasico: specie ad areale Europeo e Caucasico;
- euroasiatico; specie diffuse nelle zone temperate del continente eurasiatico o parte di esso;
- atlantico: attribuito a specie con areale principalmente localizzato lungo le coste atlantiche;
- circumboreale: attribuito a specie diffuse nelle zone temperate dell'Europa, Nordamerica e Asia;
- paleotemperato: attribuito a specie diffuse in tutta la fascia temperata dell'Eurasia e dell'Africa;
- cosmopolita: specie presenti in tutto il mondo, senza lacune importanti.

#### Indici ecologici (Ellenberg, 1974, Ellenberg et al. 1992)

Per l'analisi floro-vegetazionale delle comunità del betulleto sono stati utilizzati gli indici ecologici di Ellenberg, completati da Pignatti (2005) per la flora italiana.

L'utilizzo degli indici ecologici applicati allo studio delle comunità vegetali riscontrate, ha permesso la caratterizzazione delle stesse attraverso la realizzazione di spettri ecologici ponderati.

Le abbreviazioni adottate per gli indici ecologici sono: luce (L), temperatura (T), continentalità climatica (C), umidità del suolo (U), acidità (R), fertilità (N).

#### Frequenza nel betulleto

Sul totale dei rilievi fitosociologici effettuati all'interno del betulleto è stata calcolata la frequenza relativa di ogni specie, intesa come presenza sul totale dei rilievi. I dati ottenuti sono stati suddivisi in sei categorie: molto comune (80-100%), comune (60-80%), poco comune (60-40%), sporadica (40-20%), rara (1-20%), assente.

Per ogni specie si è cercato di fornire, ove possibile, dati a carattere fitosociologico e una breve descrizione del relativo habitat, definito come l'insieme delle condizioni ambientali che ne permettono la vita e lo sviluppo.

## 3.2 Analisi della vegetazione

La vegetazione è stata analizzata utilizzando il metodo fitosociologico della scuola sigmatista di Zurigo-Montpellier (Braun-Blanquet, 1964) il più utilizzato nello studio della vegetazione in Europa.

Per stabilire la superficie minima su cui eseguire i singoli rilievi fitosociologici si è proceduto applicando il metodo della ricerca del minimo areale (Pirola, 1970), cioè mediante incremento progressivo della superficie rilevata. La superficie da rilevare è data dalla saturazione della curva di incremento costruita aggiungendo ad ogni incremento il numero di nuove specie riscontrate.

Nei rilievi è stata applicata la scala di abbondanza-dominanza di Braun-Blanquet (1928):

Braun-Blanquet	Copertura %	Valore centrale
+	<1	0,1 (convenzionale)
1	1-5	3
2	5-25	15
3	25-50	38
4	50-75	63
5	75-100	88

Tutti i rilievi effettuati sono stati riuniti in una tabella sulla quale sono state eseguite le elaborazioni per la classificazione delle comunità vegetali riscontrate.

### 3.2.1 Elaborazione dei dati

La tabella finale effettuata per il presente studio ha contato 164 colonne, corrispondenti ai rilievi realizzati, e 55 righe (una per ogni specie presente nei rilevamenti). I dati così riuniti sono stati inizialmente analizzati applicando il metodo sigmatista tradizionale. Successivamente i dati per aggiustamenti progressivi e per confronto con dati di letteratura sono stati organizzati in diverse tabelle che rappresentano i tipi vegetazioni individuati nel betulleto.

Al metodo classico di ordinamento è stata affiancata l'elaborazione dei dati con tecniche di analisi statistica multivariata. Tramite l'ausilio del software SynTax 2000 (Podani, 1997), è stato valutato il grado di similitudine tra i rilievi. La procedura è consistita nel calcolo della matrice di somiglianza fra tipi sulla funzione *similarity ratio* (Westoff & Van der Maarel, 1978), con l'applicazione dell'algoritmo del legame medio (UPGMA, Unweighted Pair Group

Method using Arithmetic Averages, Sokal 1958; Rohlf, 1963) sulla base del quale è stato costruito il dendrogramma.

I dati sono stati inoltre ordinati utilizzando l'analisi delle componenti principali (PCA) il cui scopo è quello di ordinare i dati in modo tale che elementi (rilievi) simili vengano raggruppati insieme mentre quelli dissimili allontanati. Gli assi (componenti) in cui vengono ordinati i rilievi in alcuni casi possono rivelare eventuali gradienti ambientali che ne giustificano la distribuzione nel sistema di assi cartesiano.

La rappresentazione simultanea, attraverso biplot euclideo, dell'ordinamento delle specie e dei rilievi ha permesso, inoltre, di ricavare ulteriori informazioni sulla caratterizzazione delle comunità riscontrate.

L'analisi statistica congiunta al metodo di ordinamento classico ha permesso di giungere all'elaborazione di tabelle descrittive dei diversi aspetti vegetazionali presenti nel betulleto.

Per ogni comunità vegetale riscontrata, è stata calcolata la frequenza relativa delle specie presenti, e i valori ottenuti sono stati ripartiti in cinque classi di presenza (I: 1-20%; II: 21-40%; III: 41-60%; IV 61-80%; V: 81-100%; Pirola, 1970).

Utilizzando la classe di presenza come fattore di ponderazione, per ogni comunità sono stati, quindi, elaborati gli spettri ecologici.

### 3.2.2 Tipizzazione delle fitocenosi

Per la individuazione delle comunità si è tenuto presente il concetto di “associazione”, definito da Braun-Blanquet (1915) come “*un aggruppamento vegetale più o meno stabile e in equilibrio con il mezzo ambiente, caratterizzato da una composizione floristica determinata, in cui certi elementi quasi esclusivi (specie caratteristiche) rivelano con la loro presenza un'ecologia particolare e autonoma.*”. Sirk (1936) aggiunge che il termine associazione deve essere utilizzato per unità vegetazionali caratterizzate principalmente da specie caratteristiche o differenziali, o almeno per unità aventi lo stesso valore sociologico.

Nel definire i tipi non è stato sempre possibile ricondurre le comunità vegetali a livello di associazione, per tale motivo viene utilizzato il termine *Aggruppamento*.

Braun-Blanquet nel (1964), col termine “Pflanzengesellschaft” o “Gesellschaft” (= *Aggruppamento*) identificava le comunità vegetali senza rango preciso. In generale il termine “Aggruppamento” è utilizzato per indicare unità sintassonomiche che, pur potendo essere ricondotte al rango di associazione o subassociazione, a causa delle poche informazioni in

possesso non è possibile inquadrare. In senso più restrittivo, come nel nostro caso, il termine può essere utilizzato per indicare quelle comunità scarsamente caratterizzate e/o costituite per lo più da entità a valenza ecologica piuttosto ampia per le quali, sebbene sia possibile in alcuni casi un inquadramento ai ranghi superiori, non lo è a livello di associazione (Poldini & Sbrulino, 2005).

### 3.2.3 Valutazione della diversità floristica

La diversità floristica delle diverse fitocenosi è stata valutata utilizzando i seguenti indici di diversità:

- Numero di specie: **S**
- Indice di Shannon-Wiener (1948): **H**;
- Indice di Simpson (1949): **1/D**;
- Indice di equitabilità di Pielou (1969): **J**.

In particolare per l'indice di Shannon Wiener (**H**) è stata utilizzata la formula:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \log P_i$$

dove  $P_i = n_i/N$ , in cui  $n_i$  rappresenta il valore di importanza della specie  $i$ -esima;  $N$  è il valore di importanza totale;  $S$  il numero totale di specie. Si precisa che il logaritmo è stato calcolato in base 10.

Per una maggiore possibilità di confronto dei valori degli indici di diversità, si è ritenuto opportuno calcolare l'indice di Simpson (**1/D**), secondo la seguente formula:

$$1/D = 1 / \sum_{i=1}^S (p_i)^2$$

I due indici esprimono la probabilità che due individui prelevati a caso da una comunità risultino appartenere alla stessa specie.

L'indice di Shannon non enfatizza il ruolo delle specie dominanti e conferisce un maggiore peso alle specie con presenza di valori intermedi ed all'omogeneità della distribuzione delle frequenze. Il valore teorico di massima diversità ( $H_{\max}$ ) si ha infatti quando tutte le specie rinvenute nell'ambito delle fitocenosi hanno uguale probabilità di essere rinvenute.

L'indice di Pielou, definito come rapporto tra  $H$  ed  $H_{\max}$ , esprime il grado di omogeneità col quale gli individui sono distribuiti nelle varie specie che compongono una

comunità. L'equitabilità ( $J$ ) tende a 1 quanto più gli organismi sono distribuiti uniformemente tra le specie. Tende a 0 quanto più alcune specie dominano numericamente sulle altre.

L'equitabilità di una fitocenosi è affiancato al numero di specie di cui una fitocenosi si compone, esprime una misura molto più accurata della biodiversità di quanto non lo faccia la sola informazione sul numero di specie.

Come parametro per valutare l'importanza delle specie che compongono le singole fitocenosi è stato preso in considerazione il grado di ricoprimento specifico (Pirola, 1970). In questo modo  $n_i$  è dato dal valore medio di copertura della specie  $i$ -esima, mentre  $N$  è dato dalla somma totale dei valori di copertura. Inoltre si è preferito considerare solo i valori dello strato arbustivo ed erbaceo, per evitare l'eccessiva influenza data dallo strato arboreo.

### 3.3 Indagini sulla rinnovazione naturale

Nella rinnovazione naturale i nuovi individui, com'è noto, si possono formare attraverso due diversi processi generativi: individui di origine agamica (polloni, Fig. 13) e individui da seme.

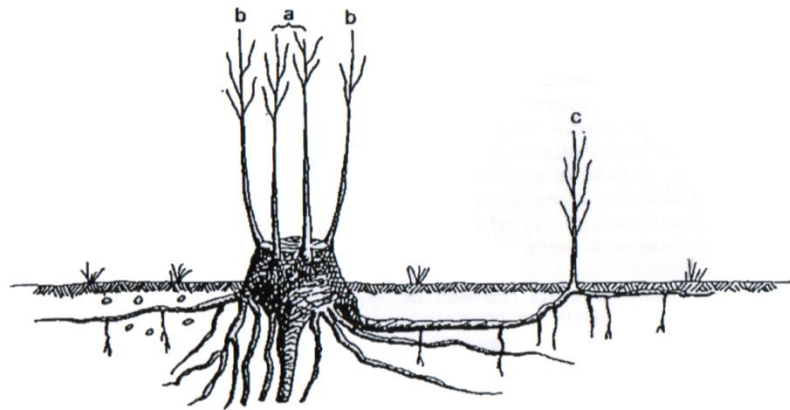


Fig.13 -. Schema esemplificativo dei diversi tipi di pollone: a) polloni veri; b) polloni falsi; c) polloni radicali. (tratto da Elementi di selvicoltura generale, M. Cappelli – 1978)

Per indagare sulla rinnovazione da seme del betulleto e sulla capacità della betulla dell'Etna di colonizzare nuove aree si è proceduto attraverso:

- rilievo fitosociologico;
- analisi di aree campione;
- osservazioni in campo.

In tutto l'areale del betulleto sono stati realizzati 164 rilievi fitosociologici. Per ciascuno, oltre che i dati stazionali e quelli riguardanti la comunità vegetale, sono state rilevate le giovani plantule da seme presenti (piante da seme al di sotto di 150 cm di altezza).

Nelle stazioni ove erano presenti plantule di betulla sono stati ricavati: le caratteristiche del sito e del luogo di germinazione e le caratteristiche delle plantule di betulla individuate con indicazione dell'altezza. L'indagine fitosociologica ha consentito di trarre informazioni sulla capacità dei semi di betulla di germinare e di svilupparsi all'interno del betulleto e nelle radure.

Per vagliare la capacità colonizzatrice della betulla in zone scoperte adiacenti al bosco, sono state individuate e delimitate alcune zone omogenee su cui poter realizzare aree di monitoraggio permanente (Fig 14- 15).

All'interno di esse è stata analizzata la comunità vegetale con censimento di tutte le specie arboree presenti indicando per ciascun individuo l'altezza e la collocazione con restituzione grafica della relativa posizione.

	Località	Dimensione	Altitud. (m s.l.m)	Coordinate
Area 1	Zona 2 Colata del 1928	50m x 100m	1726	37° 46' 04" N 15° 03' 22" E
Area 2	Zona 2 Monti Sartorius	50m x 50m	1723	37° 46' 25" N 15° 03' 08" E
Area 3	Zona 5 Colata del 1865	40m x 100m	1630	37° 46' 38" N 15° 03' 51" E
Area 4	Zona 6 Area incendiata	50m x 50m	1635	37° 47' 17" N 15° 03' 22" E

Fig. 14 - Schema delle aree di saggio censite



Fig. 15 -. Localizzazione delle aree censite.

Per disporre di informazioni riguardanti le condizioni ambientali che favoriscono la rinnovazione naturale sono state condotte in tutto l'areale del betulleto escursioni al fine di rilevare eventuali plantule di betulla .. Ad ogni ritrovamento sono stati raccolti i seguenti dati: posizione tramite GPS; dati stazionali (altitudine, inclinazione, esposizione, suolo, copertura); caratteristiche del sito;



### 3.4 Test di germinazione

Al fine di operare una caratterizzazione biologica ed ecologica della betulla dell'Etna è stata condotta in laboratorio in condizioni controllate un'indagine sperimentale sulla germinazione dei semi provenienti dalle formazioni boschive presenti sul versante Nord-Orientale dell'Etna.

I semi utilizzati per i test sono stati prelevati seguendo un metodo di raccolta che rendesse il campione il più rappresentativo possibile della popolazione. La superficie occupata dal bosco di betulla è stata suddivisa in 5 macro aree (vedi Fig. 11), all'interno di ognuna, in modo casuale, sono state scelte 10 piante su cui prelevare i semi.

I semi provenienti, quindi, da 50 piante diverse sono stati riuniti in un unico lotto che potesse essere rappresentativo della popolazione.

La raccolta è stata effettuata nei mesi di ottobre-novembre, periodo in cui gli strobili maturi, con le scaglie patenti, sono pronti per disgregarsi e lasciare cadere le nucule alate.

I semi appena raccolti sono stati conservati in barattoli di vetro (per un periodo inferiore a sei mesi) alla temperatura costante di 4°C, mentre una parte è stata conservata a temperatura ambiente per testarne la vitalità a cadenza periodica dalla data di raccolta.

I test di germinazione sono stati condotti ponendo i semi a germinare su capsule Petri allestite ponendo all'interno un leggero strato di cotone idrofilo sterile (onde mantenere costante l'apporto idrico prevenendo l'esuberanza di acqua e quindi la morte del seme) e un dischetto di carta bibula.

I diversi test eseguiti hanno consentito di evidenziare alcuni dei parametri ambientali necessari per ottenere una germinazione ottimale. I test realizzati sono i seguenti:

#### ► Stima del range di temperatura e optimum di germinazione

Conservazione dei semi: temp. cost. 4 °C, in barattolo di vetro per un massimo di 6 mesi.

Temperatura dei test: costante a 5 - 10 - 15 - 20 - 25 - 30 - 35 - 40 ± 1°C.

Fotoperiodo: L8/B16 (8 ore di luce e 16 di buio).

#### ► Effetti della luce

Conservazione dei semi: temp. cost. 4 °C, in barattolo di vetro per un massimo di 6 mesi.

Temperatura dei test: costante a 25 ± 1°C.

Fotoperiodo: B24

► **Effetti della vernalizzazione**

Conservazione dei semi: temp. cost. 4 °C, in barattolo di vetro per un massimo di 6 mesi.

Temperatura dei test: temp. cost. a 15, 25, 30 ± 1°C dopo 2 mesi di stratificazione a 4 °C.

Fotoperiodo: L8/B16

► **Effetti della vernalizzazione in assenza di luce**

Conservazione dei semi: temp. cost. 4 °C, in barattolo di vetro per un massimo di 6 mesi.

Temperatura dei test: temp. cost. a 25 ± 1°C dopo 2 mesi di stratificazione a 4 °C.

Fotoperiodo: B24

► **Effetti della scarificazione**

Conservazione dei semi: temp. cost. 4 °C, in barattolo di vetro per un massimo di 6 mesi.

Temperatura dei test: temp. cost. a 25 ± 1°C.

Fotoperiodo: B24

► **Test di vitalità**

Conservazione dei semi: test eseguiti su semi conservati a temp. ambiente per 1 mese, 2 mesi, 1 anno, 2 anni dalla data di raccolta.

Temperatura dei test: temp. cost. a 25 ± 1°C.

Fotoperiodo: L8/B16

► **Test di vitalità dopo vernalizzazione**

Conservazione dei semi: test eseguiti su semi conservati a temp. ambiente per 1 mese.

Temperatura dei test: temp. cost. a 25 ± 1°C.

Fotoperiodo: L8/B16

► **Test di vitalità semi estratti dal suolo**

Conservazione dei semi: semi prelevati direttamente dal suolo, nessuna conservazione.

Temperatura dei test: temp. cost. a 25 ± 1°C.

Fotoperiodo: L8/B16

I campioni di suolo per l'estrazione dei semi sono stati prelevati all'interno delle 5 macroaree prescelte in corrispondenza sia del bosco che delle radure. Per ogni stazione è stato prelevato lo strato superficiale di suolo per una superficie di 30 cm x 30cm. Due campioni sono stati prelevati nel mese di marzo (uno per le radure e uno per il bosco) e due sono stati prelevati con la stessa modalità nel mese di luglio.

### ► Test di germinabilità su suolo del betulleto

Conservazione dei semi: temp. cost. 4 °C, in barattolo di vetro per un massimo di 6 mesi.

Temperatura dei test: temp. cost. a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Fotoperiodo: L8/B16

Per ogni test sono state realizzate quattro ripetizioni da 100 semi ciascuna e ognuno è stato ripetuto due volte, per un totale di 8 ripetizioni.

I dati ottenuti sono stati utilizzati per calcolare: la percentuale di germinazione, i tempi medi di germinazione (MTG) e i tempi medi di germinazione necessari per ottenere il 50% di semi germinati rispetto alla capacità germinativa del lotto il la velocità di germinazione (T50)..

Le percentuali di germinazione ottenute sono state sottoposte a test statistico del  $\chi^2$  con la correzione di Yates, al fine di valutare la significatività delle differenze riscontrate.

Il valore MTG è stato calcolato secondo il seguente algoritmo (Bewley e Black, 1986):

$$\text{MTG} = \frac{\sum(t \cdot x \cdot n)}{\sum n}$$

Dove  $t$  è il tempo, espresso in giorni, impiegato per germinare ed  $n$  è il numero dei semi germinati al tempo  $t$ .

La velocità di germinazione T50, calcolata in numero intero di giorni, corrisponde al tempo necessario per ottenere il 50% di semi germinati rispetto alla capacità germinativa del lotto. Tale valore si può calcolare per interpolazione lineare secondo la formula in Coolbear et al. (1980), leggermente modificata secondo la definizione fornita da Thanos et Doussi (1995):

$$T_{50} = \frac{[(\frac{N}{2} - N_1) - N_1] \cdot (T_2 - T_1)}{N_2 - N_1} - T_1$$

## IV – ESPOSIZIONE DEI DATI E RISULTATI

L'indagine condotta ha consentito di disporre di un certo numero di dati riguardanti vari aspetti del problema affrontato. Di seguito verranno esposti i risultati ottenuti riguardanti le comunità vegetali del betulleto, la florula in esso presente, la rinnovazione naturale e l'ecologia della germinazione.

### 4.1 Le comunità vegetali

L'analisi della vegetazione è stata compiuta attraverso 164 rilievi fitosociologici, effettuati prevalentemente all'interno del betulleto, con lo scopo di conoscere i diversi aspetti vegetazionali. Alcuni rilievi sono stati realizzati nelle radure e sulle colate laviche adiacenti al bosco onde poter evidenziare aspetti della serie dinamica di cui la betulla entra a far parte.

I dati organizzati in una matrice (specie x rilievi) inizialmente sono stati analizzati tramite il software SynTax 2000 (Podani, 1997), che ha permesso di valutare il grado di similitudine tra i rilievi. La procedura è consistita nel calcolo della matrice di somiglianza fra tipi sulla funzione *similarity ratio* (Westoff & Van der Maarel, 1978), con l'applicazione dell'algoritmo del legame medio (UPGMA, Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages, Sokal 1958; Rohlf, 1963) sulla base del quale è stato costruito il dendrogramma (Fig.16).

Sia il dendrogramma ottenuto sia la tabella grezza realizzata hanno messo in evidenza la presenza di diversi aspetti vegetazionali.

Dal punto di vista sintassonomico è stato possibile distinguere due gruppi di specie, uno appartenente alla vegetazione pulviniforme d'alta quota dell'Etna, l'altro ai boschi caducifogli dei *Quercio-Fagetea*.

La vegetazione d'alta quota è stata studiata e classificata da Poli (1965) e poi ripresa da Pignatti et al. (1980) i quali completano il quadro sintassonomico già delineato da Poli definendo l'ordine e la classe *Rumici-Astragaletalia siculi* e *Rumici-Astragaletea siculi*, già accennate nel precedente studio di Poli. Non essendo scopo del presente lavoro effettuare una valutazione critica dei vari inquadramenti sintassonomici della vegetazione d'alta quota, ci si limita a seguire lo schema fornito da Poli per associazioni e alleanza e completato da Pignatti et al. per ordine e classe. Per le specie dei *Quercio-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937 si è fatto riferimento a quelle note in letteratura (Mucina, 1997), mentre per l'ordine *Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933 si è fatto riferimento a Brullo (1999) e Ubaldi (2003).

Non potendo inquadrare in modo definito gli aspetti vegetazionali evidenziati all'interno del betulleto e non essendoci gli elementi per potervi riconoscere unità a livello di associazione, i diversi tipi, sotto elencati, sono stati descritti come *Aggruppamenti* (vedi par. 3.2.2):

- Aggrupp. a *Betula aetnensis* (Tab. 1)
- Aggrupp. a *Betula aetnensis* e *Astragalus siculus* (Tab. 2)
- Aggrupp. a *Betula aetnensis* e *Secale strictum* (Tab. 3)
- Aggrupp. a *Betula aetnensis* e *Calamagrostis epigejos* (Tab. 4)
- Aggrupp. a *Betula aetnensis* e *Fagus sylvatica* (Tab. 5)
- Aggrupp. a *Betula aetnensis* e *Populus tremula* (Tab. 6)
- Aggrupp. a *Betula aetnensis* e *Pinus laricio* (Tab. 7)
- Aggrupp. a *Betula aetnensis* e *Quercus congesta* (Tab. 8)
- Aggrupp. a *Betula aetnensis* e *Adenocarpus bivonii* (Tab. 9)

I rilievi effettuati nelle radure e sulle colate laviche adiacenti al betulleto hanno consentito di evidenziare le seguenti comunità:

- *Rumici-Anthemidetum aetnensis* fo. instabile nella fascia ad *Astragalus siculus* (Tab. 10)
- *Astragaletum siculi* aspetti pionieri (Tab. 11)
- *Astragaletum siculi* fo. altom. inf. facies a *Calamagrostis epigejos* (Tab. 12)
- *Astragaletum siculi* fo. altom. inf. facies a *Secale strictum* (Tab. 13)

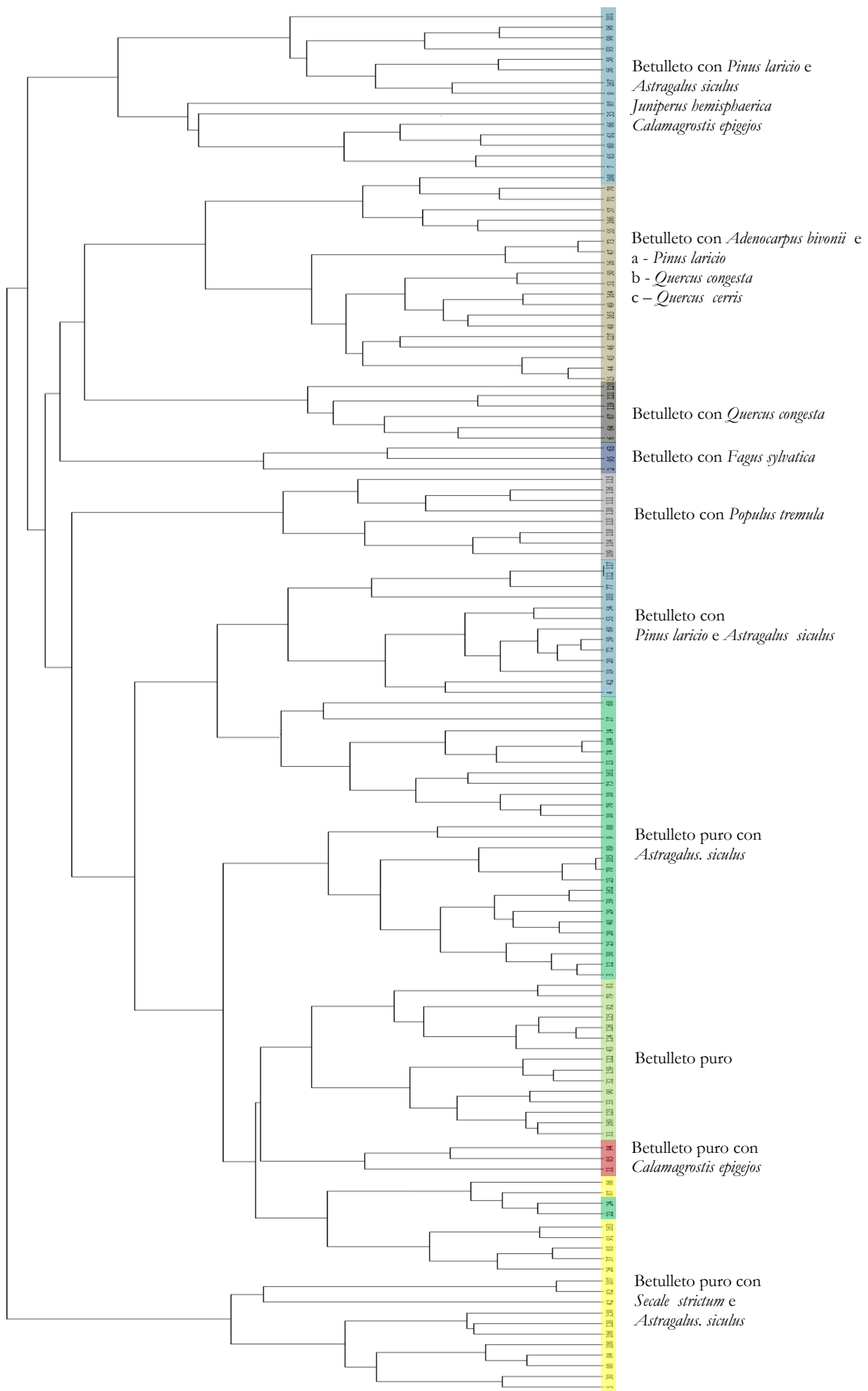


Fig. 16 – Dendrogramma dei rilievi effettuati nel betulleto.

### **Aggr. a *Betula aetnensis* – Tab. 1**

Bosco puro di betulla

Questo aggruppamento rappresenta un esempio di bosco in cui la betulla è l'unica specie arborea. Vi sono stati distinti due aspetti, uno delle quote più alte, che rappresenta la forma più comune, e uno delle quote più basse.

Forma d'alta quota (altid. media 1842,7 m s.l.m.). Tale formazione si rinviene nei tratti di betulleto d'alta quota, quasi al limite della vegetazione arborea, in una fascia altitudinale compresa tra i 1750 e i 1900 m (Tab. 1a - Fig. 17). Dal punto di vista floristico è alquanto povero. Vi sono presenti, infatti, tra 5 e 9 specie. Lo strato arboreo, costituito dalla sola betulla,



Fig. 17 - Betulleto puro d'alta quota.

presenta un livello medio di copertura dell'80%, che non permette alle specie della vegetazione d'alta quota di trovare un ambiente ottimale; d'altra parte l'altitudine risulta particolarmente elevata per le specie del piano dei boschi. La specie dominante lo strato erbaceo è la *Festuca circummediterranea* che, come si verifica anche negli altri aggruppamenti, è specie che ben si adatta a vivere all'interno del betulleto in tutti i suoi aspetti. Tra le specie presenti con frequenza elevata ma con basso valore di copertura, si ricordano l'*Astragalus siculus*, il *Tanacetum siculum*, la *Silene sicula* e il *Cerastium aeteneum*; tutte specie di ambienti aperti e frequenti nella vegetazione di alta montagna.

Forma di bassa quota (altid. media 1635,25 m s.l.m.).

Tale forma costituisce un esempio di betulleto puro delle quote più basse (Tab. 1b). Lo strato arboreo, con copertura media del 75%, è costituito anche qui dalla sola betulla ma allo strato erbaceo compaiono le giovani plantule di querce e di pino laricio. Il corteggio floristico, seppur povero (7-13 specie), si arricchisce di specie di ambienti boschivi a discapito di quelle della vegetazione d'alta quota. La specie dominante rimane la *Festuca circummediterranea*.

Considerando il corteggio floristico della forma d'alta quota (Tab. 1a) è difficile effettuare un inquadramento sintassonomico. Irrilevanti sono i valori assunti sia dalle specie

caratteristiche dei *Quercio-Fagetea* che dalle specie caratteristiche della vegetazione d'alta quota. Per quanto riguarda la forma di bassa quota (Tab 1b) vi sono elementi, seppur presenti con bassi valori di copertura, che ne fanno presumere l'appartenenza ai *Quercio-Fagetea*.

Tab. 1 Aggr. a *Betula aetnensis* (Bosco puro di betulla)

Rilievo n°	122	33	159	43	32	125	123	81	92	79	48	90	124	126	classe di presenza			
Località	A1	A2	A2	A2	A2	A1	A1	A2	A2	A2	A4b	A4	A4b	A4a				
Altitudine	1892	1855	1820	1860	1850	1928	1962	1730	1800	1730	1600	1700	1611	1630				
Inclinazione	40	60	50	50	60	30	45	20	5	10	5	-	20	15				
Esposizione	E	NE	NE	NE	NE	NNE	NE	N	N	N	E	-	N	E-NE				
Strato arboreo	copertura (%)	80	80	90	85	70	70	90	70	70	70	85	70	70		70		
	altezza (m)	4	7	9	8	9	7	4	12	10	10	12	12	10		12		
Strato arbustivo	copertura (%)	20	20	-	20	30	30	-	-	30	10	10	5	30		10		
	altezza (m)	1	1	-	1	1	1,5	-	-	1	1	1	1,5	0,8		0,8		
Strato erbaceo	copertura (%)	70	60	5	50	60	50	20	70	70	80	70	30	40		30		
	altezza (cm)	20	15	15	15	15	15	20	10	15	15	20	15	20		15		
Numero di specie	8	7	9	6	9	7	9	8	9	5	13	13	7	9				
<i>Betula aetnensis</i>	A	a										b				a	b	
	a	5,4	5,5	5,4	5,4	5,4	4,4	5,4	4,4	4,3	4,3	5,5	4,4	4,3		4,3	V	4
	e	2,1	2,2	.	2,2	3,2	3,3	.	.	3,2	2,1	1,2	+	3,3		1,1		
<b>Specie dei Quercetalia pubescenti-petraeae e dei Quercio Fagetea</b>																		
<i>Crepis leontodontoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	2,3	+	3,2	+	+	.	1,1	III	3		
<i>Quercus congesta</i>	e	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	-	3		
<i>Quercus cerris</i>	e	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	-	3		
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>laricio</i>	a	.	.	.	.	.	.	.	.	1,1	.	.	.	.	I	1		
	e	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	I	1		
<i>Cephalanthera longifolia</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	.	.	I	2		
<i>Cephalanthera rubra</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I	-		
<i>Fagus sylvatica</i>	e	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	-	1		
<b>Altre specie</b>																		
<i>Festuca circummediterranea</i>	.	4,4	3,2	2,3	4,3	3,3	3,3	2,1	4,4	4,3	4,4	4,4	3,3	2,2	2,2	V	4	
<i>Galium aetnicum</i>	.	.	2,3	+	2,3	.	1,2	1,2	1,2	2,3	2,2	1,3	.	.	.	IV	1	
<i>Astragalus siculus</i>	.	+	+	+	+	.	+	+	+	.	.	+	+	.	.	IV	2	
<i>Tanacetum siculum</i>	.	.	+	+	+	+	.	+	+	+	.	+	.	.	.	IV	1	
<i>Cerastium tomentosum</i> var. <i>aetneum</i>	.	1,2	2,2	1,1	.	1,2	.	1,2	1,2	.	.	.	.	.	.	III	-	
<i>Silene italica</i> subsp. <i>sicula</i>	.	1,3	1,2	+	1,2	+	.	.	+	.	.	.	+	.	+	III	2	
<i>Secale strictum</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	III	-	
<i>Bellardiochloa variegata</i> subsp. <i>aetnensis</i>	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	III	-	
<i>Achillea ligustica</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	2,2	.	+	1,1	.	1,2	I	3	
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,2	.	+	.	.	+	I	2	
<i>Genista aetnensis</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1,1	I	2	
<i>Orobancha rapum-genistae</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I	1	
<i>Senecio squalidus</i> subsp. <i>aetnensis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	-	
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,1	+	.	-	2	
<i>Pteridium aquilinum</i> subsp. <i>aquilinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,2	.	2,2	.	-	2	
<i>Petrorhagia saxifraga</i> subsp. <i>gasparinii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,2	-	1	
<i>Centaurea parlatoris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	-	1	
<i>Adenocarpus commutatus</i> var. <i>bivonii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,2	.	.	.	-	1	



**Aggr. a *Betula aetnensis* e *Astragalus siculus* – Tab. 2**

Bosco puro di betulla con astragalo (altitud. media=1730m; range altid. dei rilievi 1550-1850)

Il betulleto puro in molte stazioni risente di una forte penetrazione degli elementi dell'*Astragaletum*. Lo strato arboreo presenta un grado di copertura inferiore rispetto all'aggruppamento precedente (copertura media 67%) tale da permettere all'astragalo di penetrarvi e di trovare un ambiente idoneo. Anche in questo caso il corteggio floristico è alquanto povero con numero medio di specie pari ad 8.

Le specie dominanti sono la *Festuca circummediterranea* e l'*Astragalus siculus* (Tab.2 - Fig. 18). Tra i pulvini di quest'ultimo e alla base delle ceppaie di betulla è possibile rinvenire specie frequenti nell'astragaletto quali *Galium aetnicum*, *Cerastium aetneum* e



Fig. 18 – Betulleto puro d'alta quota con astragalo.

*Silene sicula*. Queste, come nel caso precedente, tendono a scomparire nei rilievi effettuati alle quote più basse. Frequenti sono anche *Cephalanthera longifolia* e *Crepis leontodontoides* specie di ambienti forestali che ben si adattano all'ambiente del betulleto.

La presenza dell'astragalo accompagnato da alcuni elementi differenziali della forma altomontana inferiore è indice della penetrazione dell'*Astragaletum* all'interno del betulleto.

Dal punto di vista sintassonomico l'aggruppamento a *Betula aetnensis* e *Astragalus siculi* (Tab. 2), nonostante sia caratterizzato dalla presenza dell'astragalo, non è afferibile al *Rumici-Astragalion* per la mancanza delle specie caratteristiche di questa alleanza. La presenza di alcune specie appartenenti ai *Quercu-Fagetea* ne fa presumere l'appartenenza, anche se alcuni rilievi effettuati alle quote più alte si spogliano di tali elementi e la loro classificazione risulta alquanto difficoltosa.

Tab. 2. Aggr. a *Betula aetnensis* e *Astragalus siculus* ( bosco puro di betulla con astragalo)

Rilievo n°	Classe di presenza																																						
	17	29	89	28	41	104	75	24	40	12	3	23	9	88	25	13	76	10	74	105	162	38	39	78	161	68	14	22	62	18									
Località	A1	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A5	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A4b	A2	A2	A2	A2	A5	A5	A3	A2	A2	A2	A1	A4b	A2	A4a	A4								
Altitudine	1788	1844	1800	1833	1725	1670	1680	1765	1740	1680	1673	1775	1740	1800	1770	1670	1670	1670	1657	1720	1720	1712	1788	1768	1720	1800	1850	1550	1748	1640	1680								
Inclinazione	40	60	60	10	10	10	10	<5	5	5	10	20	10	50	30	10	5	15	5	60	-	10	30	60	30	35	5	45	20	20									
Esposizione	NNE	E	N	N	NE	N	E-NE		NE	N	NE	NE	N	SE	NE	E	S-SE	N-NE	N	-	N-NE	NE	N	E-NE	NNE	NE	NE	N-NE	N										
Strato arboreo	75	75	70	70	65	50	80	70	50	70	50	70	60	60	75	50	70	50	65	60	80	65	70	60	75	80	60	75	65	70									
Strato arbustivo	8	10	10	10	10	10	10	10	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	12	10	10	10	10	10	12	10								
Strato erbaceo	15	15	15	20	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15								
Numero di specie	6	7	4	10	8	7	6	9	9	7	7	7	10	10	10	12	6	7	8	5	9	7	8	6	8	11	12	13	10	10									
<i>Betula aetnensis</i>	5.4	5.3	4.3	4.4	4.3	3.3	5.4	4.4	4.3	3.3	4.4	4.4	4.3	4.3	5.4	3.2	4.3	4.3	4.3	4.3	5.4	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.4	3.3	5.4	4.3	4.3								
<i>Astragalus siculus</i>	3.3	1.2	1.1	1.2	2.2	2.2	2.2	1.2	1.2	1.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.2	2.2	2.1	1.2	2.2	1.2	2.2	1.2	2.2	2.2	2.2	1.2	2.2	1.1	2.2	2.2								
<i>Specie dei Quercetalia pubescenti-petraeae e dei Querceto-Fagetalia</i>	1.1	1.2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							
<i>Quercus congesta</i>																																							
<i>Crepis leontodontoides</i>																																							
<i>Cephalanthera longifolia</i>																																							
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>Laricio</i>																																							
<i>Quercus cerris</i>																																							
<i>Fagus sylvatica</i>																																							
<i>Cephalanthera rubra</i>																																							
<i>Clinopodium vulgare</i> subsp. <i>arundanum</i>																																							
<i>Rubus</i> sp. cf. <i>aetnicus</i>																																							
<b>altre specie</b>																																							
<i>Festuca circummediterranea</i>	4.4	2.2	3.3	3.3	4.3	4.3	4.4	4.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.4	3.2	2.2	4.4	4.3	3.2	4.3	3.3	4.3	3.3	4.3	3.3	4.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3		
<i>Gallium aetnicum</i>	2.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
<i>Achillea ligustica</i>																																							
<i>Silene italica</i> subsp. <i>sicula</i>																																							
<i>Cerastium tomentosum</i> var. <i>aetneum</i>	+	1.2	2.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1		
<i>Tanacetum siculum</i>																																							
<i>Secale strictum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Pteridium aquilinum</i> subsp. <i>aquilinum</i>																																							
<i>Genista aetnensis</i>																																							
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i>																																							
<i>Petrorhagia saxifraga</i> subsp. <i>gasparinii</i>																																							
<i>Belladichloa variegata</i> subsp. <i>aetnensis</i>																																							
<i>Orobanche rapum-genistae</i>																																							
<i>Senecio squallidus</i> subsp. <i>aetnensis</i>																																							
<i>Centaurea parlatoris</i>																																							
<i>Acinos alpinus</i> subsp. <i>meridionalis</i>																																							
<i>Chondrilla juncea</i>																																							

**Aggr. a *Betula aetnensis* e *Secale strictum* – Tab. 3**

Bosco puro di betulla con secale (altitudine media=1763m; range altid. dei rilievi 1670-1869)

La secale nel piano di alta montagna e nella parte superiore dei boschi di caducifoglie costituisce pascoli che hanno il ruolo di cenosi di sostituzione della vegetazione forestale (Siracusa, 1998). Nelle aree dove il betulleto è più aperto, in condizioni acclivi e con suoli sabbiosi poco strutturati, tale essenza riesce ad insediarsi caratterizzando una comunità delle aree scoperte con corteggio floristico povero (Tab. 3 - Fig. 19). Oltre la secale e la festuca le specie più frequenti sono *Astragalus siculus*, *Galium aetnicum* e *Tanacetum siculum*, specie frequenti nella vegetazione d'alta quota dei *Rumici-Astragalion*.

Tale aggruppamento, ponendosi alle quote più elevate e presentando un grado medio di copertura arborea del 65% che permette una maggiore penetrazione di luce, si arricchisce di specie della vegetazione pulviniforme d'alta quota. Le specie dei *Quercio-Fagetea* sono quasi del tutto assenti e l'unica presente, in modo sporadico e con grado di ricoprimento trascurabile, è *Crepis leontodontoides*.

Anche questo aggruppamento non è facilmente inquadrabile dal punto di vista sintassonomico. La quasi assenza di elementi caratterizzanti non permette di definirne l'appartenenza fitosociologica.

Gli aggruppamenti definiti come betulleto puro d'alta quota (Tab 1a, Tab 2, Tab 3) rappresentano aspetti del betulleto nelle quote più alte. Tali formazioni, a limite della vegetazione arborea si spogliano degli elementi propri del bosco e si arricchiscono di specie frequenti nella vegetazione d'alta quota.



Fig. 19 - Betulleto con secale.

Dal punto di vista del dinamismo è possibile ipotizzare che le formazioni presenti alle quote più elevate del betulleto costituiscano una formazione durevole determinata dall'altitudine elevata e dalla xericità edafica e climatica che non permettono l'insediamento di altre specie come il pino laricio e il faggio.

Tab. 3 Aggr. a *Betula aetnensis* e *Secale strictum* (Bosco di betulla con secale)

		30	42	108	5	106	158	91	107	31	82	80	27	160	34	36	84	26	86	87	128	83	37	163	52	Classe di presenza	
Rilievo n°		A2	A4	A2	A4a	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A5	A2	A2	A2	A3	A1	A2	A5	A5	A5	A4b	
Località		1750	1781	1800	1800	1730	1812	1800	1730	1800	1730	1730	1790	1810	1850	1819	1740	1780	1740	1670	1869	1730	1740	1700	1620		
Altitudine		60	5	45	10	25	30	50	25	50	20	20	50	45	50	20	10	40	30	15	40	10	<5	-	45		
Inclinazione		E-SE	E	S	N-NW	NW	ENE	S	N	E-SE	N	N-NW	E-SE	NE	NE	NE	E	E-SE	S	N-NE	E	N	NE	-	SE		
Esposizione		80	70	70	70	70	70	60	50	70	50	70	80	70	70	75	40	70	70	50	70	65	60	50	75		
Strato arboreo	copertura (%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	12		
	altezza (m)	10	20	15	10	10	10	10	10	10	5	10	10	5	10	40	5	20	20	20	40	20	20	5	30		
Strato arbustivo	copertura (%)	0.8	1	1	0.8	1	1.2	1	0.8	0.8	0.8	1	1	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.8	1.5	1	1	1.5	1		
	altezza (m)	30	50	60	70	70	40	60	80	50	80	70	50	50	30	40	70	60	80	20	70	60	70	60			
Strato erbaceo	copertura (%)	15	20	20	20	20	15	15	20	15	20	15	15	15	15	15	15	20	20	15	30	15	15	20			
	altezza (cm)	6	7	7	9	4	8	8	8	8	8	8	9	10	11	5	7	10	10	12	8	7	7	10	13		
Numero di specie		4.3	4.3	4.3	4.4	4.3	4.3	4.3	3.3	4.3	3.3	4.3	4.3	4.4	4.4	4.4	3.2	4.3	4.3	3.3	4.5	4.3	4.3	4.3	4.3		
<i>Betula aetnensis</i>	A	2.1	2.2	2.2	2.2	2.1	+	2.2	1.1	2.1	1.1	+	1.2	3.2	1.1	2.2	1.1	2.2	2.2	2.3	3.3	2.2	2.1	+	1.1	V	
	a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	e	2.2	2.3	3.3	3.3	2.2	2.3	2.3	4.4	2.1	4.4	3.3	2.1	1.3	2.2	2.2	4.3	1.2	1.2	2.2	1.2	1.3	2.3	2.3	2.2	V	
<i>Secale strictum</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<b>Specie dei Quercetalia pubescenti-petraeae e dei Quercus Fagetea</b>																											
<i>Crepis leontodontoides</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	
<i>Quercus congesta</i>	a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II	
	e	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II	
<i>Cephalanthera longifolia</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I	
<i>Fagus sylvatica</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I	
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>laricio</i>	a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I	
	e	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I	
<i>Rubus hirtus</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I	
<b>Altre specie</b>																											
<i>Festuca circummediterranea</i>		1.1	+	3.3	2.3	1.1	2.3	3.3	+	2.2	1.2	3.3	2.2	3.3	1.1	1.2	3.3	3.3	3.2	3.3	2.2	3.3	3.3	4.3	3.2	V	
<i>Astragalus siculus</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	
<i>Galium aetnicum</i>		1.2	+	2.3	2.3	+	+	+	+	2.3	2.3	1.3	2.3	1.2	2.3	1.3	2.3	1.3	2.3	2.3	1.1	2.3	1.1	1.1	1.1	IV	
<i>Tanacetum siculum</i>		1.1	+	2.2	2.2	+	+	+	+	2.2	1.2	2.2	1.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	
<i>Achillea ligustica</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	
<i>Silene italica</i> subsp. <i>sicula</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	
<i>Cerastium tomentosum</i> var. <i>aetneum</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II	
<i>Genista aetnensis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II	
<i>Bellardiachloa variegata</i> subsp. <i>aetnensis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II	
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I	
<i>Adenocarpus commutatus</i> var. <i>bivonii</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I	
<i>Carlina nebrodensis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I	
<i>Bromus tectorum</i> subsp. <i>tectorum</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I	
<i>Petrorhagia saxifraga</i> subsp. <i>gasparrinii</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I	
<i>Senecio squalidus</i> subsp. <i>aetnensis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I	
<i>Linaria purpurea</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I	

**Aggr. a *Betula aetnensis* e *Calamagrostis epigejos* – Tab. 4**

Bosco puro di betulla con *Calamagrostis epigejos* (altid. media=1720m; range altid. 1670-1750)

Tale aggruppamento (Tab. 4) rappresenta un aspetto del betulleto puro aperto in condizioni poco acclivi e su suoli più maturi rispetto all'aggruppamento caratterizzato dalla secale (Tab. 3)..

In queste condizioni *Calamagrostis epigejos* riesce a penetrare dalle radure adiacenti all'interno del betulleto. Nel complesso le specie presenti sono tipiche di ambienti aperti e alcune come *Galium*, *Tanacetum* sono frequenti nell'astragaleto. Anche in questo caso il corteggio floristico rende difficoltoso l'inquadramento sintassonomico di questo aspetto del betulleto.

**Tab. 4 Aggr. a *Betula aetnensis* e *Calamagrostis epigejos***

Rilievo n°		85	94	11
Località		MS	MS	MS
Altitudine		1740	1750	1670
Inclinazione		30	20	10
Esposizione		N	E-NE	NE
Strato arboreo	copertura (%)	70	70	70
	altezza (m)	10	10	10
Strato arbustivo	copertura (%)	-	<5	10
	altezza (m)	-	1	1
Strato erbaceo	copertura (%)	60	80	85
	altezza (cm)	15	15	15
Numero di specie		6	8	9
<i>Betula aetnensis</i> Raf.	A	4,4	4,4	4,4
	a	1,2	1,2	2,2
	e	+	.	+
<i>Calamagrostis epigejos</i>		3,3	3,3	3,2
<b>Altre specie</b>				
<i>Festuca circummediterranea</i>		3,3	3,3	3,4
<i>Pteridium aquilinum</i>		.	.	2,3
<i>Secale strictum</i>		.	2,2	.
<i>Silene italica</i> subsp. <i>sicula</i>		1,2	.	.
<i>Galium aetnicum</i>		1,2	2,3	+
<i>Astragalus siculus</i>		.	1,2	1,3
<i>Tanacetum siculum</i>		+	1,2	.
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i>		.	.	+
<i>Quercus congesta</i> e		.	.	+
<i>Cephalanthera longifolia</i>		.	+	.
<i>Crepis leontodontoides</i>		.	.	+



**Aggr. a *Betula aetnensis* e *Fagus sylvatica* – Tab. 5**

Bosco di betulla con faggio (altitudine media=1719m; range altid. dei rilievi 1650-1757)

Il faggio in tutto l'areale del betuletto è poco presente allo stato arboreo e solo sporadicamente determina delle formazioni boschive con la betulla (Tab. 5 - Fig. 20). L'aggruppamento della Tab. 5 presenta una copertura arborea maggiore rispetto ai precedenti e un corteggio floristico leggermente più ricco (9-14 specie).

Tra le specie dello strato erbaceo compaiono elementi appartenenti agli ambienti forestali quali *Lathyrus pratensis* e *Vicia cracca* var. *aetnensis* che in talune stazioni dominano lo strato erbaceo.

Dal punto di vista sintassonomico la vegetazione è da riferire ai *Quercus-Fagetea* anche se vi sono presenti alcuni elementi della vegetazione d'alta quota. La partecipazione di altre essenze arboree oltre al faggio nello strato arboreo (*Pinus laricio* e *Quercus congesta*) sta ad indicare che trattasi di un esempio di bosco dinamicamente più avanzato rispetto al betuletto puro.



Fig. 20 - Bosco di betulla con faggio. Nelle stazioni più fresche e con suolo più maturo il faggio riesce ad insediarsi formando piccoli nuclei misti con la betulla.

**Tab. 5 Aggr. a *Betula aetnensis* e *Fagus sylvatica***

Rilievo n°		2	95	63	
Località		A2	A2	A4b	
Altitudine		1757	1750	1650	
Inclinazione		35	20	20	
Esposizione		N	N-NE	E-NE	
Strato arboreo	copertura (%)	80	80	75	
	altezza (m)	12	10	12	
Strato arbustivo	copertura (%)	50	20	10	
	altezza (m)	0,80	1	1	
Strato erbaceo	copertura (%)	80	80	70	
	altezza (cm)	25	20	15	
Numero di specie		14	9	11	
<i>Betula aetnensis</i>		A	4,4	4,3	3,3
		a	+	1,1	+
		e	.	+	.
<b>Specie dei <i>Quercus Fagetea</i></b>					
<i>Fagus sylvatica</i>		A	2,3	2,2	2,1
		e	.	+	.
<i>Quercus congesta</i>		A	.	.	2,1
		a	.	.	+
		e	+	+	+
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>laricio</i>		A	2,1	.	.
		a	.	+	+
		e	+	+	+
<i>Crepis leontodontoides</i>			+	+	.
<i>Lathyrus pratense</i>			3,3	.	.
<i>Cephalanthera rubra</i>			+	.	.
<b>Altre specie</b>					
<i>Festuca circummediterranea</i>			2,2	3,3	4,3
<i>Vicia cracca</i>			3,4	3,3	+
<i>Achillea ligustica</i>			2,2	2,2	+
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i>			.	2,3	.
<i>Genista aetnensis</i>		a	3,3	.	.
<i>Secale strictum</i>			+	.	.
<i>Silene italica</i> subsp. <i>sicula</i>			.	.	1,2
<i>Astragalus siculus</i>			.	.	+
<i>Orobanche rapum-genistae</i>			1,2	.	.
<i>Pteridium aquilinum</i>			.	.	+
<i>Galium aetnicum</i>			+	.	1,3

**Aggr. a *Betula aetnensis* e *Populus tremula* – Tab. 6**

Bosco di betulla con Pioppo tremulo (altit. media=1818m; range altid. dei rilievi 1751-1830)

Il pioppo tremulo è una specie pioniera le cui formazioni sono spesso localizzate al limite o all'interno dei boschi di faggio. All'interno del betuletto si osservano piccoli aggruppamenti a pioppo tremulo relegati nei siti con maggiore umidità edafica. Il pioppo possiede una capacità di espandersi per via agamica più elevata rispetto alla betulla e i giovani polloni sono in grado di accrescersi anche in condizioni di poca luce e per tale motivo riesce a penetrare nel betuletto ove può costituire delle formazioni miste (bosco di betulla e pioppo). L'avanzamento del pioppo a danno della betulla viene frenato dalla minore capacità del pioppo di resistere ad elevata aridità. L'elevata copertura dello strato arbustivo, costituito dai polloni radicali, condizionano lo strato erbaceo che risulta alquanto povero.

La tipizzazione fitosociologica di questo aggruppamento è alquanto difficile per la mancanza di specie sintassonomicamente significative e l'elevata povertà floristica.

**Tab. 6 Aggr. a *Betula aetnensis* e *Populus tremula* (Bosco di betulla con pioppo tremulo)**

Rilievo n°	116	118	110	114	111	113	115	109	97	Classe di presenza	
Località	EW	EW	EW	EW	EW	EW	EW	EW	A2		
Altitudine	1830	1830	1830	1830	1830	1840	1820	1820	1751		
Inclinazione	20	30	15	30	30	40	65	60	60		
Esposizione	S	N	W-SW	N	S	W	W-SW	W-SW	E		
Strato arboreo	copertura (%)	75	75	70	75	85	75	75	75		
	altezza(m)	12	10	10	10	12	9	9	9		
Strato arbustivo	copertura (%)	80	30	70	30	80	30	30	40	50	
	altezza (m)	0,80	1	1	1	0,80	0,80	0,80	0,80	1	
Strato erbaceo	copertura (%)	20	10	20	10	20	30	30	30	50	
	altezza (cm)	20	20	15	20	20	15	20	20	20	
Numero di specie	5	4	8	5	6	6	5	4	11		
<i>Betula aetnensis</i>	A	4,3	4,3	4,3	4,3	5,4	4,3	4,3	4,4	4,3	V
	a	1,1	2,2	1,1	2,2	1,1	3,2	1,2	2,2	1,1	
	e	.	+	.	+	.	.	.	1,1	.	
<i>Populus tremula</i>	A	3,3	2,1	3,3	2,1	3,3	.	.	.	.	V
	a	5,4	2,2	4,3	1,1	5,4	1,1	2,2	2,2	3,3	
	e	1,1	.	1,1	.	1,1	.	1,2	2,2	.	
<b>Altre specie</b>											
<i>Festuca circummediterranea</i>		1,1	1,2	+	+	1,2	+	2,1		2,2	V
<i>Achillea ligustica</i>		2,2	.	1,2	.	2,2	.	1,2	+	2,2	IV
<i>Tanacetum siculum</i>		1,1	.	1,2	.	+	1,2	1,2	1,2	.	IV
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>laricio</i> A		.	.	.	1,1	2,1	2,1	.	.	.	II
<i>Calamagrostis epigejos</i>		.	.	+	.	.	.	.	.	1,1	II
<i>Rumex scutatus</i> fo. <i>aetnensis</i>		.	+	.	+	.	.	.	.	.	II
<i>Cephalanthera longifolia</i>		.	.	+	.	.	+	.	.	.	II
<i>Quercus congesta</i> A		.	.	.	.	.	.	.	.	2,1	I
<i>Genista aetnensis</i> a		.	.	.	.	.	.	.	.	2,2	I
<i>Crepis leontodontoides</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	2,3	I
<i>Pteridium aquilinum</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	1,2	I
<i>Vicia cracca</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	2,2	I

**Aggr. a *Betula aetnensis* e *Pinus laricio* – Tab. 7**

Bosco di betulla con Pino laricio (altitudine media=1686m; range altid. dei rilievi 1590-1850)

Il betulleto si estende in una fascia altitudinale che si sovrappone ampiamente con quella dei boschi di pino laricio anche se questi ultimi raggiungono quote inferiori.

Il pino essendo, quindi, nel suo optimum altitudinale, trova all'interno del betulleto un ambiente sufficientemente luminoso che ne permette l'insediamento. Per tale motivo in molti tratti si viene a formare un betulleto caratterizzato dalla presenza di pino laricio allo stato arboreo (Fig. 21-22).

Altre essenze arboree compaiono prevalentemente allo stadio di plantula; solo nelle stazioni delle quote più basse lo strato arboreo si arricchisce di querce caducifoglie.

Lo strato erbaceo rispetto ai casi precedenti presenta un numero medio di specie più elevato. Frequenti sono gli aspetti caratterizzati dalla dominanza nello strato erbaceo di determinati elementi come *Calamagrostis epigejos* e *Juniperus hemisphaerica*, specie frequenti anche all'interno delle pinete a pino laricio. In qualche stazione si ha la dominanza di *Pteridium aquilinum* specie indicatrice di un ambiente sottoposto a disturbo antropico. Nelle pinete, come evidenziato da Di Benedetto et al. (1963), il passaggio del fuoco favorisce il diffondersi della vegetazione dominata dalla felce aquilina. La presenza dell'astragalo insieme altre essenze della vegetazione d'alta quota è indice delle frequenti compenetrazioni di tale vegetazione favorita dall'influsso antropico.



Fig. 21 – Betulleto con pino laricio in veste invernale.



Dal punto di vista sintassonomico è da riferire ai *Querc-Fagetea*, le cui specie sono tuttavia scarsamente rappresentate.

La frequente presenza di plantule e in alcuni casi anche di piante adulte di *Quercus congesta* e *Quercus cerris*, insieme ad elementi sporadici dei *Quercetalia pubescenti-petraeae*, fa presupporre, in alcuni casi, una tendenza dinamica nella direzione dei boschi di querce caducifoglie.



Fig. 22 – Betulleto con elevata presenza di pino laricio nello strato arbustivo



**Aggr. a *Betula aetnensis* e *Quercus congesta* – Tab. 8**

Bosco di betulla con roverella (altitudine media=1593m; range altid. dei rilievi 1570-1660)

Alle quote più basse è facile riscontrare tratti del bosco di betulla caratterizzati dalla presenza di *Quercus congesta* nello strato arboreo. Gli aspetti più poveri di tali formazioni sono stati riportati nella tabella 8. Da essa si rileva che l'unica specie dominante lo strato erbaceo è l'onnipresente festuca; le altre specie partecipano con gradi di copertura modesti.

Anche in questo caso vi è la penetrazione di alcuni elementi della vegetazione d'alta quota e di ambienti aperti. Nel complesso, la presenza di un congruo numero di specie dei *Quercus-Fagetea* ne definisce l'appartenenza.

La presenza di querce nello strato arboreo può far presumere che trattasi di uno stadio dinamico che tende ad evolvere verso formazioni a *Quercus congesta* dei *Quercetalia pubescenti-petraeae*.

**Tab. 8 Aggr. a *Betula aetnensis* e *Quercus congesta* (Bosco di betulla con roverella)**

Rilievo n°		119	120	121	67	6	64	Classe di presenza
Località		A4b	A4b	A4b	A4b	A4a	A4a	
Altitudine		1570	1550	1550	1600	1660	1628	
Inclinazione		40	20	45	30	30	15	
Esposizione		NE	NNE	NE	N	NE	E	
Strato arboreo	copertura (%)	70	70	70	75	80	70	
	altezza (m)	10	8	10	10	10	10	
Strato arbustivo	copertura (%)	30	40	20	20	30	10	
	altezza (m)	0,50	1	1	1	0,80	1	
Strato erbaceo	copertura (%)	60	60	70	30	40	70	
	altezza (cm)	15	15	15	15	20	15	
Numero di specie		12	18	17	8	15	8	
<i>Betula aetnensis</i>	A	3,4	3,4	3,4	4,3	4,4	3,3	V
	a	2,3	2,3	2,3	1,1	1,1	1,1	
	e	.	.	.	+	.	.	
<b>Specie dei <i>Quercetalia pubescenti-petraeae</i> e dei <i>Quercus-Fagetea</i></b>								
<i>Quercus congesta</i>	A	2,1	2,1	2,2	2,1	2,1	2,1	V
	a	2,3	1,1	+	1,1	+	+	
	e	1,2	1,2	1,1	+	+	+	
<i>Cephalanthera longifolia</i>		+	+	+	+	+	.	V
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>laricio</i>	a	.	.	.	1,1	+	+	V
	e	+	.	+	+	+	+	
<i>Crepis leontodontoides</i>		.	1,1	+	.	+	.	III
<i>Quercus cerris</i>	a	.	.	.	.	+	.	II
	e	.	.	+	.	+	.	
<i>Rubus</i> sp. cfr. <i>aetnicus</i>		.	.	.	+	+	.	II
<i>Lathyrus pratense</i>		+	.	.	.	.	.	I
<b>Altre specie</b>								
<i>Festuca circummediterranea</i>		4,3	4,4	4,3	2,2	3,3	4,3	V
<i>Pteridium aquilinum</i>		+	1,1	1,1	+	+	+	V
<i>Achillea ligustica</i>		1,2	1,3	+	.	1,1	1,2	V
<i>Silene italica</i> subsp. <i>sicula</i>		.	+	+	.	1,1	1,3	IV
<i>Genista aetnensis</i>	a	1,1	1,1	.	.	1,1	.	III
	e	.	+	.	.	.	.	
<i>Astragalus siculus</i>		.	+	.	.	1,2	1,3	III
<i>Calamagrostis epigejos</i>		.	+	+	1,2	.	.	III
<i>Carlina nebrodensis</i>		+	+	+	.	.	.	III
<i>Sedum amplexicaule</i> subsp. <i>tenuifolium</i>		2,4	.	1,2	.	.	.	II
<i>Galium aetnicum</i>		.	.	1,3	.	2,2	.	II
<i>Centaurea parlatoris</i>		+	+	.	.	.	.	II
<i>Petrorhagia saxifraga</i> subsp. <i>gasparinii</i>		.	1,2	+	.	.	.	II
<i>Orobanche rapum-genistae</i>		.	+	.	.	+	.	II
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i>		.	.	.	.	+	.	I
<i>Dactylorhiza sambucina</i>		.	+	.	.	.	.	I
<i>Jasione montana</i>		.	.	.	.	+	.	I
<i>Adenocarpus commutatus</i> var. <i>bivonii</i>		.	+	.	.	.	.	I

**Aggr. a *Betula aetnensis* e *Adenocarpus bivonii* – Tab. 9**

Bosco di betulla con *Adenocarpus bivonii* (altit. media=1611m; range altid. dei rilievi 1530-1735)

In alcune stazioni, per lo più alle quote più basse, il betulieto è caratterizzato dall'abbondante presenza di *Adenocarpus commutatus* var. *bivonii*. Tale vegetazione è per lo più osservata in località "Piano delle Donne". L'abbondante presenza dell'adenocarpo sembra essere dovuta all'azione selettiva del pascolo ovino che mal gradisce questa specie.

Come per gli aggruppamenti di Tabella 7 e 8, sono frequenti specie degli ambienti aperti quali *Pteridium*, *Achillea* e *Calamagrostis*. La presenza di elementi dell'astragaleto è indice di un ambiente in cui il disturbo antropico ha favorito la penetrazione dell'astragaleto all'interno del bosco, mentre la presenza di specie differenziali della variante a *Genista aetnensis* è segno che ci troviamo in un ambiente a vocazione prettamente forestale (Poli, 1965).

**Tab. 9 Aggr. a *Betula aetnensis* e *Adenocarpus bivonii* (Bosco di betulla con *A. bivonii*)**

Rilievo n°	49	164	127	165	46	51	73	16	47	71	55	166	57	50	168	70	15	44	45	Classe di presenza	
Località	A4b	A4a	A4a	A4a	A4b	A4b	A4b	A4b	A4b	A4b	A4b	A2	A4b	A4b	A4b	A4b	A4b	A4b	A4b		A4b
Altitudine	1600	1598	1600	1530	1600	1626	1600	1570	1600	1600	1660	1735	1660	1600	1600	1560	1660	1600	1600	1600	
Inclinazione	20	15	35	10	30	5	30	10	30	5	5	30	5	20	10	5	5	15	15		
Esposizione	NE	N	S	E	N-NE	E-NE	E-NE	NE	E-NE	NE	N	E	E	N-NE	NE	NE	SE	NE	NE		
Strato arboreo	copertura (%)	70	60	70	75	50	75	40	75	75	65	50	70	65	80	75	65	80	50		
	altezza (m)	10	11	6	10	10	12	10	6	10	10	10	12	10	11	10	10	10	8		
Strato arbustivo	copertura (%)	30	10	20	15	30	10	15	30	15	15	30	30	70	20	40	10	90	15		
	altezza (m)	1	1,5	1	1,5	0,7	1	1	1	1	0,8	0,8	1	0,8	1	1,5	0,8	50	0,8		
Strato erbaceo	copertura (%)	70	80	60	70	60	70	90	60	90	80	60	70	50	80	30	90	20	90		
	altezza (cm)	10	30	20	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	40	20	15	20		
Numero di specie	11	12	9	13	13	13	11	11	10	7	10	14	11	12	17	8	13	11	11		
<i>Betula aetnensis</i>	A	4,4	4,4	4,5	5,4	3,3	4,3	4,3	3,3	4,3	4,3	3,2	4,3	4,3	4,2	4,3	4,3	4,4	3,3		
	a	2,2	1,1	2,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	2,2	1,1	2,2	.	2,2	2,2	1,1	1,1	2,1	1,2	V	
	e	+	.	+	+	.	+	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	+		
<i>Adenocarpus commutatus</i> var. <i>bivonii</i>		4,3	3,3	2,3	3,3	3,3	3,3	4,4	3,3	4,4	5,4	4,4	3,4	4,4	4,3	2,2	5,4	4,5	5,5	3,3	V
<b>Specie dei <i>Quercetalia pubescenti-petraeae</i> e dei <i>Quercu-Fagetea</i></b>																					
<i>Quercus congesta</i>	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
	a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,1	.	1,1	.	V
	e	1,1	+	+	+	+	+	1,1	+	1,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>laricio</i>	A	.	.	.	.	.	.	.	2,1	2,1	2,1	2,2	1,1	2,2	2,1	3,1	2,1	.	.	.	V
	a	+	+	.	+	1,1	1,1	.	+	1,1	2,2	2,1	1,1	+	1,1	.	+	.	.	.	
	e	.	+	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Quercus cerris</i>	A	.	.	.	.	.	.	2,1	2,1	1,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III
	a	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	e	.	.	.	.	.	.	+	1,1	+	.	+	.	+	.	+	.	.	1,1		
<i>Cephalanthera longifolia</i>		.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	II
<i>Crepis leontodontoides</i>		+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	II
<i>Rubus</i> sp. cfr. <i>aetnicus</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,2	.	+	.	.	.	+	.	.	I
<i>Rubus hirtus</i>		.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<b>Car. e diff. <i>Astragaletum siculi</i> fo. altom. inf.</b>																					
<i>Astragalus siculus</i>		+	.	1,3	+	+	1,2	.	+	.	1,3	.	.	.	1,3	.	+	+	+	1,3	IV
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i>		.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	2,3	.	+	.	.	II
<i>Acinos alpinus</i> subsp. <i>meridionalis</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<b>Var. a <i>Genista aetnensis</i></b>																					
<i>Genista aetnensis</i>	a	.	+	1,1	+	.	.	1,1	2,2	+	.	2,1	1,1	1,1	.	1,2	.	.	.	.	III
<i>Centaurea parlatoris</i>		.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	III
<b>Altre specie</b>																					
<i>Festuca circummediterranea</i>		3,2	2,2	3,4	3,3	3,3	2,2	3,3	3,2	4,4	.	1,1	2,2	+	2,2	3,4	.	2,2	2,2	2,2	V
<i>Pteridium aquilinum</i>		2,2	1,1	.	2,1	+	3,3	.	1,2	+	+	.	.	1,2	1,1	+	+	1,2	+	+	V
<i>Achillea ligustica</i>		1,1	1,1	.	+	+	.	1,2	1,2	1,2	.	.	.	1,1	.	+	+	+	+	+	IV
<i>Calamagrostis epigejos</i>		.	1,1	.	.	2,2	.	.	.	.	.	.	.	+	2,2	+	1,1	.	.	.	II
<i>Galium aetnicum</i>		+	+	1,2	1,1	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	II
<i>Silene italica</i> subsp. <i>sicula</i>		+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	II
<i>Secale strictum</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Orobanche rapum-genistae</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Carlina nebrodensis</i>		.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Trifolium repens</i>		.	.	.	2,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Linaria purpurea</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Cerastium tomentosum</i> var. <i>aetnicum</i>		.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

Dal punto di vista sintassonomico l'aggruppamento di Tab. 9 apparterebbe ai *Quercetalia pubescenti-petraeae*, nonostante l'esiguo contingente di specie caratterizzanti.

Anche in questo caso la presenza di querce nei diversi stadi di sviluppo può far presumere che trattasi di uno stadio dinamico che tende ad evolvere verso formazioni a *Quercus congesta* dei *Quercetalia pubescenti-petraeae*.

Gli aggruppamenti delle tabelle 7 e 8 rappresentano gli stadi dinamicamente più evoluti del betulleto alle quote più basse. In queste stazioni il bosco tende ad evolvere verso la formazione di un Querceto a *Quercus congesta*.

L'aggruppamento di tabella 6 rappresenta la fascia di betulleto che si sovrappone con quella del pino laricio. Anche se nelle stazioni più basse tende ad evolvere verso il bosco di querce caducifoglie, nel complesso tale aggruppamento sembra dirigersi verso la formazione di un bosco misto con il pino laricio. Come mostrato in tabella 5 in alcune stazioni è possibile rinvenire formazioni a faggio, mostrando una potenziale evoluzione, nelle stazioni più fresche e con suolo profondo, verso il bosco di faggio.

A limite della vegetazione arborea, nelle stazioni in cui il pino laricio non arriva per limite altitudinale e il faggio non arriva per l'aridità edafica e climatica, la betulla costituisce un bosco puro in equilibrio dinamico con la vegetazione d'alta quota.

#### Comunità pioniera sulle colate laviche e vegetazione delle radure nell'ambito del betulleto

La betulla, nella serie dinamico-evolutiva che porta alla formazione del betulleto, compare già nelle prime comunità vegetali che colonizzano le lave. Sulle colate laviche adiacenti al betulleto è possibile osservare, tra la vegetazione pioniera, plantule ed arbusti di betulla che cercano di ricostruire il bosco distrutto dalla lava.

Al fine di comprendere meglio la serie dinamico-evolutiva della vegetazione a *Betula aetnensis* sono state analizzate le comunità vegetali che colonizzano le colate laviche che attraversano il betulleto e le comunità vegetali presenti nelle radure.



***Rumici-Anthemidetum aetnensis* Poli 1965 fo. inst. nella fascia ad *Astragalus* –Tab. 10**  
Aspetti di vegetazione pioniera sulle colate laviche.

Sulle colate laviche adiacenti al betulleto si rinvengono diversi aspetti di vegetazione pioniera. Nella Tab 10 viene riportato uno dei primi stadi di colonizzazione delle lave (Fig. 23). Dalla tabella si rileva che il corteggio floristico è molto povero e con bassi valori di copertura. Le specie più frequenti sono le endemiche *Rumex scutatus* fo. *aetnensis* e *Anthemis aetnensis* insieme alla *Saponaria sicula* e *Robertia taraxacoides*. Questo tipo di vegetazione si insedia su sabbie vulcaniche incoerenti. I suoli hanno profili di tipo A/C e tessitura sabbiosa (Poli, 1965).

Nella fascia “oromediterranea superiore”, tra i 2400 e i 3000 m s.l.m, questa vegetazione rappresenta una formazione stabile di tipo climacico (Poli, 1965; Pignatti et al., 1980). A quote più basse, come nell’area oggetto di studio, costituisce uno stadio nella serie dinamica di colonizzazione dei substrati incoerenti che evolve verso la vegetazione pulviniforme ad astragalo dell’Etna (Poli, 1965). All’interno di questa comunità vegetale è frequente la presenza di individui sparsi di betulla allo stadio erbaceo o di piccolo arbusto (ril 133, tab. 10; Fig.23 ). Dal punto di vista sintassonomico vi è stata riconosciuta la forma instabile del *Rumici-Anthemidetum aetnensis* nella fascia dell’*Astragalus siculus*. Come ipotizzato da Poli (1965) questo aggruppamento può evolvere verso aspetti pionieri dell’*Astragaletum siculi*, quindi verso la formazione di comunità boschive. La presenza della betulla sin dai primi stadi della serie dinamica è dimostrazione del carattere spiccatamente pioniero della betulla.



Fig. 23 - Colata lavica del 1928 che attraversa il betulleto. Primi stadi di colonizzazione; in rosso alcune piante di betulla.

**Tab. 10 - *Rumici-Anthemidetum aetnensis* Poli 1965  
fo. instabile nella fascia ad *Astragalus siculus***

Rilievo n°		133	138
Località		A2	A2
Altitudine		1715	1730
Inclinazione		15	10
Esposizione		NNE	NE
Strato arbustivo	copertura (%)	<5	-
	altezza (m)	0,40	-
Strato erbaceo	copertura (%)	30	20
	altezza (cm)	15	15
Numero di specie		8	8
<b>Car. del <i>Rumici-Anthemidetum aetnensis</i></b>			
<i>Anthemis aetnensis</i>		+	+
<b>Specie del <i>Rumici-Astragalion</i></b>			
<i>Rumex scutatus</i> fo. <i>aetnensis</i>		3,2	2,2
<i>Robertia taraxacoides</i>		+	+
<i>Astragalus siculus</i>			+
<i>Saponaria sicula</i>			+
<b>Altre specie</b>			
<i>Secale strictum</i>		1,1	1,1
<i>Scrophularia canina</i>		1,2	
<i>Festuca circummediterranea</i>		+	+
<i>Achillea ligustica</i>		+	
<i>Jasione montana</i>			+
<i>Betula aetnensis</i>	a	+	

***Astragaletum siculi* Poli 1965 aspetti pionieri delle stazioni meno elevate - Tab. 11**

Aspetti pionieri di colonizzazione delle lave

Stadi più maturi di colonizzazione delle colate laviche adiacenti al betulleto sono rappresentati da una vegetazione pulviniforme a dominanza di astragalo dell'Etna (*Astragalus siculus*). Le specie frequenti tra i pulvini dell'astragalo sono *Festuca*, *Achillea* e *Rumex*.

Dal punto di vista sintassonomico la vegetazione è da attribuire ad aspetti pionieri dell'*Astragaletum siculi*. Come ipotizzato da Poli (1965), tale comunità tende ad evolvere verso la forma altomontana inferiore dell'*Astragaletum siculi* var. a *Genista aetnensis* e quindi verso la formazione di comunità boschive.

Frequente, come nella comunità precedente, è la presenza di piante di betulla allo stadio erbaceo o di piccolo arbusto.

Si presume che in stadi più avanzati di tale comunità, quando la copertura vegetale dell'astragaleto diventa continua, le opportunità di insediamento della betulla tendono a diminuire, poiché la betulla difficilmente riesce ad insediarsi in aree in cui la copertura dello strato erbaceo è continua (Miles e Kinnaird 1979; Khoon e Gimingham 1984).



Fig. 24 - Aspetti pionieri dell'*Astragaletum siculi* sulla colata lavica adiacente al betulleto.





*Astragaletum siculi* Poli 1965 fo. altomont. inf. facies a *Calamagrostis epigejos* – Tab 12

Radure a *Calamagrostis epigejos* nel betulleto

Il bosco di betulla è spesso interrotto da ampie radure caratterizzate da una densa cotica erbosa a dominanza di graminacee (Fig 25). Nelle stazioni meno acclivi e su suoli meglio strutturati tali formazioni sono dominate da *Calamagrostis epigejos*.

Questa vegetazione si presume abbia il ruolo di cenosi di sostituzione della vegetazione forestale (Siracusa, 1998). Si tratta di una vegetazione di tipo secondario che si insedia nelle aree dove le attività antropiche, quali pascolo e incendi, impediscono il rinnovarsi delle cenosi forestali. È presumibile che uno dei fattori che abbia determinato la formazione di tali radure sia la cessata attività di taglio sulla betulla. Dopo circa 30 anni dagli ultimi interventi di taglio il betulleto è costituito da ceppaie coetanee invecchiate sensibili all'attacco di patogeni che ne determinano la moria diffusa (vedi par. 1.3). I vuoti lasciati dalle ceppaie morte vengono subito colonizzati da una vegetazione a prevalenza di graminacee cespitose come quella di tabella 12. Tale copertura erbacea e il pascolo ovino presente impediscono l'insediamento della betulla e di altre specie arboree.

Questa vegetazione (Tab. 12 - Fig. 25), già individuata da Poli (1965) che l'ha descritta come un aspetto della forma altomontana inferiore dell'astragaletto, qui viene indicata come *Astragaletum siculi* Poli 1965 fo. altomontana inferiore facies a *Calamagrostis epigejos*.

Tab. 12 - *Astragaletum siculi* Poli 1965 facies a *Calamagrostis epigejos*

Rilievo n°	130	140	132	139	141	Classe di presenza
Località	A2	A4a	A2	A4a	A4a	
Altitudine	1673	1598	1731	1589	1583	
Inclinazione	-	-	15	10	-	
Esposizione	-	-	NE	SE	-	
Strato erbaceo	copertura (%)					
	90	70	80	90	90	
	altezza (cm)					
	40	30	20	30	30	
Numero di specie	13	10	9	11	8	
<i>Calamagrostis epigejos</i>	5,4	3,3	3,3	5,5	5,5	5
<b>Car. dell'<i>Astragaletum siculi</i></b>						
<i>Astragalus siculus</i>	1,2	2,3	4,3	2,2	+	5
<b>Diff. della forma altom. inf.</b>						
<i>Erysimum bonannianum</i>	+	.	1,1	.	.	2
<i>Phleum hirsutum</i> subsp. <i>ambiguum</i>	1,1	.	.	+	.	2
<i>Berberis vulgaris</i> subsp. <i>aetnensis</i>	.	.	+	.	.	1
<b>Diff. var. a <i>Genista aetnensis</i></b>						
<i>Centaurea parlatoris</i>	.	1,1	.	1,1	1,1	3
<b>Specie del Rumici-Astragalion</b>						
<i>Senecio squalidus</i> subsp. <i>aetnensis</i>	.	1,1	.	.	.	1
<b>Altre specie</b>						
<i>Pteridium aquilinum</i>	.	3,2	1,2	+	1,1	4
<i>Silene italica</i> subsp. <i>sicula</i>	+	.	1,3	1,2	+	4
<i>Tragopogon crocifolius</i>	+	+	+	.	+	4
<i>Festuca circummediterranea</i>	2,2	2,1	2,2	.	.	3
<i>Tanacetum siculum</i>	3,2	.	.	+	+	3
<i>Chondrilla juncea</i>	+	.	.	+	+	3
<i>Achillea ligustica</i>	.	1,1	.	1,1	.	2
<i>Galium aetnicum</i>	2,3	.	+	.	.	2
<i>Secale strictum</i>	1,1	1,1	.	.	.	2
<i>Linaria purpurea</i>	+	.	.	+	.	2
<i>Cynosurus cristatus</i>	+	.	.	+	.	2
<i>Adenocarpus commutatus</i> var. <i>bivonii</i>	.	2,2	.	.	.	1



Fig. 25 - Ampia radura a *Calamagrostis epigejos* nel bosco di betulla dell'Etna. La densa e continua cotica erbosa impedisce lo sviluppo delle plantule di betulla.

*Astragaletum siculi* Poli 1965 fo. altomont. inf. facies a *Secale strictum* – Tab 13

Radure a secale nel betulleto

Nelle radure del betulleto sono anche frequenti formazioni a graminacee cespitose a dominanza di *Secale strictum* contenenti elementi dell'astragaletto (Fig. 26). È una comunità vegetale di tipo pioniero che si insedia su suoli sabbiosi e incoerenti originati da piroclastiti a granulometria fine. Come nel caso precedente (*Astragaletum siculi* facies a *Calamagrostis epigejos*; Tab. 12), le radure a *Secale strictum* hanno il ruolo di cenosi di sostituzione della vegetazione forestale. Si tratta di una vegetazione di tipi secondario che si insedia nelle aree dove il pascolo impedisce il rinnovarsi delle cenosi forestali.

Anche questa comunità è stata già descritta da Poli (1964) come uno degli aspetti della forma altomontana inferiore

dell'astragaletto, qui indicata come *Astragaletum siculi* Poli 1965 fo. altomontana inferiore facies a *Secale strictum*.

Tab. 13 - *Astragaletum siculi* Poli 1965 facies a *Secale Strictum*

Rilievo n°	129	131	144
Località	A2	A2	A2
Altitudine	1614	1655	1814
Inclinazione	10	-	45
Esposizione	ENE	-	NE
Strato erbaceo	copertura (%)	70	90
	altezza (cm)	25	40
Numero di specie	11	11	9
<i>Secale strictum</i>	3.3	3.3	2.3
<b>Car. e dif. dell'<i>Astragaletum siculi</i> fo. altom. Inf.</b>			
<i>Astragalus siculus</i>	4.4	4.4	3.3
<i>Phleum hirsutum</i> subsp. <i>ambiguum</i>			+
<b>Specie dei Rumici-Astragalion</b>			
<i>Saponaria sicula</i>	2.3		+
<i>Rumex scutatus</i> fo. <i>aetnensis</i>	+		+
<i>Anthemis aetnensis</i>	+		
<b>Altre specie</b>			
<i>Festuca circummediterranea</i>	1.1	2.2	
<i>Silene italica</i> subsp. <i>sicula</i>		1.1	1.1
<i>Tanacetum siculum</i>		2.3	2.2
<i>Achillea ligustica</i>	2.2	+	
<i>Bromus tectorum</i> subsp. <i>tectorum</i>	1.1		
<i>Chondrilla juncea</i>	1.2		
<i>Galium aetnicum</i>		+	1.1
<i>Cerastium tomentosum</i> var. <i>aetneum</i>	1.1	2.3	
<i>Scrophularia canina</i>	1.2		+
<i>Bellardiachloa variegata</i> subsp. <i>aetnensis</i>			3.3
<i>Linaria purpurea</i>		+	
<i>Tragopogon crocifolius</i>		+	



Fig. 26 - Radura a *Secale strictum* nel betulleto.



Fig. 27 - Radura a *Juniperus hemisphaerica* nel betulleto.

È facile rinvenire nelle radure anche formazioni a *Juniperus hemisphaerica* (Fig. 27), anch'essi già descritti come aspetti particolari della forma altomontana inferiore dell'astragaletto (Poli 1965).

Tab. 14

Tabella n° ->	6	4	1a	3	1b	9	2	5	8	7
n° rilievi	9	3	10	24	4	19	30	3	6	33
<i>Betula aetnensis</i>	V	3	V	V	4	V	V	3	V	V
<b>Specie dei Quercetalia pubescenti-petraeae</b>										
<i>Quercus congesta</i>	I	1		II	3	V	III	3	V	IV
<i>Cephalanthera longifolia</i>	II	1	I	II	2	II	III		V	IV
<i>Crepis leontodontoides</i>	I	1	III	IV	3		III	2	III	IV
<i>Quercus cerris</i>					3	III	I		II	III
<i>Cephalanthera rubra</i>			I				I	1		I
<i>Clinopodium vulgare</i> subsp. <i>arundanum</i>							I			I
<b>Specie dei Quercus Fagetea</b>										
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>Laricio</i>	II		I		1	V	III	3	V	
<i>Fagus sylvatica</i>				I	1		I	3		I
<i>Lathyrus pratense</i>								1	I	I
<i>Rubus</i> cfr. <i>aetnicus</i>							I		II	I
<i>Populus tremula</i>										V
<i>Rubus hirtus</i>				I		I				I
<b>Specie del Rumici-Astragalion (Rumici-Astragaletea)</b>										
<i>Astragalus siculus</i>		2	IV	IV	2	IV	V	1	III	III
<i>Senecio squalidus</i> subsp. <i>aetnensis</i>			I	I			I	1		
<i>Rumex scutatus</i> fo. <i>aetnensis</i>	II									
<b>Altre specie</b>										
<i>Festuca circummediterranea</i>	V	3	V	V	4	V	V	3	V	V
<i>Silene italica</i> subsp. <i>sicula</i>		1	III	III	2	II	III	1	IV	I
<i>Achillea ligustica</i>	IV		I	III	3	IV	III	3	V	IV
<i>Galium aetnicum</i>		3	IV	IV	1	II	III	2	II	II
<i>Tanacetum siculum</i>	IV	2	IV	IV	1		II			I
<i>Pteridium aquilinum</i> subsp. <i>aquilinum</i>	I	1			2	V	II	1	V	IV
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i>	I	1		I	2	II	I	1	I	IV
<i>Cerastium tomentosum</i> var. <i>aetneum</i>			III	II		I	III			
<i>Calamagrostis epigejos</i>	II	3	1		2	II			III	IV
<i>Genista aetnensis</i>	I		I	II	2	III	II	1	III	II
<i>Secale strictum</i>		1	I	V		I	II	1		I
<i>Petrorhagia saxifraga</i> subsp. <i>gasparrinii</i>				I	1		I		II	
<i>Orobanche rapum-genistae</i>			I		1	I	I	1	II	I
<i>Adenocarpus bionii</i>				I	1	V			I	I
<i>Centaurea parlatoris</i>					1	III	I		II	
<i>Bellardiocloa variegata</i> subsp. <i>aetnensis</i>			III	II			I			
<i>Carlina nebrodensis</i>						I			III	
<i>Vivia cracca</i> subsp. <i>aetnensis</i>	I							2		I
<i>Sedum amplexicaule</i> subsp. <i>Tenuifolium</i>									II	
<i>Silene vulgaris</i>										I
<i>Bromus tectorum</i> subsp. <i>tectorum</i>				I						
<i>Chondrilla juncea</i>							I			
<i>Linaria purpurea</i>						I				I
<i>Scrophularia canina</i>										I
<i>Acinos alpinus</i> subsp. <i>meridionalis</i>						I				
<i>Dactylorhiza sambucina</i>									I	
<i>Jasione montana</i>									I	
<i>Trifolium repens</i>						I				

## Analisi delle comunità riscontrate nel betulleto

Nella tabella sintetica (Tab. 14) si ha uno schema completo dei diversi tipi vegetazionali individuati nei boschi di betulla e del relativo corteggio floristico. Nel complesso si evidenzia che in tutti gli aggruppamenti è presente un modesto contingente di specie appartenente ai *Quercio-Fagetea*. Questo diviene più importante negli aggruppamenti dove insiede alla betulla sono presenti altre specie forestali (Tab. 5-7-8-9). L'astagalo insieme ad alcuni elementi della forma altomontana inferiore dell'*Astagaletum siculi* è presente in quasi tutti gli aggruppamenti evidenziando la penetrazione di questa vegetazione nel betulleto. Si osserva, inoltre, che le specie non caratterizzanti presenti con alti valori di frequenza, sono per lo più specie di ambienti aperti e frequenti nella vegetazione d'alta quota.

Per ogni tipo di vegetazione individuata nel betulleto (Tab. 1-9) è stato calcolato l'*indice di presenza* per la classi *Quercio-Fagetea* e *Rumici-Astragaletea* (Fig. 28b). L'indice per ciascuna classe e per ogni tabella è dato dalla somma delle frequenze delle specie appartenenti alla classe fitosociologica considerata.

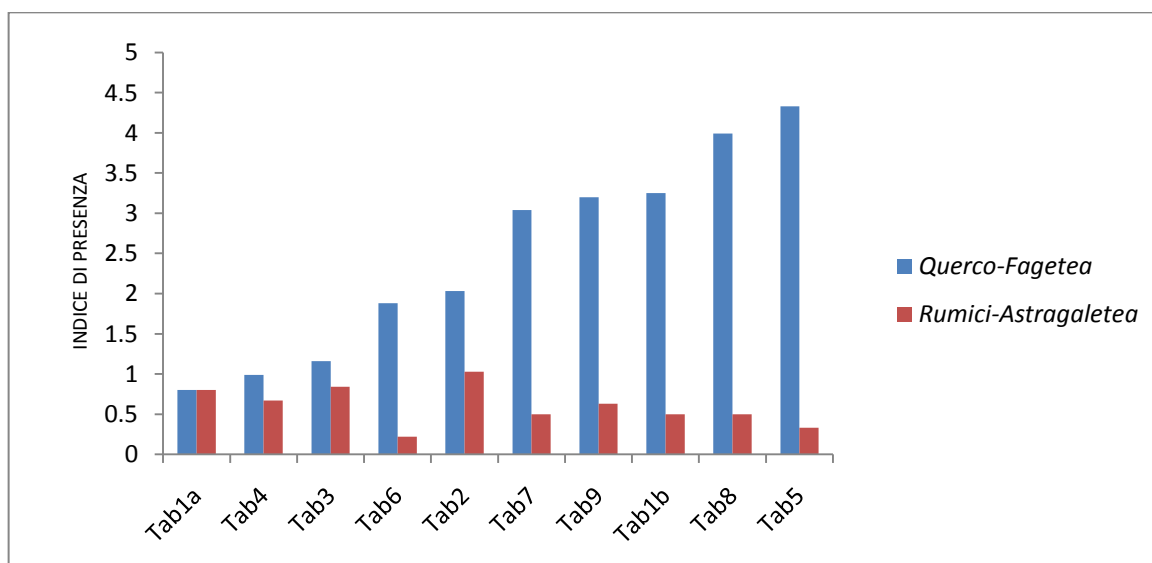


Fig. 28. - Indice di presenza dei *Quercio-Fagetea* e dei *Rumici-Astragaletea* calcolato per i tipi vegetazionali evidenziati nelle tabelle 1a, 1b, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. L'indice per ciascuna classe e per ogni tabella è dato dalla somma delle frequenze delle specie appartenenti alla classe fitosociologica considerata.

Nel grafico (Fig. 28) si osserva che la presenza del *Rumici-Astragaletea* persiste, seppur con bassi valori, in tutti gli aspetti del betulleto. I valori più alti, come già evidenziati nella descrizione delle singole tabelle, si hanno negli aggruppamenti di betulleto puro (Aggr. a *Betula aetnensis* fo. d'alta quota, tab. 1a; Aggr. a *Betula aetnensis* e *Astragalus siculus*, tab. 2; Aggr. a *Betula aetnensis* e *Secale strictum*, tab. 3; Aggr. a *Betula aetnensis* e *Calamagrostis epigejos*, tab. 4).

Gli elementi del *Quercus-Fagetea* sono presenti in tutti gli aggruppamenti e con valori crescenti dagli aggruppamenti di betuletto a quelli ove compaiono altre essenze forestali.

I valori più bassi si hanno per aggruppamenti di betuletto puro (Tab. 1°, betuletto puro d'alta quota; Tab 4, betuletto con *Calamagrostis*; Tab 2, betuletto con secale; Tab 2; betuletto con astragalo). Questi rappresentano gli aspetti del betuletto più aperto e delle quote più alte, la cui caratterizzazione è resa difficile da un corteggio floristico povero e, per lo più, costituito dalla penetrazione di specie delle radure.

Negli aggruppamenti dinamicamente più evoluti il corteggio floristico si arricchisce di specie del *Quercus-Fagetea*. Infatti, il valore massimo si ottiene per l'aggruppamento a *Betula aetnensis* e *Fagus sylvatica* (Tab. 5). Questo è seguito, in ordine decrescente, dal betuletto con roverella (Tab. 8), dal betuletto puro delle quote più basse (Tab. 1b), dal betuletto con adenocarpo e da quello con pino laricio. Osservando le tabelle dei singoli aggruppamenti si ipotizza che all'aumentare dell'indice di presenza della classe *Quercus-Fagetea* corrispondano stadi più evoluti del betuletto.

Nel complesso il bosco di betulla in tutti i suoi aspetti è da riferire ai *Quercus-Fagetea* ed in particolare ai *Quercetalia pubescenti-petraeae* seppur sia presente, in alcuni casi, un corteggio floristico povero di elementi caratteristici.

In figura 29 sono state riportate le specie erbacee presenti con frequenza maggiore del 40% in tutti i rilievi effettuati nel betuletto.

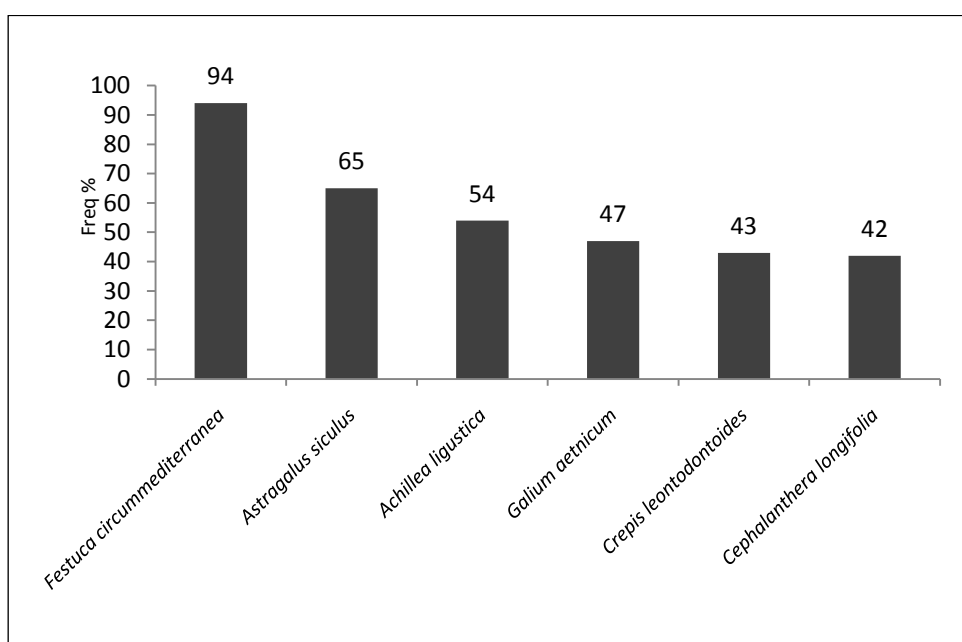


Fig. 29 - valori di frequenza calcolati sul totale dei rilievi eseguiti nel betuletto; vengono riportate le sole specie con frequenza maggiore del 40 %

Tra le specie con alti valori di frequenza compaiono due elementi caratteristici dei *Quercetalia pubescenti petraeae*, che sono: *Crepis leontodontoides* e *Cephalanthera longifolia*. Queste due specie, frequenti nei boschi aperti di querce caducifoglie, riescono a spingersi sino alle formazioni del betulleto presenti alle quote più alte.

L'astragalo è presente nel 65% dei rilievi effettuati nel betulleto. La sua presenza è indice della penetrazione dell'astragaleto nel betulleto. ciò è dovuto presumibilmente sia all'ambiente luminoso tipico dei boschi a betulla che al disturbo antropico presente.

Gli altri elementi presenti con alti valori di frequenza sono *Festuca circummediterranea*, *Achillea ligustica* e *Galium aetnium*, specie frequenti in comunità di ambienti aperti; frequenti anche nei diversi aspetti dell'astragaleto.

Considerando il corteggio floristico del betulleto e i diversi tipi vegetazionali riscontrati non è possibile riconoscervi unità sintassonomiche proprie del betulleto. Nessuna delle specie presenti con elevata frequenza (Fig. 29) è legata in modo esclusivo alle comunità del betulleto o assume il significato di specie indicatrice di una sua ecologia e/o corologia autonoma.

Ruolo significativo per la caratterizzazione dei diversi aspetti vegetazionali del betulleto è assunto dalle essenze arboree presenti. Per avere una misura della distribuzione di queste specie arboree all'interno del betulleto è stata calcolata la loro frequenza nei rilievi effettuati nel betulleto suddivisi in classi altitudinali. Sono stati ricavati due tipi di grafico: uno che tenesse conto delle specie arboree indiscriminatamente nei diversi stadi di sviluppo (plantula, arbusto, individuo adulto) (Fig. 31), e uno che tenesse conto solo delle specie che partecipano alla copertura dello strato arboreo (Fig. 32).

Si osserva che il pino laricio è presente in tutto l'ambito altitudinale del betulleto, con massima frequenza nell'ampia fascia compresa tra i 1500 e i 1700 metri, sia come pianta adulta che come plantula o arbusto. Il faggio, invece, è poco frequente e si riscontra per lo più tra i 1700 e 1900 metri. Anche il pioppo è poco frequente e occupa per lo più lo stesso ambito altitudinale del faggio, rifugiandosi nelle stazioni con maggiore umidità edafica. La roverella (*Quercus congesta*) allo stadio di plantula o arbusto occupa la stessa fascia altitudinale del pino con valori di frequenza comparabili, mentre allo stato arboreo è per lo più presente tra i 1500 e i 1700 metri. Il cerro si riscontra per lo più nella stessa fascia altitudinale della roverella, ma con valori di frequenza decisamente più bassi. L'elevata presenza delle querce alle altitudini più basse del betulleto è indice dell'elevato dinamismo rivolto verso la formazione di boschi dei *Quercetalia pubescenti petraeae*.

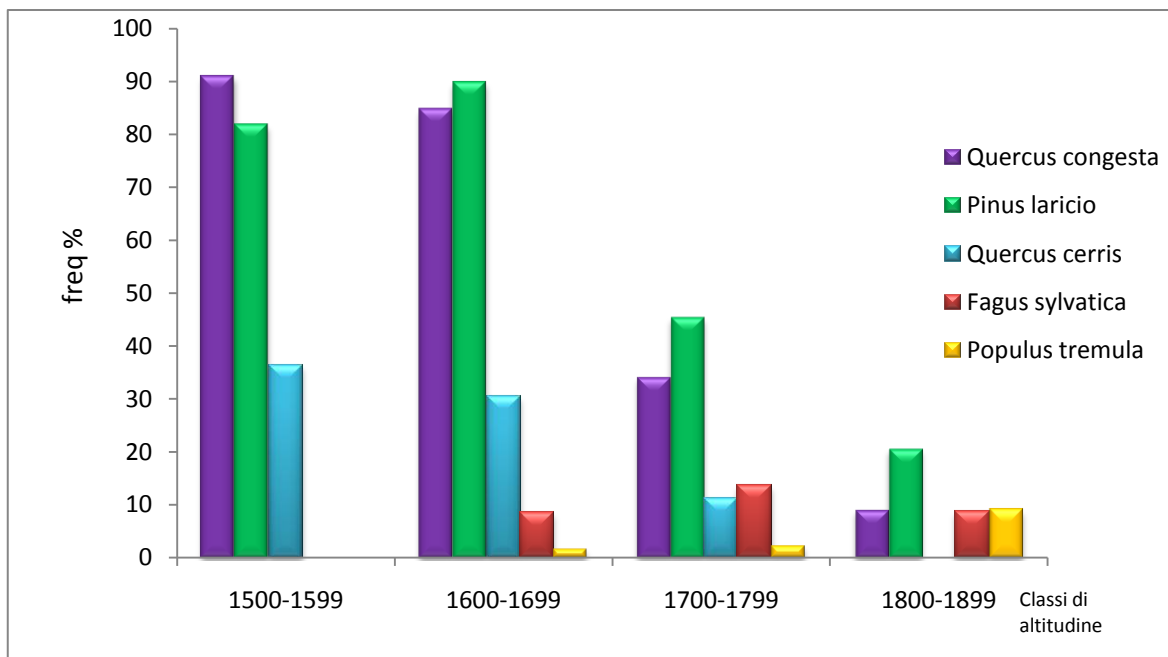


Fig. 31 – Frequenza delle specie arboree nei rilievi effettuati nel betulleto e suddivisi per classi altitudinali. Sono state considerate le piante nei diversi stadi di sviluppo (plantula, arbusto, albero adulto)

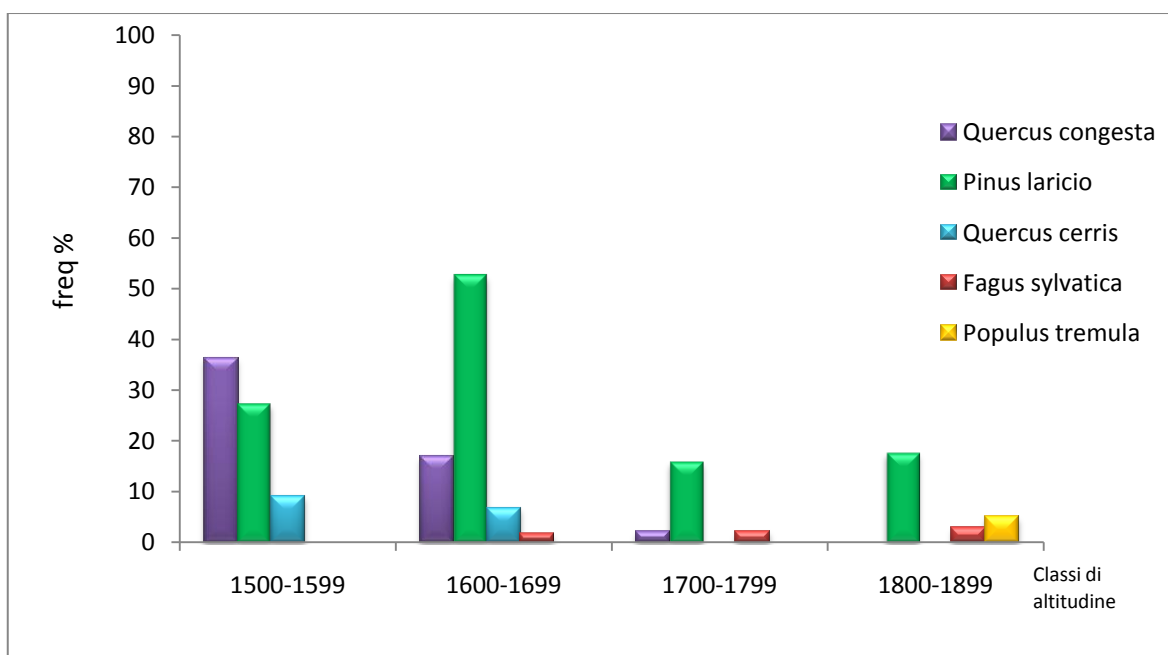


Fig. 32 – Frequenza delle specie arboree nei rilievi effettuati nel betulleto e suddivisi per classi altitudinali. Sono state considerate solo le specie presenti nello strato arboreo



#### 4.1.1 Analisi statistica multivariata dei dati

Tramite l'analisi statistica multivariata è stato ottenuto il dendrogramma di pag. 45 (Fig 16). I rilievi effettuati si sono disposti, grosso modo, all'interno del dendrogramma evidenziando i diversi aspetti del betulleto descritti. Procedendo dal basso verso l'alto si osserva un primo macro-gruppo che riunisce tutti i rilievi in cui la betulla è l'unica specie arborea; "betulleto puro". Scendendo nel dettaglio, all'interno del macro gruppo, è possibile distinguere: betulleto puro con *Secale strictum* e *Astragalus siculus*, betulleto puro con *Calamagrostis epigejos* e betulleto puro forma d'alta quota.

Proseguendo nell'analisi si distinguono, inoltre, i diversi aspetti del bosco in cui, insieme alla betulla, compaiono altre essenze arboree del piano più elevato delle foreste.

La matrice dei rilievi, inoltre, è stata esaminata utilizzando il metodo dell'analisi delle componenti principali (PCA) che ha restituito il BIPLLOT in figura 30. In questo grafico i rilievi vengono disposti in un sistema di assi cartesiani avvicinando quelli simili e allontanando quelli con maggiori differenze. Essi, inoltre, vengono messi in relazione con le specie vegetali presenti. Per rendere più chiaro e leggibile il grafico di figura 30 sono state omesse le linee di tendenza delle specie con valori di frequenza e copertura bassi e quindi non rilevanti per l'interpretazione del grafico.

Si osserva che i rilievi si sono disposti, seppur con qualche sovrapposizione, in conformità con gli stessi gruppi riconosciuti nel dendrogramma. Inoltre è possibile osservare una disposizione che rispecchia la loro reale collocazione altitudinale, infatti, seguendo l'asse delle ascisse, si hanno, in ordine, i vari aspetti di betulleto puro, il betulleto con faggio e con pioppo, il betulleto con pino e il betulleto con querce caducifoglie. L'aggruppamento in cui compare il pino laricio, considerando la disposizione secondo il gradiente altitudinale evidenziato, si sovrappone con altre formazioni, rispecchiano la reale capacità del pino di penetrare all'interno del betulleto per un ampio ambito altitudinale.

Osservando le frecce di tendenza delle specie che caratterizzano i diversi gruppi, si rileva una netta contrapposizione tra le specie della vegetazione d'alta quota e degli ambienti aperti (*Astragalus*, *Secale*, *Tanacetum* e *Galium*) e quelle di ambienti forestali (querce caducifoglie, *Adenocarpus*, ecc...). Inoltre la linea di tendenza del pino laricio si accosta a quella di *Juniperus* e di *Calamagrostis*, evidenziando come l'aggruppamento a *Betula aetnensis* e *Pinus laricio* si differenzia dagli altri per la maggiore presenza di queste specie.

Gli aggruppamenti di betulleto puro, per lo più, occupano la fascia altitudinale più alta, dove è difficile che arrivino le altre specie arboree. Nel BIPLLOT, inoltre, si osserva che seguendo il gradiente altitudinale, gli aggruppamenti di betulleto puro si sovrappongono leggermente con quello a *Betula aetnensis* e *Populus tremula*, ciò è dovuto al fatto che questo

aggruppamento e rinvenibile sino alle quote più alte del betulleto ma si posiziona nelle zone più umide.

Questa disposizione dei diversi aggruppamenti secondo gradiente altitudinale, come visto in figura 28b, corrisponde in parte anche un aumento delle specie che caratterizzano le comunità dei *Quercus-Fagetea*.

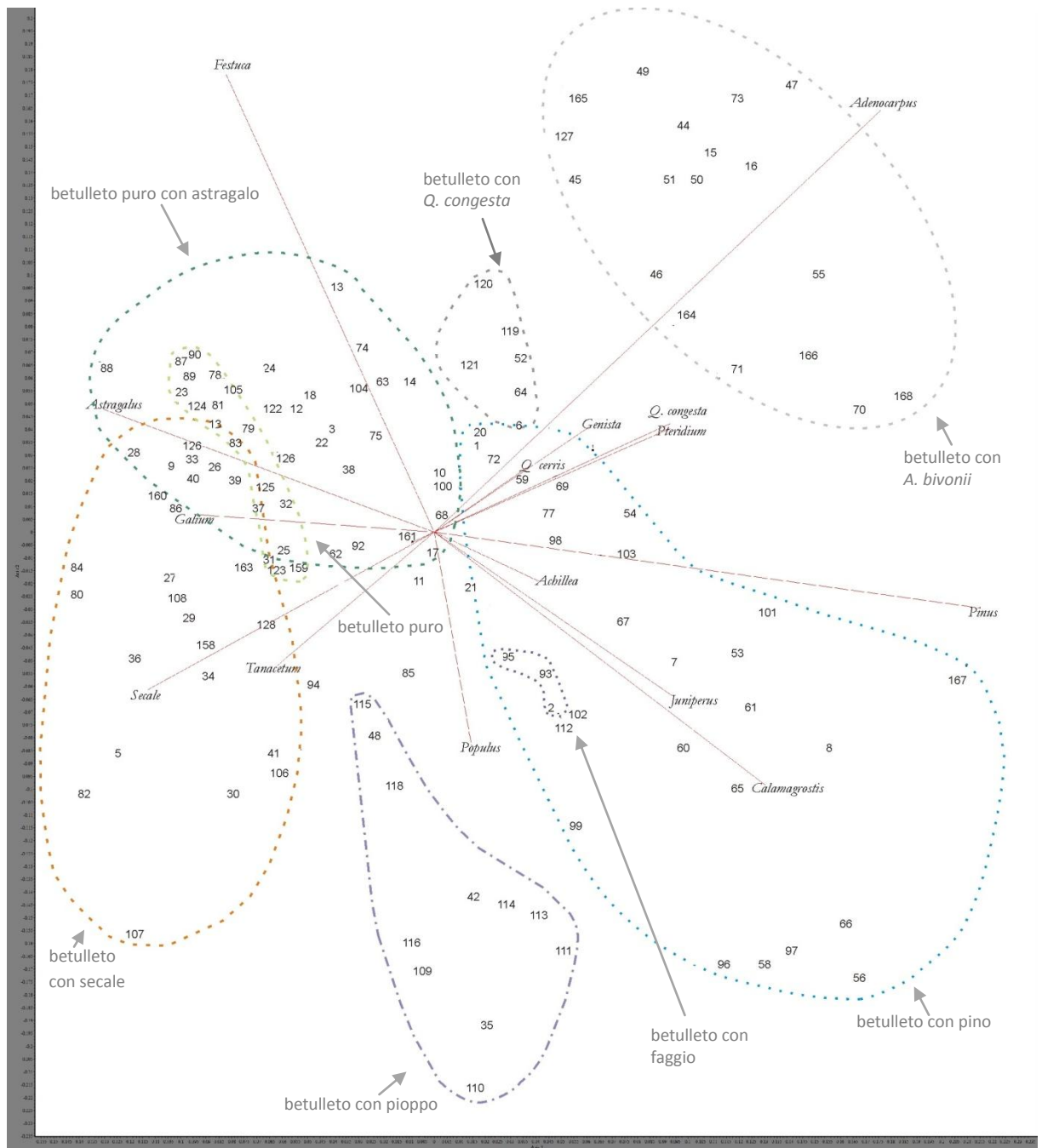


Fig. 30 – Biplot euclideo. Ordinamento dei rilievi tramite PCA centrata con sovrapposizione delle linee di tendenza delle specie. Le specie con coperture e frequenza bassa, sono concentrate intorno all'origine delle frecce.

#### 4.1.2 Spettro ecologico

L'elaborazione dello spettro ecologico ponderato per tutti i rilievi effettuati nel betulleto (Fig.33 - Tab 14) e per ogni singolo aggruppamento (Fig 34 - Tab.lle 1-9) permette di evidenziare i valori relativi ai principali fattori ambientali. Come fattore di ponderazione per il calcolo dei valori assunti dai singoli indici è stata utilizzata la frequenza delle specie calcolata per i rilievi presenti nella tabella considerata.

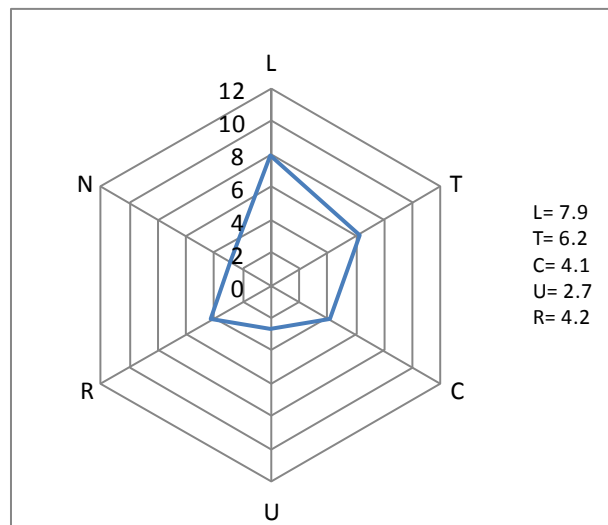


Fig. 33 – Spettro ecologico ponderato calcolato per il totale dei rilievi effettuati nel betulleto.

Il valore di luminosità ( $L=7.9$ ) che figura nello spettro ecologico totale (Fig. 33) conferma l'elevata penetrazione di luce all'interno del betulleto e considerando lo spettro ecologico relativo ai singoli aggruppamenti (Fig. 34) si rileva che i valori di luminosità ( $L$ ) più alti, come è ovvio, si hanno per le comunità d'alta quota (Aggr. a *Betula aetnensis* fo. d'alta quota, tab. 1a; Aggr. a *Betula aetnensis* e *Astragalus siculus*, tab. 2; Aggr. a *Betula aetnensis* e *Secale strictum*, tab. 3), mentre il valore più basso si ottiene per l'Aggr. a *Betula aetnensis* e *Fagus sylvatica* (Tab. 5), dove la copertura data dal faggio permette un ingresso di luce decisamente inferiore.

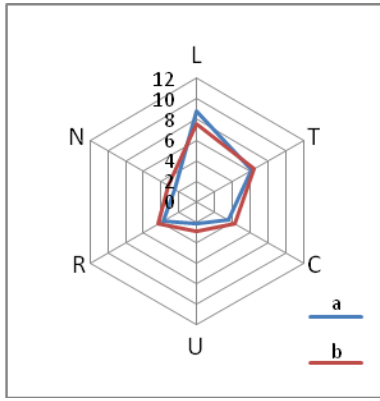
Il valore di temperatura ( $T$ ) è pressoché costante in tutti gli aspetti del betulleto e secondo la descrizione di Ellenberg (1974) (modificata da Pignatti, 2005) il valore assunto ( $T=6$ ) è conferma dell'ambiente mediterraneo-montano in cui ci troviamo. Il fattore umidità che figura nello spettro ecologico totale (Fig. 33) presenta un valore piuttosto basso ( $U=2,7$ ), indice dell'elevata aridità dell'ambiente. Il valore più alto di umidità si rileva per la vegetazione a *Betula aetnensis* e *Fagus sylvatica* (tab. 5), che può essere giustificato dalla minore traspirazione di

umidità del suolo a causa di un elevato grado di copertura arborea, ma anche di un suolo maggiormente strutturato e quindi capace di trattenere maggiore umidità.

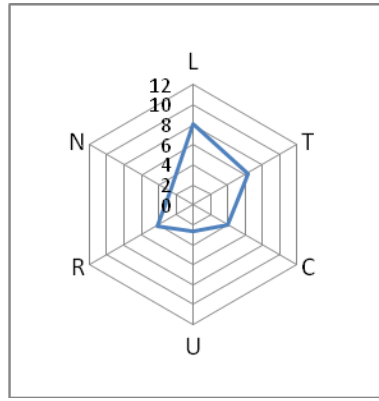
Il fattore di pH (R=4.2) conferma il carattere dei suoli sabbiosi lavici a reazione leggermente acida.

Il fattore nutrienti (N) presenta valori alquanto bassi in tutti gli aggruppamenti, indice di un suolo povero in sostanza organica e nei principali nutrienti. Il valore è leggermente più alto negli aggruppamenti di *Betula aetnensis* e *Fagus sylvatica*, *Betula aetnensis* e *Quercus congesta*, *Betula aetnensis* e *Adenocarpus bivonii* (rispettivamente tab. 5, 8 e 9). Tali formazioni rappresentano gli stadi più evoluti del betulleto.

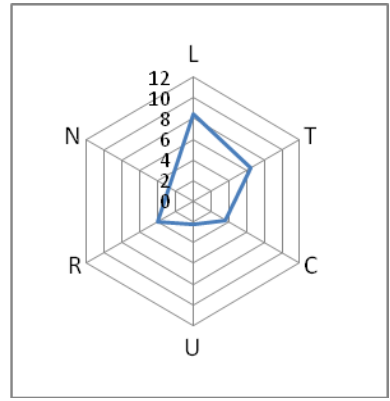
Nel complesso gli spettri ecologici calcolati per i singoli aggruppamenti sono alquanto simili e i valori assunti da singoli fattori ambientali variano in range ristretto.



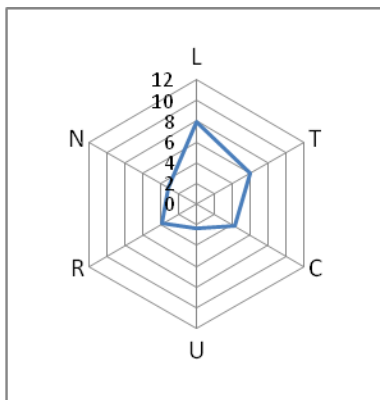
Tab 1



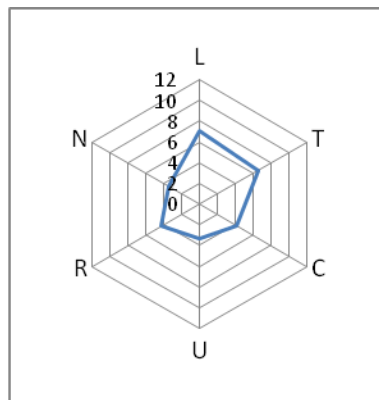
Tab 2



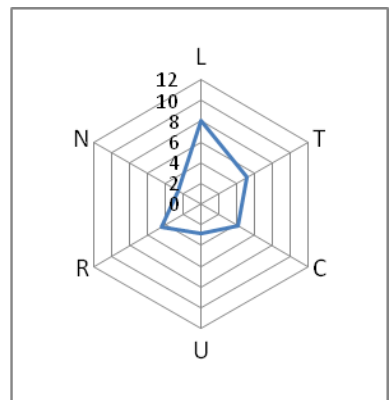
Tab 3



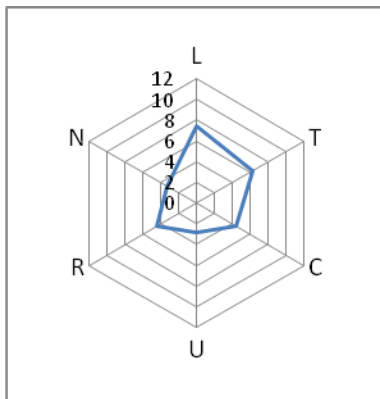
Tab 4



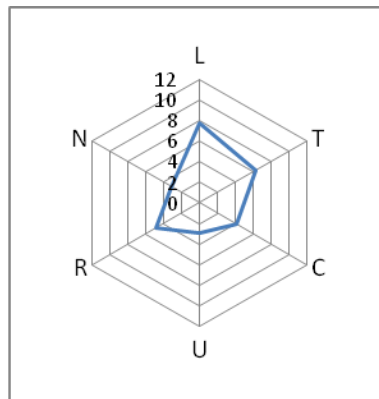
Tab 5



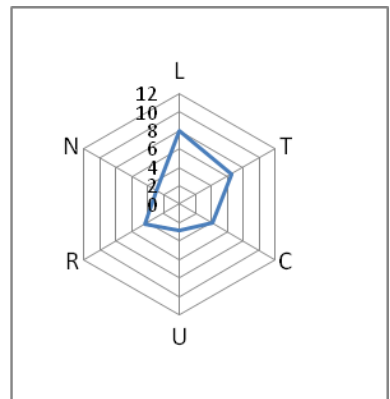
Tab 6



Tab 7



Tab 8



Tab 9

Fig. 34 – Spettri ecologici ponderati calcolati per i singoli aggruppamento evidenziati nel betulleto.

#### 4.1.3 Diversità floristica

Dall'analisi delle diverse comunità è emerso un elevato livello di povertà floristica. Il numero di specie per aggruppamento varia da 4 sino a un massimo di 18 specie. Mettendo in relazione il numero di specie presenti in ciascun rilievo effettuato nel betulleto al variare dell'altitudine è emerso un alto livello di correlazione negativa (Fig. 35), cioè si osserva che all'aumentare dell'altitudine il corteggio floristico del betulleto diviene sempre più povero. Come spesso precisato, tale gradiente può essere evidenziato attraverso i tipi vegetazionali individuati (tabelle 1-9).

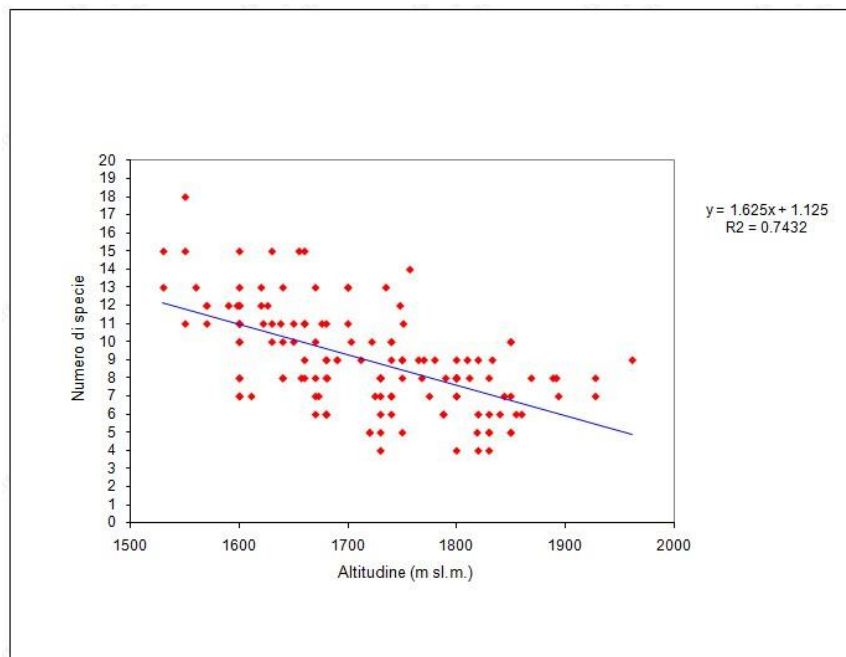


Fig. 35 – Correlazione tra numero di specie presenti nel betulleto e altitudine.

Le poche specie presenti alle altitudini più alte sono per lo più quelle provenienti dalla vegetazione d'alta quota che riescono a vivere all'interno del bosco. Scendendo di quota il numero di specie tende ad aumentare per lo più per la presenza di specie eliofile che presentano un optimum altitudinale inferiore rispetto alle precedenti. A queste si aggiungono anche alcuni elementi prettamente boschivi a carattere meno eliofilo.

La diversità non è solo funzione del numero di specie presenti in una comunità ma anche il risultato di come queste si distribuiscono al suo interno. La biodiversità dei singoli aggruppamenti rilevati nel betulleto è stata analizzata utilizzando l'indice di Shannon ( $H$ ), l'indice di dominanza di Simpson ( $1/D$ ) e l'indice di Uniformità di Pielou ( $J$ ).

Nella tabella 15 vengono riportati i valori assunti dai diversi indici per ogni aggruppamento.

Osservando i valori assunti dall'indice di Shannon ( $H$ ) e di Simpson ( $1/D$ ) (Fig. 36) si evince che gli aggruppamenti che presentano maggiore diversità sono quelli a betulla e pino laricio e betulla e faggio (tab. 7 e tab. 5).

Tab. 15

Id	Altitudine (m sl.m)			Specie			$H$	$1/D$	$J$
	Range	media	$\pm\sigma$	Range	n° medio	$\pm\sigma$			
Tab 1a	1730 - 1962	1842,7	76	5 - 9	7,7	1,4	0,82	2,17	0,57
Tab 1b	1600 - 1700	1635,2	44,9	7 - 13	10,5	3			
Tab 2	1550 - 1850	1730	74,2	4 - 13	8,3	2,2	0,68	2,94	0,45
Tab 3	1670 - 1869	1763	56,6	4 - 13	8,4	2,1	0,84	5,00	0,59
Tab 4	1670 - 1750	1720,5	43,6	6 - 9	7,7	1,5	0,68	3,45	0,58
Tab 5	1650 - 1757	1719	59,9	9 - 14	11,3	2,5	0,86	5,26	0,65
Tab 6	1751 - 1840	1818	26,6	4 - 11	5,75	2,2	0,71	3,22	0,56
Tab 7	1590 - 1850	1686	72,6	5 - 15	9,3	2,6	0,99	6,67	0,64
Tab 8	1550 - 1660	1593	44,7	8 - 17	13,0	4,4	0,73	2,56	0,49
Tab 9	1530 - 1735	1611	44	7 - 17	11,5	2,2	0,74	3,22	0,50

Questi due aggruppamenti (betulleto con pino laricio e betulleto con faggio) presentano non solo un maggiore numero di specie ma anche di una loro maggiore equipartizione (*evenness*), dato che viene confermato anche dai valori assunti dall'indice di uniformità ( $J$ ) (Fig. 37). Le comunità delle tabelle 8-9 (betulleto con *Quercus congesta* e betulleto con *Adenocarpus bivonii*) malgrado possiedano un numero elevato di specie, presentano valori di diversità tra i più bassi (fig. 36). Ciò è dovuto alla presenza alcune specie che dominano sulle altre; indice di un ambiente in cui le risorse non sono equiripartite. Infatti, osservando il corteggio floristico del betulleto con *Quercus congesta* (Tab.8) si evince che malgrado sia presente un numero discreto di specie, solamente poche, come la *Festuca circummediterranea*, sono presenti con alti valori di copertura. La stessa situazione è presente nel betulleto con *Adenocarpus* (Tab. 9), dove l'*Adenocarpus bivonii* è la specie dominante lo strato erbaceo formando ampie distese nel sottobosco del betulleto; condizione molto probabilmente dovuta all'effetto del pascolo.

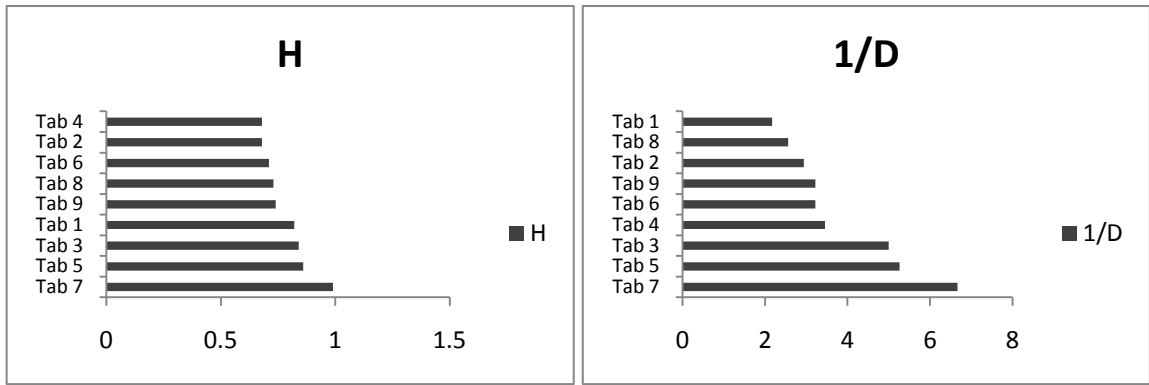


Fig. 36 - (H)-Indice di Shannon (1/D) e Indice di Simpson calcolati per i diversi aggruppamenti. Nell'asse delle ordinate i diversi aggruppamenti evidenziati nel betulleto, in quello delle ascisse i valori assunti dall'indice.

Il betulleto puro con secale (Tab. 3) presenta valori di diversità tra i più elevati. Benché il numero di specie presenti sia inferiore rispetto a quello del betulleto con pino laricio (Tab. 7) e del betulleto con faggio (Tab.5), il valore di diversità aumenta perché le specie presenti nel corteggio floristico sembrano essere meglio ripartite. Osservando, infatti, i dati di Tab. 3, oltre la secale, altre specie presentano valori di frequenza elevati con grado di copertura non trascurabile.

Nel complesso il betulleto presenta un corteggio floristico molto povero la cui diversità è condizionata dalla dominanza, di caso in caso, di poche specie sulle altre. Ciò rispecchia le caratteristiche di una situazione poco specializzata e poco costante, in cui le specie presenti non sono equidistribuite.

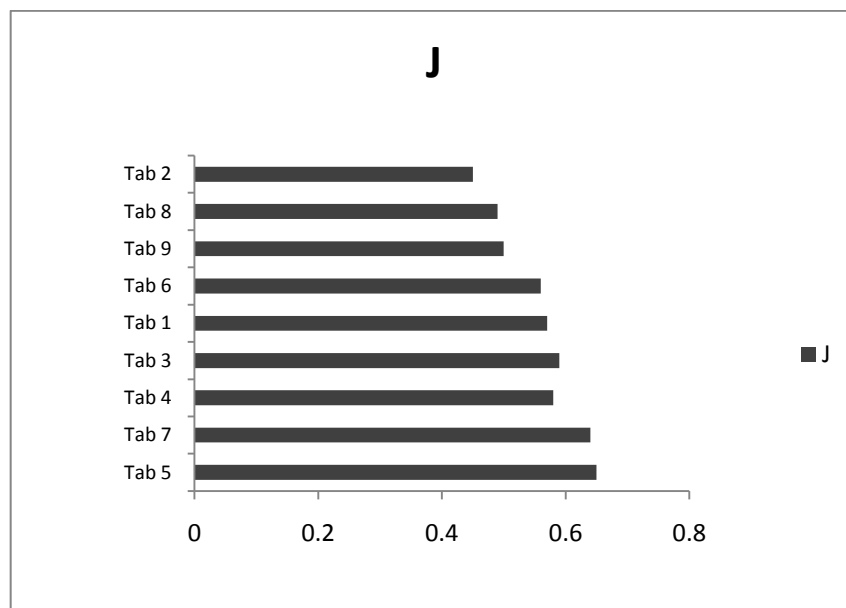


Fig. 37 - (J)- Indice di Unifotmità di Pielou.



## 4.2 Aspetti floristici

Nel corso del presente studio, all'interno dei popolamenti a *Betula aetnensis* e nelle radure ad essi adiacenti, sono state rinvenute 60 entità, che vengono riportate nell'elenco sottostante, suddivise per famiglie, in ordine filogenetico (Cronquist, 1981). Nell'elenco, accanto al nome della specie vengono indicate: eventuali sinonimie, tipo corologico, forma biologica e di crescita (tratti da Pignatti, 1982), indici ecologici di Ellenberg (Luce (L); Temperatura (T); Continentalità (C); Umidità (U); Reattività (R); Nutrienti (N)), limiti altitudinali (tratti da: Strobl, 1880; Poli, 1965), frequenza nel betulleto. Per ciascuna, ove possibile, è stata riportata una breve descrizione a carattere ecologico.

### Elenco floristico

#### HYPOLEPIDACEAE

*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn subsp. *aquilinum*. -Cosmop - G rhiz - L 6; T 5; C 4; U 6; R 3; N 3 - da 150 a 1850 m s.l.m. - Poco comune.

Pianta molto diffusa all'interno dei boschi e nelle radure ove forma talora folti popolamenti. La sua diffusione su superfici estese è indice di un probabile degrado ambientale.

Nei popolamenti a pino laricio sembra essere favorita dal passaggio del fuoco (Di Benedetto et al. 1963). Per le sue proprietà tossiche è una pianta infestante dei pascoli. Nel betulleto è piuttosto frequente, principalmente alle quote più basse. Forma popolamenti, a volte monospecifici, non facilmente classificabili dal punto di vista fitosociologico.

#### PINACEAE

*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *laricio* Maire (= *P. laricio* Poiret; *P. nigra* Arnold. subsp. *calabrica* (Lam.) E. Murray) - End Calabr-sicula - P scap - L 7; T 7; C 4; U 2; R 4; N 2 - da 800 a 2350 m s.l.m - Poco comune.

È una delle specie più caratteristiche del paesaggio etneo ove costituisce ampie estensioni forestali. È un'ottima colonizzatrice delle lave etnee ove si insedia in individui isolati o in popolamenti pionieri. Nel betulleto è abbastanza frequente, formando in alcune zone popolamenti misti. Dal punto di vista fitosociologico Pirola e Zappala (1959) in uno studio

sulla pineta di Linguaglossa (Etna) esprimono la difficoltà di inquadrare le formazioni boschive a pino laricio, definendone solamente l'appartenenza alla classe *Quercio-Fagetea*.

#### CUPRESSACEAE

***J. communis*** L. subsp. ***hemisphaerica*** J. (Presl & C. Presl) Nyman (= *J. hemisphaerica* J. Presl & C. Presl) - Medit. Mont - nP - L 8; L 5; C 7; U 4; R 5; N 3 - da 1550 a 2100 - Sporadica.

Specie molto diffusa nella fascia più alta dei boschi e al di sopra ove, insieme con *Berberis aetnensis*, colonizza gli ambienti rocciosi. È frequente nei boschi a pino laricio ma si trova anche nelle faggete e nei querceti caducifogli. Nel betulleto spesso si trova ove è anche presente il pino laricio. Dal punto di vista fitosociologico è specie differenziale della forma altomontana inferiore dell'*Astrageletum siculi* (Poli 1965).

#### POACEAE

***Bellardiochloa variegata*** (Lam.) Kerguelen subsp. ***aetnensis*** (C. Presl) Giardina & Raimondo (= *Poa violacea* Bell. subsp. *aetnensis* Presl; *Poa aetnensis* Gus.; *Festuca aetnensis* Presl) - End etnea - H caesp - L 8; T 3; C 5; U 4; R 4; N 3 - Dalla fascia più alta dei boschi fino a 2675 m s.l.m - Rara.

Specie tipica della vegetazione d'alta quota e nelle radure della fascia più alta dei boschi; si rinviene spesso tra i pulvini di astragalo. Predilige pietraie e substrati rocciosi incoerenti, frequente negli aspetti pionieri dell'astragaleto (Poli 1965). Nel betulleto è stata riscontrata nelle zone più alte e nelle radure quasi al limite della vegetazione arborea.

***Bromus tectorum*** L. subsp. ***tectorum*** - Paleo temp - T scap - L 8; T 6; C 7; U 3; R 8; N 4 - da 0 a 2340 m s.l.m - Rara.

Molto comune nella nostra regione. Predilige ambienti aperti, su sabbie e rocce vulcaniche, incolti aridi e margini delle colture e delle strade. Nel betulleto è alquanto rara, trovasi ai margini del bosco e sulle colate laviche adiacenti. È specie caratteristica della vegetazione subnitrofila ruderale dei *Brometalia rubenti-tectori* Rivas-Martinez & Izco 1977 (*Stellarietea mediae* R. Tx. et al. Ex Von Rochow 1951).

***Calamagrostis epigejos*** (L.) Roth - Eurosib - H scap - L 7; T 5; C 7; N 7 - da 770 a 2000 m s.l.m - Sporadica.

Nel piano mediterraneo montano (Poli, 1991), è frequente nelle radure dei boschi penetrando all'interno delle zone più aperte e soleggiate. Frequente nei boschi aperti a pino

laricio dove il diradamento dello strato arboreo accentua l'irraggiamento luminoso (Pirola & Zappala 1959). Nel betulleto si riscontra nelle zone più aperte e soleggiate, spesso in presenza di *Pinus laricio* e *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*.

***Cynosurus cristatus*** L. - Europ-caucas - H caesp - L 8; T 5; C 4; U 5; R 5; N 4 - da 1100 a 1900 m s.l.m. - Assente.

Specie tipica dei pascoli montani. All'interno del betulleto assente, riscontrata nelle radure. È specie caratteristica delle comunità della classe *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937 .

***Festuca circummediterranea*** Patzke (= *F. ovina* subsp. *laevis* Hackel; *F. laevis* (Hackel) Richter) - Eurimedit - H caesp - L 11; T 6; C 5; U 1; R 6; N 2 - Dalla fascia più alta dei boschi fino a 2600 m s.l.m - Molto comune.

È frequente nei pascoli e radure della zona più alta dei boschi ed oltre; anche in boschi e boscaglie aperte. Costante e abbondante all'interno del betulleto. È specie compagna in diverse comunità vegetali appartenenti a classi fitosociologiche diverse. Forma insieme ad altre specie (*Poa aetensis*, *Phleum hirsutum* ssp. *ambiguum*, ed altre) una vegetazione xerofila erbacea riferibile al *Rumici-Astragalion* (Poli, 1965).

***Phleum hirsutum*** Honck. subsp. ***ambiguum*** (Ten) Tzvellev (= *P. ambiguum* Ten.) - End Italia merid - G rhiz - L 8; T 5; C 4; U 5; R 8; N 7 - da 750 a 2160 m s.l.m - Assente.

Specie tipica di pascoli aridi, boscaglie aperte e radure dei boschi. È stata riscontrata nelle radure e ai margini del betulleto.

***Secale strictum*** (C. Presl) C. Presl - Medit mont - H caesp - L 7; L 7; C 3; U 2; R 4; N 2 - da 700 a 2300 m s.l.m - Sporadica.

Specie dei pascoli aridi, boscaglie aperte e radure dei boschi. Frequente nelle zone più alte del betulleto e nelle radure. Forma insieme ad altre specie (*Poa aetensis*, *Festuca circummediterranea*, *Calamagrostis epigejos*) pascoli caratterizzati da una densa cotica erbosa a dominanza di graminacee (Mercurio & Spampinato, 2008). Secondo Siracusa (1988) i pascoli a secale hanno il ruolo di cenosi di sostituzione forestale. Si tratta di una vegetazione di tipo secondario che si insedia nelle aree dove le attività antropiche quali pascolo e incendi impediscono il rinnovarsi delle cenosi forestali.

## ORCHIDACEAE

***Cephalanthera longifolia*** (L.) Fritsch (= *C. ensifolia* (Murr) L. C. Rich.; *Serapias ensifolia* Raf.) - Euroasiat - G rhiz - L 4; T 5; C 5; U 3; R 8; N 3 - da 1400 a 1900 m s.l.m. - Poco comune.

Predilige i margini dei boschi termofili o radure boschive soleggiate di faggio e quercia, i prati aridi, oppure i sentieri boschivi. Nel betulleto abbastanza frequente con individui sparsi. È specie caratteristica dei *Quercetalia pubescenti-petraea* Klika (classe *Querc-Fagetea*) (Brullo, 1999; Ubaldi 2003).

***Cephalanthera rubra*** (L.) Rich. (*Serapias rubra* L.) - Euroasiat - G rhiz - L 3; T 5; C 5; U 4; R 8; N 3 - da 1200 a 1600 m s.l.m - Rara.

Principalmente in boschi di faggio e di castagno. Nel betulleto è stata riscontrata di rado. È specie caratteristica dei *Quercetalia pubescenti-petraea* Klika (classe *Querc-Fagetea*) (Brullo, 1999; Ubaldi 2003).

***Dactylorhiza sambucina*** (L.) Soò (= *Orchis sambucina* L.) - Europ-caucas. - G bulb - L 8; T 7; C 4; U 4; R 6; N 5 - da 550 a 1750 m s.l.m. - Rara.

Predilige prati aridi o freschi, radure o boschi luminosi. Nel betulleto è stata riscontrata in un solo rilievo alle quote più basse. È considerata specie delle comunità a emicriptofite e camefite delle praterie rase magre secche dei *Festuco-Brometea* (Mucina, 1997).

## SALICACEAE

***Populus tremula*** L. - Eurosib - P scap - L 6; T 5; C 5; U 5 - da 600 a 1850 m s.l.m - Rara.

Sul territorio etneo forma piccoli popolamenti in zone rocciose umide, alla base di pendici boschive a lungo innestate o lungo depressioni. Nel betulleto è stato rinvenuto principalmente sul versante occidentale dove forma popolamenti misti con la betulla. È considerata specie del *Querc-Fagetea* (Mucina, 1997).

## BETULACEAE

***Betula aetnensis*** Raf. (= *B. alba* L.  $\beta$  *aetnensis* Raf.; *B. pendula* Roth (= *B. verrucosa* Ehrh) subsp *aetnensis* Raf.) - End etnea - P scap - L 8; T 6; C 3; U 3; R 3; N 3 - da 1450 a 2100 m s.l.m.

## FAGACEAE

***Fagus sylvatica*** L. subsp. *sylvatica* - Centro europ - P scap - L 3; T 5; C 4; U 5; N 7 - da 1400 a 1900 m s.l.m. - Rara.

Specie che costituisce sull'Etna formazioni boschive in lembi frammentari (*dagale* e stazioni fresche) specialmente sui versanti nord, est ed ovest, nella fascia più alta dei boschi. Nel betulleto è poco presente, per lo più con individui allo stato arbustivo o di plantula. È specie caratteristica delle comunità vegetali dei *Querceto-Fagetea*.

***Quercus cerris*** L. - N eurimedit - P scap - L 6; T 8; C 5; U 4; R 4; N 4 - da 700 a 1800 m s.l.m. - Rara.

Sull'Etna caratterizza la fascia più alta dei boschi di querce caducifoglie costituendo vaste formazioni boschive, specialmente sul versante est (Contrada "Cerrita"). Dal punto di vista fitosociologico è considerata specie caratteristica dei *Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933 (*Querceto-Fagetea*) (Poli, 1981; Brullo et al. 1999; Ubaldi, 2003)

***Quercus congesta*** C. Presl in J. & C. Presl (*Q. pubescens* Willd. var. *congesta* (C. Presl) Strobl; *Q. lanuginosa* Lam. subsp. *congesta* (C. Presl) Nyman; *Q. lanuginosa* var. *congesta* (C. Presl) Gurke. - NW-medit-mont - P caesp - L 7; T 8; C 4; U 3; R 7; N 4 - da 500 a 1500 m s.l.m. - Poco comune.

Caratterizza il piano supramediterraneo sia con individui isolati che in boschi frammentari; in boscaglie aperte colonizza vecchie colate. È considerata specie caratteristica dei boschi caducifogli dei *Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933 (Brullo et al. 1999; Ubaldi, 2003).

## POLYGONACEAE

***Rumex scutatus*** L. fo. *aetnensis* Ciferri e Giac. (*R. aetnensis* C. Presl) - End etnea - H scap - L 8; C 6; U 4; R 7; N 3 - da 1750 a 3000 m s.l.m. - Rara.

Si rinviene su suoli poco profondi con preferenza delle sabbie vulcaniche e dei substrati incoerenti; pianta di primaria importanza nella colonizzazione dei nuovi substrati vulcanici. È specie caratteristica delle comunità pioniere d'alta quota del *Rumici-Astragalion siculi* (Poli, 1965).

## CARYOPHYLLACEAE

***C. tomentosum*** L. var. ***aetneum*** Janka (*C. tomentosum* var. *minus* Presl) - End etnea - Ch- suffr. - L 11; T 6; C 3; U 2; R 6; N 1 - da 1800 a 2400 m s.l.m. - Rara.

Specie molto diffusa nel piano di alta montagna, specialmente tra i pulvini di astragalo; in talune stazioni si annida tra le fessure della roccia lavica. Nel betulleto rinvenuta alle quote più alte, solitamente alla base degli alberi o tra i pulvini di astragalo.

***Petrorhagia saxifraga*** (L.) Link subsp. ***gasparrinii*** (Guss.) Greuter & Burdet (*Gypsophila gasparinii* Guss.; *Tunica saxifraga* γ *rigida*) - Eurimedit - H caesp - L 9; T 8; C 7; U 2; R 8; N 3 - da 600 a 2000 m s.l.m - Rara.

Si rinviene su sabbie, rocce vulcaniche e radure dei boschi. Poco comune all'interno del betulleto, per lo più negli spazi aperti adiacenti.

***Saponaria sicula*** Raf. - S steno medit - H caesp - L 12; T 8; C 3; U 1; R 1; N 1 - da 1700 a 2200 m s.l.m -Assente.

Frequente su sabbie e rocce vulcaniche, specialmente del piano di alta montagna. All'interno del betulleto assente, riscontrata sulle colate adiacenti. È specie delle comunità pioniere d'alta quota del *Rumici-Astragalion siculi* (Poli, 1965).

***Silene italica*** (L.) Pers. subsp. ***sicula*** (Ucria) Jeanm. (= *S. sicula* Ucria) - End Italo-merid. Sicilia - H ros - L 5; T 7; C 4; U 4; R 6; N 5 - da 1200 a 2100 m s.l.m - Poco comune.

Si rinviene su sabbie, rocce vulcaniche e radure dei boschi. Frequente tra i pulvini di astragalo (Poli, 1964). Nel betulleto comune alla base delle ceppaie di betulla.

***Silene vulgaris*** (Moench) Garcke (= *S. inflata* Sm. var. *vulgaris*; *S. cucubalus* Wibel var. *latifolia* Beck) - Paleotemp - H scap - L 8; U 4; R 7; N 2 - da 0 a 1900 m s.l.m. - Rara.

È possibile trovarla nei prati, arbusteti, boschi radi e margini dei sentieri. La pianta è sinantropa e nitrofila, è frequente quindi in aree ruderali ricche di azoto, o anche nei prati fertili concimati e antropizzati.

## BERBERIDACEAE

***Berberis vulgaris*** L. subsp. ***aetnensis*** (C. Presl) Rouy & Foucaud (= *Berberis aetnensis* C. Presl) - End sicula-Italo merid. - nP - L 12; T 4; C 3; U 2; R 3; N 1 - da 1800 a 2200 m s.l.m - Rara.

Pendii rocciosi, letto roccioso dei torrentelli, frequente nella forma alomontana inferiore della vegetazione ad *Astragalus siculus* (Poli, 1965). Spesso trovasi nella fascia più alta dei boschi di pino laricio. Nel betulleto è alquanto rara e rinvenuta in un solo rilievo con copertura trascurabile. È considerata specie differenziale della forma altomontana inferiore dell'*Astrageletum siculi* (Poli 1965).

#### BRASSICACEAE

*Erysimum bonannianum* C. Presl. (*E. hieracifolium* L. var. *silvestre*; *E. aetnense* Jordan) - End sicula - H scap - L 11; T 7; C 4; U 2; R 7; N 3 - da 600 a 2100 m s.l.m - Assente.

Presente su superfici rocciose e sabbiose in aree scoperte fin oltre il limite superiore dei boschi. È specie differenziale della forma altomontana inferiore dell'*Astrageletum siculi* (Poli 1965).

#### VIOLACEAE

*Viola aetnensis* (DC.) Strobl subsp. *aetnensis* (*V. aetnensis* Parl.) - End etnea - H scap - L 11; T 4; C 3; U 1; R 2; N 1 - da 1700 a 2600 m s.l.m. - Assente.

Molto diffusa nel piano di alta montagna fra i pulvini dell'*Astragalus siculus*, fra i blocchi lavici e sui pendici sassosi. Rinvenuta ai margini del betulleto. È specie caratteristica delle comunità pioniere d'alta quota del *Rumici-Astragalion siculi* (Poli, 1965).

#### CRASSULACEAE

*Sedum amplexicaule* DC. Subsp. *tenuifolium* Greuter - Stenomedit - Ch succ - L 11; T 4; C 4; U 2; R 7; N 1 - dal piano basale sino a 1850 m s.l.m - Rara.

Frequente su sabbie, lapilli e detriti, radure, boscaglie e arbusteti aperti. nel betulleto rinvenuta sporadicamente alle quote più basse.

#### ROSACEAE

*Rubus hirtus* W. & K. - SE-C-europ - nP - L 7; T 6; C 4; U 4; R 5; N 7 - Rara.

Si rinviene in ambienti boschivi, boscaglie e radure disturbate dall'azione antropica, quali aree incendiate o sottoposte ad intensi tagli di utilizzazione. È ritenuta specie caratteristica dei *Quercus-Fagetea* (Brullo et al. , 1999, 2008; Raimondo et al. 2009).

***Rubus* cfr *aetnicus*** Ten. - End Sicula - nP - L 7; T 6; C 4; U 4; R 5; N 7 - Rara.

Come il precedente si rinviene in ambienti boschivi, boscaglie e radure disturbate dall'azione antropica. È considerata caratteristica dei *Quercus-Fagetea* (Brullo et al. 1999).

## FABACEAE

***Astragalus siculus*** Biv. - End etnea - Ch suff - L 12; T 6; C 3; U 1; R 1; N 1 - da 1600 a 2450 m s.l.m - Comune.

Per la sua struttura pulvinata è la specie più caratteristica del paesaggio etneo d'alta quota. Predilige sabbie e lapilli di età antichissima del piano da alta montagna. Frequenti sono le penetrazioni in vari tipi di boschi al limite superiore di essi. Frequente nel betulleto, specialmente nei tratti di bosco più luminosi. È specie caratteristica dell'associazione *Astragaletum siculi* (Poli, 1965).

***Adenocarpus bivonii*** (C. Presl) C. Presl. (= *A. complicatus* (L.) Gay subsp. *commutatus* (Guss.) Coutinh var. *bivonii* (C. Presl) Zangheri.) - End etnea - nP - L 8; T 7; C 4; U 3; R 2; N 2 - da 1230 a 2000 m s.l.m - Sporadica.

Specie tipica di radure, boscaglie e boschi aperti. Nel betulleto diventa più frequente nelle zone più basse, in località Piano delle Donne, ove la betulla si mescola alle querce caducifoglie.

***Genista aetnensis*** (Biv.) DC. - End siculo-sarda - P caesp - L 12; T 7; C 3; U 1; R 1; N 1 - da 200 a 1900 m s.l.m - Sporadica.

È specie colonizzatrice delle colate laviche, penetra in boschi degradati e boscaglie aperte. Nel betulleto sporadica. I cespuglietti da essa formati esplicano una fondamentale azione colonizzatrice delle lave etnee grazie allo spiccato carattere pioniero di questa specie, ma possono anche avere il significato di vegetazione secondaria, insediandosi in aree dove sono state distrutte le cenosi forestali (Mercurio e Spampinato, 2008). Nelle comunità dell'*Astragaletum siculi* differenzia la variante a *Genista aetnensis*, che sta ad indicare gli aspetti meno elevati dell'*Astragaletum* che tendono ad evolvere verso comunità più mature volte alla formazione dei boschi (Poli, 1965).

***Lathyrus pratense*** L. - Paleotemp - H scap - L 7; T 5; U 6; R 7; N 6 - da 750 a 1720 m s.l.m - Rara.

Frequente in radure, boschi aperti, sentieri. Nel betulleto sporadica. È considerata specie caratteristica dei *Quercus-Fagetea* (Brullo et al. 1999).



*Trifolium pratense* L. subsp. *semipurpureum* (Strobl.) Pign. - Eurosib - Ch pulv - L 7; C 4 - da 350 a 2200 m s.l.m - Assente.

Si rinviene in aree incolte, radure e pascoli. Frequente nella vegetazione dell'astragaleto. Specie frequente nei pascoli mesofili della Sicilia.

*Trifolium repens* L. - Paleotemp - Ch rept - L 8; N 7 - da 920 a 2100 m s.l.m - Rara.

Pianta rinvenibile ai margini dei boschi, nei prati e lungo i sentieri. Specie frequente nei pascoli mesofili della Sicilia. È considerata specie dei *Molinio-Arrhenatheretea* R. TX. 1937 (Mucina, 1997).

*V. cracca* L.  $\gamma$  *aetnensis* Fiori (= *V. candolleana*  $\beta$  *aetnensis* Guss.; *V. stabiana* Ten.) - End Sicula - H scap - L 7; T 7; C 5; U 5; R 5; N 4 - Rara.

Per lo più nella fascia dei boschi caducifogli, all'interno dei boschi ma anche ai margini e nelle radure. Nel betulleto forma sporadicamente piccoli aggruppamenti, spesso in presenza di faggio e querce.

#### ONAGRACEAE

*Epilobium angustifolium* L. - Circumbor - H scap - L 6; T 4; C 4; U 4; N 4 - da 500 a 1500 m s.l.m - Assente.

Specie tipica delle radure e dei margini dei boschi, principalmente di pino laricio. Diffusa in aree che hanno subito incendi. Assente nel betulleto.

È specie caratteristica della classe *Epilobietea angustifolii* R. Tx. ex von Rochow 1951 (Mucina, 1997; Mercurio e Spampinato, 2008)

#### ERICACEAE

*Monotropa hypopitys* L. - Circumb - G par - L 3; T 4; C 5; U 4; R 4; N 0 - Rara.

Specie parassita di conifere e latifoglie, rinvenibile nei boschi di faggio e di pino laricio, rara nel territorio etneo. Nel betulleto è stata riscontrata una sola volta in presenza di pino laricio. Dal punto di vista fitosociologico è considerata specie caratteristica delle comunità dei *Querc-Fagetea*.

## CONVOLVULACEAE

***Cuscuta epithymum*** (L.) L. subsp. ***kotschyi*** (Des Moul.) - Steno medit - T par - L 8; T 7; C 4 - da 1700 a 2300 m s.l.m - Assente.

Pianta spesso presente sui pulvini di astragalo o su altre specie della vegetazione d'alta montagna. È stata riscontrata ai margini del betulleto al limite della vegetazione arborea. È specie caratteristica dell'*Astragaletum siculi* (Poli, 1965).

## SCROPHULARIACEAE

***Linaria purpurea*** (L.) Mill. - End sicula-Italia merid. - H scap - L 7; T 8; C 4; U 3; R 5; N 5 - da 0 a 2000 m s.l.m - Rara.

Pianta di ambienti aperti. Cresce su superfici laviche, luoghi sabbiosi e pietrosi asciutti, radure. Nel betulleto rara, per lo più riscontrata sulle colate attigue e ai margini delle stradelle. Frequente nella parte più bassa dell'*Astragaletum siculi*.

***Scrophularia canina*** L. - Eurimedit - H scap - L 8; T 8; C 5; U 3; R 8; N 3 - da 0 a 2100 m s.l.m - Rara.

Specie di luoghi aridi sabbiosi, pietraie smosse, incolti, margini delle strade. Nel betulleto rinvenuta in un solo rilievo, per lo più presente sulle colate adiacenti. Non assume un significato fitosociologico determinante, spesso presente nella forma altomontana inferiore dell'*Astragaletum siculi*.

## OROBANCACEAE

***Orobanche rapum-genistae*** Thuill. - Sub atlant - T scap - L 6; T 6; C 4; U 4; R 3; N 3 - fino a 1700 m s.l.m. - Rara.

Specie parassita spesso collegata alla presenza di *Genista aetnensis*. Nel betulleto sporadica.

## LAMIACEAE

***Acinos alpinus*** (L.) Moench subsp. ***meridionalis*** (Nyman) P. W. Ball (= *A. granatensis* (Boiss. & Reuter) Pereda subsp. *aetnensis* (Strobl) Pign.; *Satureja alpina* (L.) Scheele subsp. *meridionalis* (Nyman) Greuter & Burdet; *S. alpina* Scheele var. *aetnensis* Fiori.) - SW-medit. - Ch suffr - L 11; T 4; C 3; U 2; R 2; N 1 - da 920 a 2160 m s.l.m - Rara.

Specie di ambienti rocciosi e scoperti. Nel betulleto è stata rinvenuta molto di rado e con valori di copertura trascurabili. Frequente nelle comunità a *Pinus laricio* Poiret (Pirola &

Zappala, 1959). Assume il significato di specie differenziale della forma altomontana inferiore dell'*Astragaletum siculi* (Poli, 1965).

***Clinopodium vulgare*** L. subsp. ***arundanum*** (Boiss.) Nyman (= *Satureja vulgaris* (L.) Fritsch; *S. clinopodium* Caruel; *Calamintha vulgare* L.; *Calamintha clinopodium* Moris) - Circumbor - H scap - L 7; T 5; C 4; U 4; R 7; N 3 - da 0 a 1600 m s.l.m - Rara.

Predilige luoghi erbosi asciutti, ambienti rocciosi, boscaglie aperte, margini dei boschi e dei sentieri. All'interno del betulleto è sporadico, per lo più nelle zone più basse. È considerata specie caratteristica dei *Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika ( Brullo, 1999; Ubaldi, 2003; Poli, 2004;).

## RUBIACEAE

***Galium aetnicum*** Biv.(=*G. cinereum* All. var. *aetnicum* Biv.; *G. aetnense* Presl.) - End-Italia - H scap - L 8; T 6; C 4; U 2; R 3; N 2 - da 1550 a 2350 m s.l.m - Poco comune.

Frequente su rocce e sabbie vulcaniche nella fascia più alta dei boschi e nel piano di alta montagna tra i pulvini di astragalo. Nel betulleto è comune, specialmente alle quote più alte, alla base delle ceppaie di betulla.

## CAMPANULACEAE

***Jasione montana*** L. (= *J. montana* L. fo. *dentata* DC; *J. montana* L var. *echinata* (Boiss) Willd.; *J. echinata* Boiss & Reut.) - Medit. Montana - H scap - L 11; T 4; C 3; U 4; R 2; N 1 - da 0 a 2150 m s.l.m - Rara.

Comune su sabbie e rocce vulcaniche, macereti, suoli iniziali. Rara all'interno del betulleto, per lo più presente sulle colate adiacenti. Frequente nell'*Astragaletum siculi* Poli 1965.

## ASTERACEAE

***Achillea ligustica*** All. (= *A. sicula* Raf.) - W-stenomedit. - H. scap. - L 7; T 8; C 4; U 3; R 6; N 2 - da 0 a 1850 m s.l.m - Rara.

Specie tipica degli ambienti aperti. Frequente su superfici laviche, macereti, boscaglie aperte, margini dei boschi e dei sentieri. Penetra facilmente in diverse comunità vegetali di ambienti aperti, aridi e poveri di nutrienti. Nel betulleto è presente nelle stazioni più aperte e ai margini dello stesso. Frequente nell'*Astragaletum siculi* Poli 1965.

***Anthemis aetnensis*** Schow (*A. Montana* L. var. *aetnensis* (Schow) Fiori - End etnea - Ch suff - L 12; T 3; C 4; U 2; R 1; N 1 - da 1700 a 2900 m s.l.m - Assente.

Pianta colonizzatrice di lave e sabbie vulcaniche del piano di alta montagna. È la specie che si spinge più in alto sull'Etna raggiungendo insieme al *Senecio aetnensis* Jan i 3050 m s.l.m. (Poli, 1965). E' stata rinvenuta al di fuori del betulleto, sulle colate recenti che lo attraversano. Dal punto di vista fitosociologico è specie caratteristica dell'associazione *Rumici-Anthemidetum aetnensis* (Frei 1940) Poli 1965, comunità pioniera delle più alte pendici etnee.

***Carlina nebrodensis*** Guss. - End Sicula - H scap - L 11; T 5; C 3; C 1; R 7; N 1 - da 920 a 2000 m s.l.m - Rara.

Predilige luoghi aridi, radure e boscaglie aperte. Nel betulleto è stata riscontrata raramente e solo alle quote più basse.

***Centaurea parlatoris*** Heldr - End Sicula - H scap - L 11; T 5; C 3; U 3; R 7; N 2 - da 0 a 1900 m. s.l.m - Rara.

Predilige ambienti aperti , su sabbie e rocce vulcaniche, incolti aridi e margini delle colture e delle strade. È specie differenziale della variante a *Genista aetnensis* dell'*Astrageletum siculi* (Poli 1965).

***Chondrilla juncea*** L. - S-europ S-sib - H scap - L 8; T 7; C 5; U 3; R 8 - da 0 a 2000 m s.l.m. - Rara.

Specie di ambienti aperti e soleggiati, in incolti, radure, boscaglie aperte e margini delle strade. Nel betulleto alquanto rara, rinvenuta in un solo rilievo. Frequente nelle comunità xerofilo-ruderali della classe *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. Ex von Rochw (incluso *Onopordetea acanti* Br. Bl)(Mucina, 1997)

***Crepis leontodontoides*** All. - W-medit-mont - H ros - L 5; T 8; C 4; U 4; R 3; N 7 - da 400 a 2100 m s.l.m. - Poco Comune.

Pianta di boschi e boscaglie aperte e delle radure. Frequente nei boschi di Pino laricio e di roverella. Nel betulleto è comune in tutto il range altitudinale. È considerata specie caratteristica delle comunità dei *Quercetalia pubescenti-petraeae*. (Brullo et al.,1999; Pirone et al., 2009; Maniscalco e Raimondo, 2009).

***Hieracium racemosum*** Waldst.& Kit. Ex Willd. (*H. racemosum* Waldst.& Kit. Ex Willd. Var. *crinitum* (S. et S.) Fiori; *H. crinitum* S. et S.) - Europ-caucas - H scap - L 4; T 4; C 4; U 6; R 4; N 4 - da 1000 a 2100 m s.l.m - Assente.

Pendici e pareti rocciose delle zone boschive, soprattutto a pino laricio e faggio. Ricontrata nei boschi a prevalenza di pino laricio adiacenti al betuletto.

***Hypochoeris laevigata*** (L.) Ces., Pass. & Gibelli (*Seriola laevigata* L.) - Sw-medit-mont - H ros - L 6; T 8; C 3; U 2; R 7; N 1 - da 600 a 2000 m s.l.m - Assente.

È specie di ambienti boschivi su substrati rocciosi. È considerata specie caratteristica dei boschi a pino laricio della Sila (*Hypochoerido-Pinetum laricionis* Bonin 1978); sull'Etna non ha lo stesso ruolo in quanto presente nei vari boschi (di leccio, castagno, querce caducifoglie, pino laricio, faggio).

***Robertia taraxacoides*** (Loisel.) DC. (= *Seriola taraxacoides* Loisel; *Hypochoeris taraxacoides* Hoffm.; *H. robertia* Fiori) - End Italia - H ros - L 11; T 5; C 3; U 4; R 3; N 1 - da 1700 a 3000 m s.l.m. - Assente-

Frequente su sabbie e rocce vulcaniche, specialmente del piano alto-mediterraneo (Poli, 1991). All'interno del betuletto assente, riscontrata sulle colate adiacenti e a limite della vegetazione arborea. Dal punto di vista fitosociologico è specie del *Rumici-Astragalion siculi* (Poli, 1965).

***Senecio squalidus*** L. subsp. *aetnensis* (Poir.) Greuter (= *S. aetnensis* Jan; *S. squalidus* L. γ *aetnensis* (Jan) Fiori) - End etnea - Ch suffr - L 11; C 2; U 2; R 1; N 1 - da 1750 a 3000 m s.l.m - Rara.

Frequente su sabbie e rocce vulcaniche, specialmente del piano di alta montagna. Insieme con pochissime altre specie segna il limite estremo assoluto dei vegetali sul vulcano. È una delle più caratteristiche specie etnee ed è propria della regione più elevata. Caratterizza l'alleanza *Rumici-Astragalion* (Poli, 1964). Nel betuletto rinvenuta raramente.

***Senecio squalidus*** L. β *glaber* Ucria (= *S. aetnensis* Jan var. *incisus* (C. Presl) DC. ;) - End etnea - Ch suffr - L 11; C 2; U 2; R 1; N 1 - da 500 a 1900 m s.l.m - Assente.

Si rinviene su sabbie, rocce vulcaniche e radure dei boschi. Si distingue dalla precedente per le foglie inciso-dentate.

***Tanacetum siculum*** (Guss.) Strobl (= *T. vulgare* L. var. *aetnicum* Heldr.) - End Sicula - H scap - L 11; C 2; U 1; R 1; N 1 - da 1000 a 2500 m s.l.m - Poco comune.

Specie di ambienti aperti, boscaglie, radure, pascoli d'alta quota. Frequente nella vegetazione ad astragalo. Nel betulleto frequente in tutto l'areale.

*Tragopogon crocifolius* L. - Stenomedit - H scap - L 9; T 9; C 4; U 3; R 5; N 3 - da 900 a 1540 m s.l.m. - Assente.

Specie di ambienti aperti, boscaglie, radure. Frequente nelle comunità dell'orizzonte supramediterraneo del piano mediterraneo basale (Poli, 1991). Da noi riscontrata nelle radure e sulle colate sabbiose adiacenti al betulleto.

#### 4.2.1 Spettro biologico

Considerando le forme biologiche delle specie presenti all'interno dei popolamenti a *Betula aetnensis* è stato ricavato lo spettro biologico (Fig. 38), da cui si evidenzia la netta prevalenza di specie emicriptofite, presenti con il 45%. Le altre sono così suddivise: 16% fanerofite, 14% geofite, 11% camefite, 7% nanofanerofite e 4% terofite.

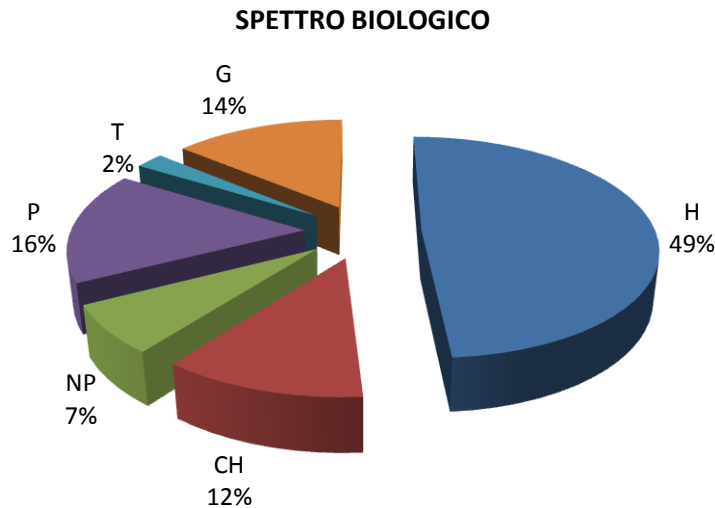


Fig. 38 - Spettro biologico delle specie rinvenute nel betulleto

L'alta percentuale di emicriptofite, che insieme alle camefite raggiungono il 61%, è dovuto al contingente di piante tipiche della vegetazione d'alta quota presente sull'Etna. La percentuale elevata di fanerofite rispecchia la presenza di diverse specie arboree. Il carattere boschivo è dato, invece, dalla discreta presenza di geofite (per lo più orchidee) e dalla percentuale alquanto bassa di terofite.

Lo spettro biologico del betulleto è stato confrontato con quelli ottenuti per la vegetazione d'alta quota del *Rumici-Astragalion siculi* (Tab. 51 in Poli, 1965) e quella dei boschi etnei di querce caducifoglie e di faggio, rispettivamente, del *Pino-Quercion congestaeae* (Tab 4 in Brullo, Scelsi, Siracusa, Spampinato, 1999) e del *Doronico-Fagion* (Tab 1 in Poli et al., 1979a) (Fig. 39).

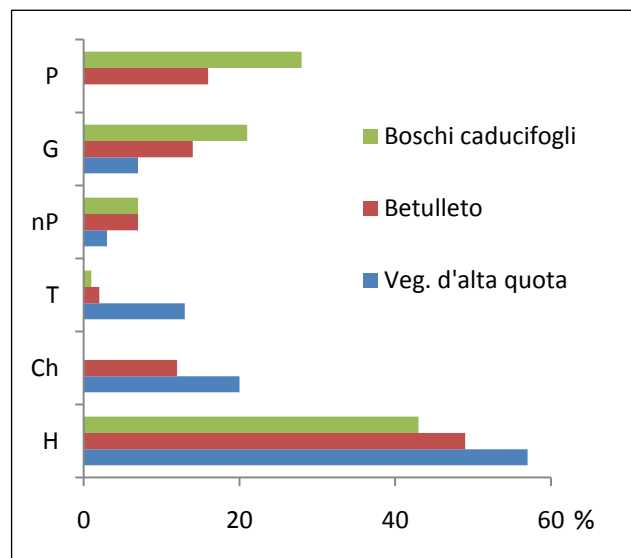


Fig. 39 - confronto tra gli spettri biologici relativi al betulleto, alla vegetazione d'alta quota del *Rumici-Astragalion* e ai boschi caducifogli del *Pino-Quercion congestaeae* e del *Doronico-Fagion*.

Si osserva che lo spettro biologico riferito al betulleto assume valori intermedi compresi tra quelli assunti dagli aspetti riferiti alla vegetazione d'alta quota del *Rumici-Astragalion* e quelli assunti dalla vegetazione dei boschi caducifogli dei *Doronico-Fagion* e dei *Pino-Quercion Congestae*. La percentuale di geofite, nanofanerofite e fanerofite, indice di ambiente bochivo, aumenta passando dalla vegetazione d'alta quota al betulleto ai boschi di querce caducifoglie. viceversa le forme biologiche terofitiche, emicriptofitiche e camefitiche, aumentano passando dai boschi alla vegetazione d'alta quota.

#### 4.2.2 Spettro corologico

Per meglio evidenziare le percentuali con cui i singoli tipi corologici sono rappresentati nella florula del betulleto, è stato costruito lo spettro riportato in figura 40.

Dal grafico appare evidente la forte presenza di specie endemiche 39% (etnee 32%, sicule 26%, siculo-italo meridionali 42%) che insieme alle specie mediterranee (18%) raggiungono il 57 % della flora totale. Tale dato è conferma della vicinanza del betulleto alla vegetazione d'alta quota che penetra nella fascia più alta dei boschi e quindi nel betulleto.

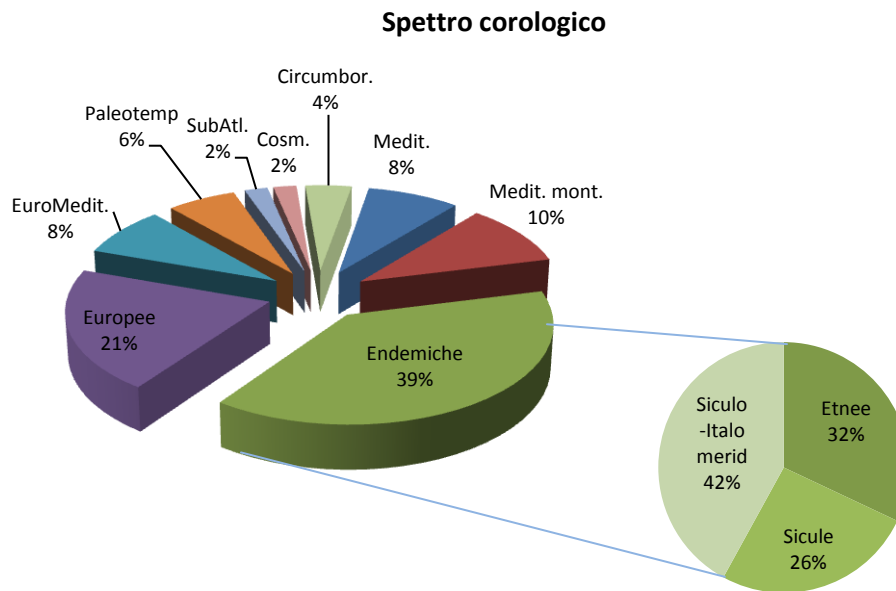


Fig. 40 - Spettro ecologico delle specie rinvenute nel betulleto

Lo spettro corologico del betulleto è stato confrontato con quelli ottenuti per la vegetazione d'alta quota del *Rumici-Astragalion siculi* ( Tab. 51 in Poli, 1965) e quella dei boschi



etnei di querce caducifoglie e di faggio, rispettivamente, del *Pino-Quercion congestaeae* (Tab 4 in Brullo, Scelsi, Siracusa, Spampinato, 1999) e del *Doronico-Fagion* (Tab 1 in Poli et al., 1979a) (Fig. 39).

Nel grafico in figura 41 si rileva che la percentuale di specie endemiche diminuisce notevolmente passando dalla vegetazione d'alta quota, al betulleto, ai boschi caducifogli etnei del *Pino-Quercion congestaeae* e del *Doronico-Fagion*.

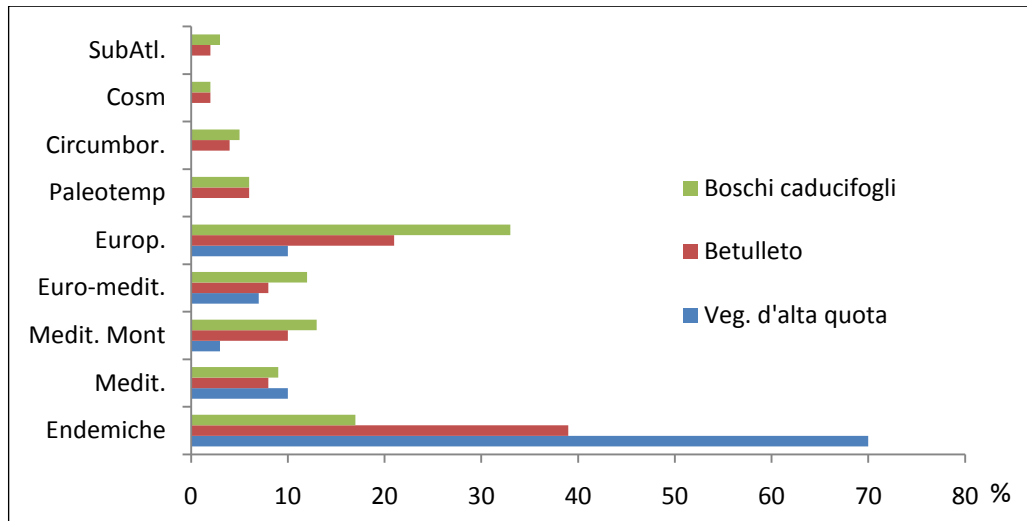


Fig. 41 – Confronto tra gli spettri corologici collocati per il betulleto, per la vegetazione d'alta quota del *Rumici-Astragalion* e per i boschi caducifogli del *Pino-Quercion congestaeae* e del *Doronico-Fagion*.

Anche in questo caso, come per lo spettro biologico, si osserva che lo spettro corologico riferito al betulleto assume, per lo più, valori intermedi compresi tra quelli assunti dagli spettri riferiti alla vegetazione d'alta quota del *Rumici-Astragalion* e quelli assunti dalla vegetazione dei boschi caducifogli dei *Doronico-Fagion* e dei *Pino-Quercion Congestaeae*. Nel complesso lo spettro corologico del betulleto, per la presenza di corotipi assenti nella vegetazione d'alta quota, si avvicina maggiormente a quello relativo ai boschi caducifogli.

#### 4.2.3 Spettro anabainico ponderato

Utilizzando le forme di crescita delle specie erbacee ed arbustive presenti nel betulleto è stato realizzato lo spettro anabainico ponderato, utilizzando come indice di ponderazione il valore di frequenza di ogni singola specie sul totale dei rilievi fitosociologici effettuati nel betulleto (Fig. 42).

La netta prevalenza di specie cespitose, rizomatose, suffruticose e rosulate, che insieme raggiungono il 63 %, è tipica della vegetazione d'alta quota, ma può essere anche il risultato degli effetti del pascolo. Queste forme resistono meglio al morso del bestiame, contrariamente alle scapose e alle bienni, il cui scapo florale viene brucato più facilmente.

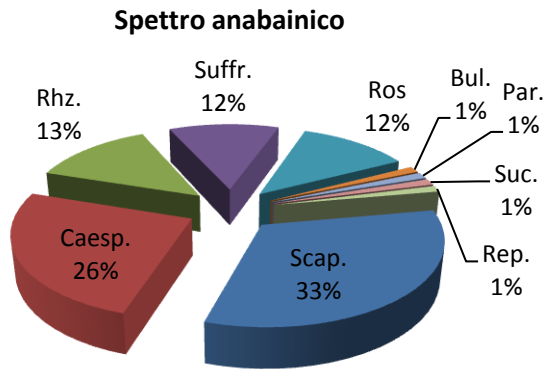


Fig. 42 - Spettro anabainico ponderato

#### 4.2.4 Distribuzione delle specie in classi di frequenza

Considerando la frequenza delle specie calcolata sul totale dei rilievi fitosociologici effettuati nel bosco di betulla è stato realizzato il grafico in figura 43.

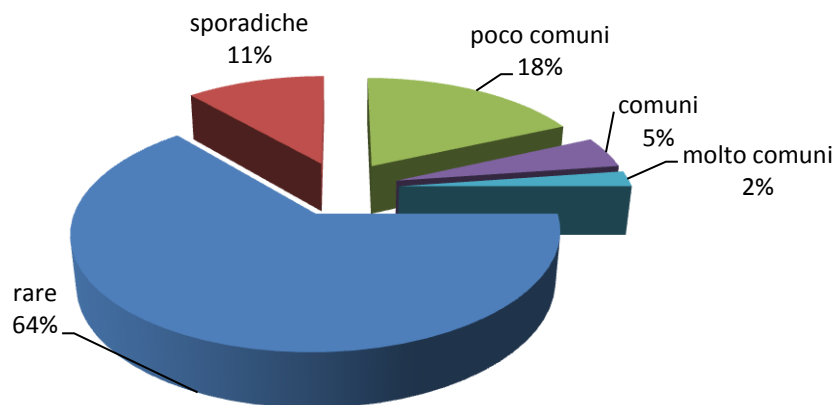


Fig.43 - Distribuzione in classi di frequenza delle specie rinvenute all'interno del betulleto. Classe di frequenza: rare (0-20 %); sporadiche (21-40%); poco comuni (41-60%); comuni (61-80%); molto comuni (81-100%).

La bassa percentuale di specie *molto comuni* e *comuni* e *poco comuni* (25% della florula del betulleto), è indice di un piccolo numero di specie costanti rappresentative della comunità vegetale del betulleto, mentre l'alta percentuale di specie poco frequenti può essere interpretato sia come indice di un ambiente alquanto eterogeneo costituito da diversi aspetti vegetazionali, sia di un ambiente disturbato che consente la penetrazione occasionale di specie appartenenti ad ambienti e comunità vegetali diverse.

### 4.3 Aspetti dell'ecologia della germinazione

Le indagini condotte in laboratorio sulla germinazione dei semi di *Betula aetnensis* hanno consentito di definire lo spettro di alcuni parametri ambientali entro cui è possibile ottenere la germinazione dei semi. È stato definito l'intervallo di temperatura ottimale per la germinazione, analizzando anche l'influenza di alcuni fattori quali la luce, la vernalizzazione (stratificazione), la scarificazione e la conservazione a temperatura ambiente dei semi. Sono state compiute inoltre osservazioni onde verificare la germinabilità dei semi presenti nel suolo del betulleto e in quello delle radure, l'assenza di fattori inibenti la germinazione nel suolo del betulleto e la capacità di sviluppo delle plantule ottenute dai test.

L'elaborazione dei dati ottenuti ha, quindi, permesso di costruire un primo quadro dell'ecologia della germinazione di *Betula aetnensis* e di effettuare un confronto con i dati noti in letteratura per la *Betula pendula* e la *Betula pubescens*.

#### Range di temperatura ottimale per la germinazione

I primi test realizzati sono stati mirati all'individuazione dell'intervallo di temperatura entro cui è possibile ottenere la germinazione dei semi e sono state individuate le temperature ottimali che permettono massimo numero di semi germinati nel minor tempo.

I semi sono stati posti a germinare alle diverse temperature costanti di 4, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40  $\pm 1$  °C, con fotoperiodo di 8 ore di luce e 16 di buio (L8/B16).

Da dati ottenuti (Tab. 16) emerge che i semi maturi al momento del distacco dalla pianta madre, soddisfatte le richieste idriche per il processo di germinazione e in presenza di luce, sono in grado di germinare prontamente e con percentuali dipendenti dalla temperatura. Infatti, si osserva che i semi germinano solamente in un intervallo di temperatura compreso tra 15 e 35 °C. Inoltre si è rilevato che il valore massimo si ottiene a 25 e 30 °C, e diminuisce per le altre temperature fino all'assenza totale di germinazione. Il valore più basso si ha a 15 °C (Tab. 16; Fig. 44).

	% di germinaz.	S*
5°C	0	0
10°C	0	0
15°C	12,0	$\pm 1,41$
20°C	74,5	$\pm 0,71$
25°C	83,5	$\pm 0,71$
30°C	83,5	$\pm 3,54$
35°C	63,5	$\pm 0,71$
40°C	0	0

Tab. 16 - Percentuali di germinazione alle differenti temperature costanti. (\*S=deviazione standard)

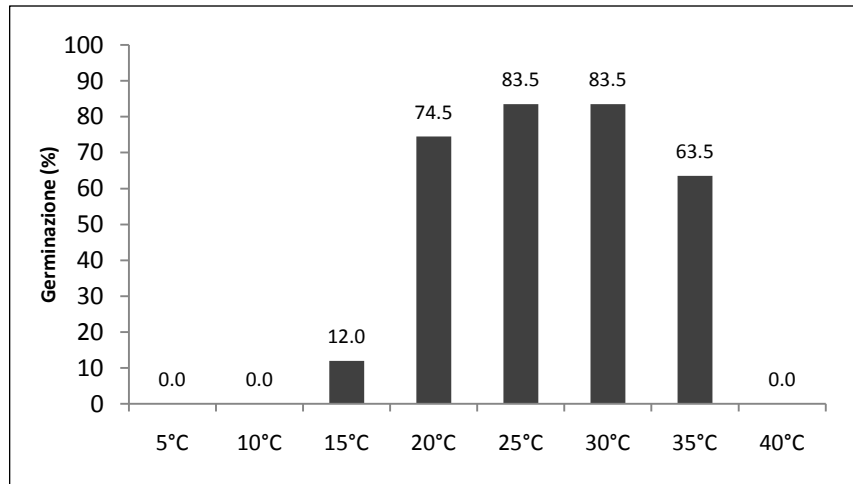


Fig.44 – Percentuali di germinazione a differenti temperature costanti con fotoperiodo (L8/B16).

Le percentuali di germinazione ottenute alle diverse temperature sono state confrontate col test del  $\chi^2$  (Tab. 17) dal cui calcolo emerge che le differenze riscontrate sono quasi tutte statisticamente significative; solo tra dati ottenuti a 25°C e a 30°C è emersa una differenza non significativa. Ciò significa che la temperatura che permette di avere massima percentuale di germinazione è compresa nell'intervallo tra 25 e 30 °C.

Temp	35 °C	30°C	25°C	20°C
30°C	19.52**			
25°C	19.52**	<b>0,00 NS</b>		
20°C	5.15*	4.36*	4.36*	
15°C	110.68**	202.05**	202.05**	156.61**

Tab.17. - Test X<sup>2</sup> con correzione di Yates. (\*=p<0.05; \*\*=p<0.01; NS=non significativo)

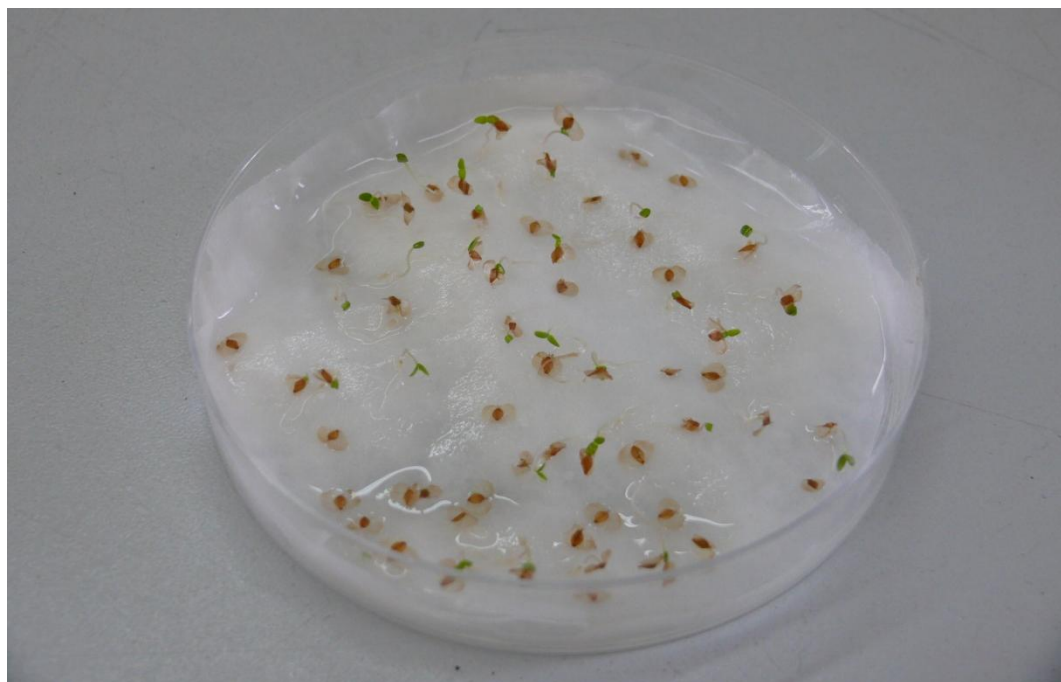


Fig. 45 - Semi germinati di *etula. aetnensis* su capsula Petri.

Dall'analisi dei tempi medi di germinazione (MTG) si rileva che la velocità di germinazione aumenta fino a 30 °C, valore massimo, per poi decrescere rapidamente.

Anche i valori assunti dal T50 (tempo necessario per ottenere il 50% di semi germinati rispetto alla capacità germinativa del lotto) confermano che la massima efficienza si ottiene per le temperature di 30° (Tab. 18 e Fig.46) .

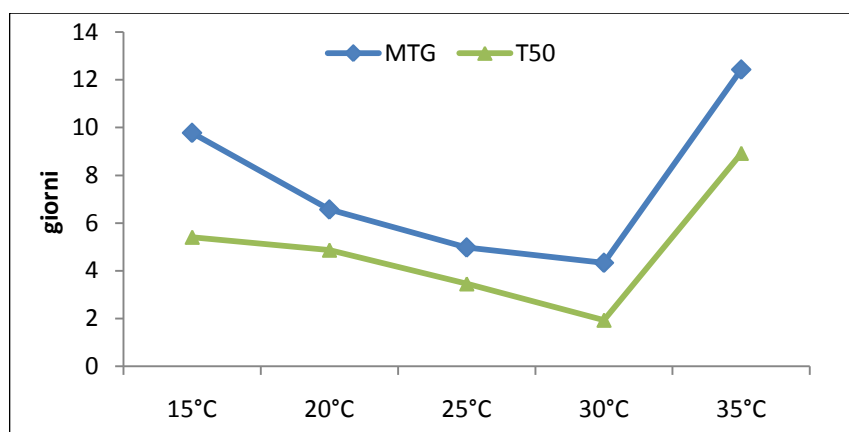


Fig. 46 Tempi medi di germinazione (MTG) e Tempi medi necessari per ottenere il 50% di semi germinati rispetto alla capacità germinativa del lotto (T50) espressi in giorni.

Si è osservato, inoltre, che i semi che non germinano alle temperature di 4 e 10 °C rimangono vitali, mentre quelli che non germinano a 35 °C non hanno vitalità.

	MTG	s	T50	s
15°C	9,78	± 0,45	5,42	± 0,13
20°C	6,57	± 0,62	4,87	± 0,11
25°C	4,98	± 0,30	3,46	± 0,79
30°C	4,34	± 0,86	1,94	± 0,30
35°C	12,43	± 0,99	8,92	± 0,54

Tab. 18 - Tempi medi di germinazione (MTG) e Tempi medi necessari per ottenere il 50% di semi germinati rispetto alla capacità germinativa del lotto (T50) espressi in giorni. (s= deviazione standard).

### Effetti della luce sulla germinazione

Studi sui semi di *Betula pendula* dimostrano che essi presentano una lieve dormienza che può essere rimossa o dalla presenza di luce o dalla stratificazione (Black 1956; Black e Wareing 1954, 1955).

Per individuare gli eventuali effetti della luce sulla germinazione dei semi di *B. aetnensis* sono stati allestiti test di germinazione alla temperatura costante di 25 °C utilizzando capsule oscurate.

I risultati ottenuti hanno mostrato un percentuale media di germinazione del 30 % in contrapposizione alla percentuale dell'83,5% ottenuta per i semi posti a germinare con fotoperiodo.

Per contro, i semi testati in assenza di luce, dopo una settimana di assenza di nuove germinazioni, sono stati posti in presenza di luce e si è osservato che questi riprendevano la germinazione arrivando ad una percentuale media del 91 % (Fig. 47).

I dati ottenuti mostrano che i semi di *Betula aetnensis* presentano un certa dormienza che può essere inibita dalla presenza di luce.

Considerando che il seme di betulla è molto piccolo e che possiede pochissime riserve, la presenza di luce come fattore stimolante evita che il seme, in condizioni favorevoli, germini in assenza della luce necessaria per lo sviluppo della giovane plantula.

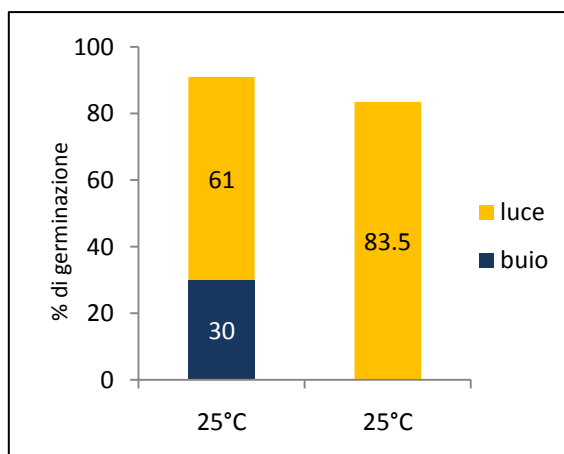


Fig. 47 - Percentuali di germinazione a 25°C in assenza di luce (tratto blu) e in presenza di luce (tratto giallo).

### Effetti della vernalizzazione

Con il termine vernalizzazione (stratificazione fredda o prechilling) si intende l'esposizione dei semi dormienti a temperature variabili da +2° a +5°C in ambiente umido ed arieggiato (nudi o mescolati ad un substrato soffice) per periodi caratteristici per ogni specie o lotto. La vernalizzazione simula l'azione che l'inverno esercita su alcuni semi (C. Longo, 1996). È dimostrato che la lieve dormienza dei semi di *Betula pendula* può essere rimossa dalla stratificazione con o senza la presenza di luce (Black e Wareing 1955, Vaartaja 1956). Inoltre la stratificazione in *Betula pendula* elimina l'effetto della temperatura sulla percentuale di semi germinati, permettendo di ottenere un numero elevato di semi germinati anche alle temperature più basse del proprio intervallo di germinazione (Cabiaux e devillez 1977)

Per testare gli effetti della vernalizzazione sulla germinazione dei semi di *Betula aetnensis*, un lotto di semi è stato sottoposto a vernalizzazione alla temperatura costante di 3.5°C per 2 mesi.

I semi così trattati sono stati posti a germinare alla temperatura costante di 15, 25 e 35 °C con fotoperiodo L8/B16. Per osservare l'influenza della luce dopo la stratificazione, un

ulteriore test è stato realizzato alla temperatura costante di 25 °C in assenza di luce (Tab. 19 e Fig. 48).

Temp	% Germinaz.	MTG	<i>s</i>	T50	<i>s</i>
15°C	84%	6,29	± 0,45	4,04	± 0,15
25°C buio	77%	4,94	± 0,54	2,89	± 0,13
25°C	88%	3,49	± 0,32	1,63	± 0,57
35°C	83%	3,46	± 0,44	2,62	± 0,41

Tab. 19 - Valori ottenuti alle diverse temperature costanti per i semi sottoposti a vernalizzazione: percentuale di germinazione, tempi medi di germinazione espressi in giorni (MTG) e tempi medi necessari per ottenere il 50% di semi germinati rispetto alla capacità germinativa del lotto (T50) espressi in giorni . (*s*= deviazione standard).

I risultati ottenuti mostrano in primo luogo che gli effetti della temperatura vengono annullati dalla stratificazione. Infatti, per tutte le temperature dei test si ottiene quasi la stessa percentuale di germinazione. Confrontando tali dati con quelli ottenuti senza stratificazione si osserva che si raggiunge l'optimum di germinazione in tutto il range di temperature in cui essa è possibile.

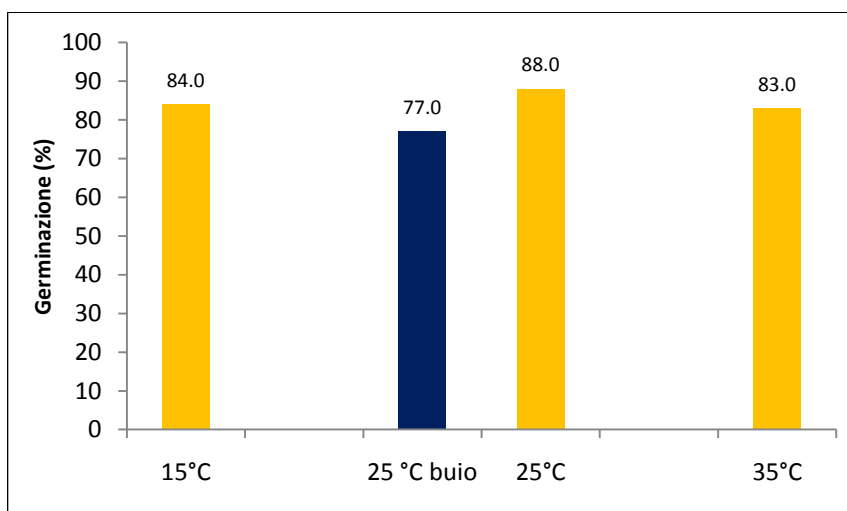


Fig 48 - Percentuali di germinazione di semi vernalizzati - in giallo test in presenza di luce, in blu in assenza di luce.

Ciò significa che in natura i semi, dopo aver subito vernalizzazione, sono subito pronti a germinare con massima efficienza appena la temperatura raggiunge i 15° C.

Inoltre confrontando i tempi medi di germinazione (Fig. 49) si rileva che i semi sottoposti a vernalizzazione germinano più velocemente di quelli non sottoposti a tale processo (Fig. 49).

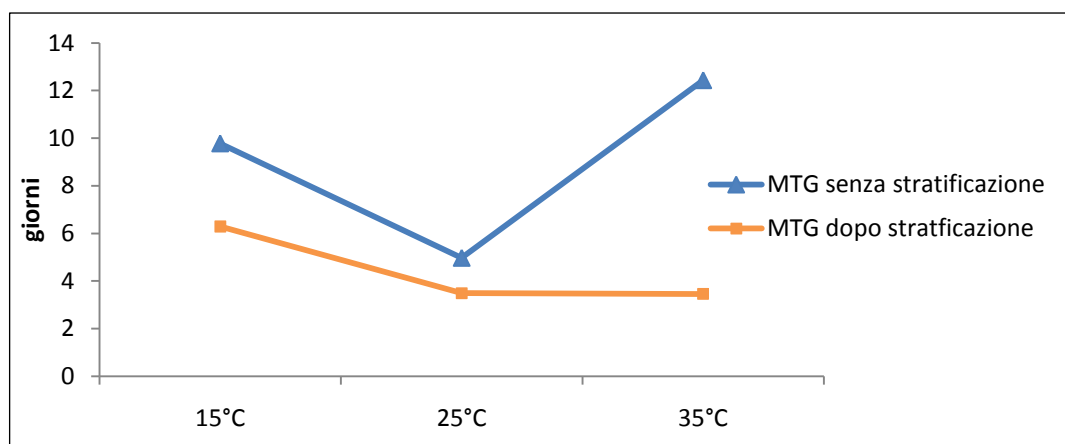


Fig. 49 - Confronto tra i tempi medi di germinazione (MTG) ottenuti con e senza stratificazione in presenza di luce.

Altro dato interessante è il fatto che anche per la betulla dell'Etna, come per la *Betula pendula* e la *Betula pubescens*, la stratificazione annulla gli effetti dell'assenza di luce sulla germinazione. Infatti, si è osservato che anche in assenza di luce è stata raggiunta una germinazione del 77 %, contro il 30 % ottenuto senza stratificazione (Fig. 48).

Quindi la stratificazione migliora la velocità e la percentuale di germinazione e sostituisce completamente gli effetti della luce.

### Effetti della scarificazione

Black e Wareing (1959) osservarono che la scarificazione sostituisce pienamente gli effetti della vernalizzazione sui semi di *B. pendula*.

Per dimostrare la presenza di tali effetti anche per la betulla dell'Etna i semi sono stati sottoposti a processo meccanico di scarificazione e successivamente posti a germinare in assenza di luce alla temperatura costante di 25 °C (Tab. 20).

	% Germinaz.	MTG	T50
<b>Semi scarificati</b>	82%	4.76	3.33

Tab. 19 - Valori ottenuti alla temperatura costante di 25°C per i semi sottoposti a scarificazione: percentuale di germinazione, tempi medi di germinazione espressi in giorni (MTG) e tempi medi necessari per ottenere il 50% di semi germinati rispetto alla capacità germinativa del lotto (T50) espressi in giorni.

Dai test è stata ottenuta una germinazione dell'82%, valore equiparabile a quelli ottenuti in presenza di luce o dopo stratificazione. Dimostrazione che il processo di



scarificazione può sostituire completamente sia la presenza del fotoperiodo sia la vernalizzazione.

Dal confronto dei risultati ottenuti per la *B. aetnensis* con quelli noti per *B. pendula* e *B. pubescens* non si è riscontrata alcuna differenza (Tab. 21). Sebbene la *Betula aetnensis*, la *Betula pendula* e la *Betula pubescens* occupino ambienti diversi, per quanto riguarda gli aspetti dell'ecologia della germinazione esaminati non è stata riscontrata alcuna differenza.

Tab. 21 - Test eseguiti e confronto di *Betula aetnensis* con *Betula pendula* e *Betula pubescens*

<b>Condizioni di germinazione</b>	<b><i>B. aetnensis</i></b>	<b><i>B. pendula</i> e <i>B. pubescens</i></b> (Black et Wareing 1959; Brinkman 1974; Heit 1967; ISTA 1996;)
<b>Assenza di luce</b> (nessun trattamento)	I semi presentano dormienza con una percentuale di germinazione del 30%	I semi presentano una leggera dormienza
<b>Con Fotoperiodo</b>	Nessuna dormienza, la germinazione è influenzata dalla temperatura	Nessuna dormienza, la germinazione è influenzata dalla temperatura
<b>Vernalizzazione</b> (assenza di luce)	Nessuna dormienza, la germinazione non è influenzata dalla temperatura, maggiore velocità di germinazione	Nessuna dormienza, la germinazione non è influenzata dalla temperatura, maggiore velocità di germinazione
<b>Scarificazione</b> (assenza di luce)	Nessuna dormienza, maggiore velocità di germinazione	Nessuna dormienza, maggiore velocità di germinazione

### Test di germinabilità

I test di cui sopra sono stati eseguiti su semi raccolti e conservati alla temperatura costante di 4°C.

Con lo scopo di valutare la germinabilità dei semi conservati a temperatura ambiente sono stati effettuati diversi test su campioni conservati per 2 anni, 1 anno, 3 mesi, 1 mese dalla raccolta.

Ogni test è stato eseguito alla temperatura 25 °C con fotoperiodo L8/B16.

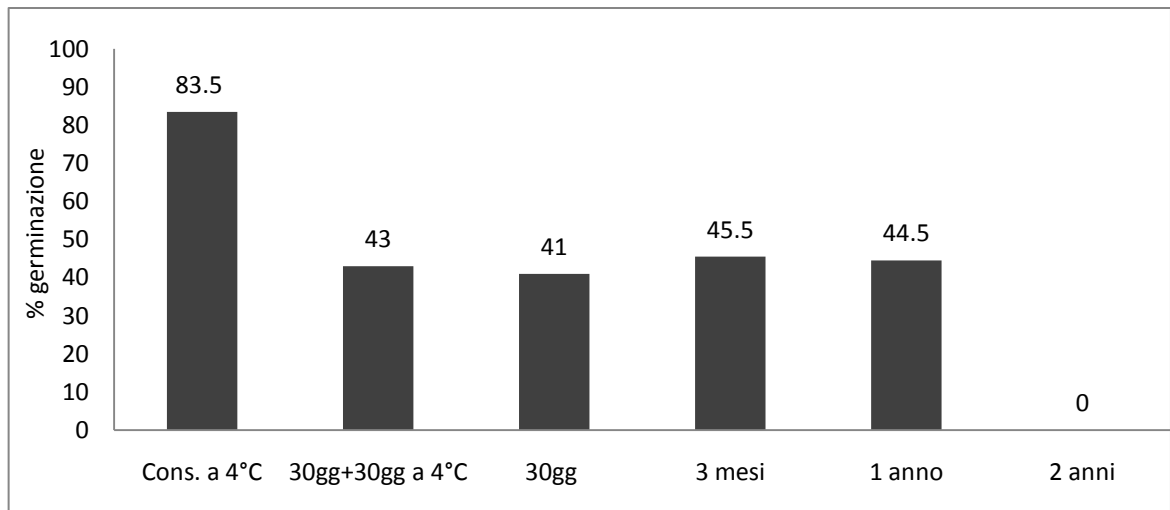


Fig.50 - Percentuali di germinazione alla temperatura costante di 25°C di semi conservati a temperatura ambiente per: 2 anni, 1 anno, 3 mesi, 30 giorni; semi conservati a temperatura ambiente per 30 giorni più 30 in frigo; semi conservati per 3 mesi alla temperatura di 4°C.

I risultati mostrano (Fig. 50) che i semi tenuti a temperatura ambiente per un periodo di 2 anni non mostrano più capacità germinativa. Per i semi conservati a temperatura ambiente rispettivamente per 1 anno, 3 mesi, 1 mese si è ottenuta una percentuale di germinazione di poco inferiore al 50%. Confrontando questo valore con quello ottenuto per i semi conservati alla temperatura di 4° si osserva quasi un dimezzamento della capacità germinativa.

Per escludere l'eventualità che la conservazione in frigo a 4°C possa favorire la germinazione simulando gli effetti della vernalizzazione, una parte dei semi conservati a temperatura ambiente per 30 giorni dalla raccolta è stata posta a germinare dopo essere stata conservata in frigo alla temperatura di 4°C per un ulteriore periodo di 30 giorni. Da questo sono state ottenute percentuali medie di germinazione (43%) paragonabili a quelle ottenute per i test eseguiti su semi conservati temperatura ambiente.

Calcolando il tempo medio di germinazione dei semi conservati a temperatura ambiente (Fig. 51) si osserva una diminuzione della velocità all'aumentare del periodo di conservazione.

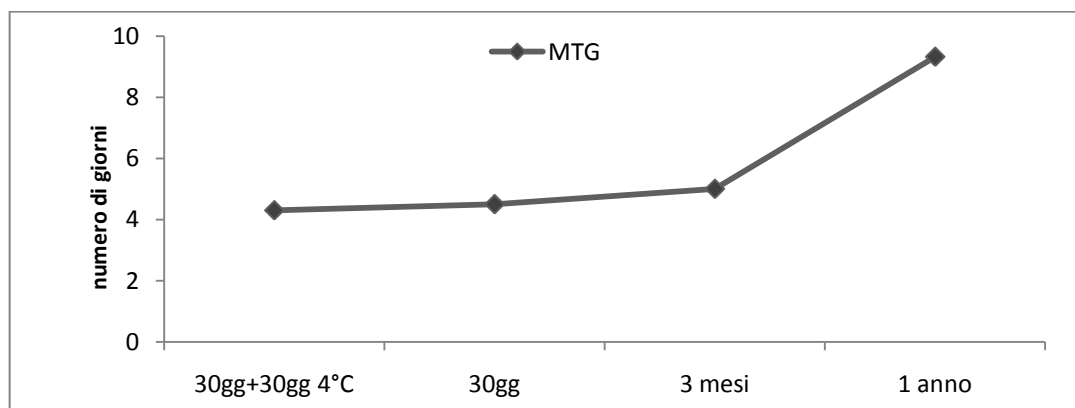


Fig. 51 - Tempi medi di germinazione (MTG) per differenti periodi di conservazione a temperatura ambiente.

Dai dati ottenuti è emerso che dopo un mese dalla raccolta dei semi, conservati a temperatura ambiente, il potere germinativo è dimezzato e si mantiene per lo più costante per almeno un anno; quelli conservati per un periodo di 2 anni non mostrano più alcuna capacità germinativa.

Si osserva, inoltre, che la velocità di germinazione tende a decrescere col passare del tempo.

#### Test su semi estratti dal suolo del betulleto

Per testare la vitalità dei semi in natura, in due diversi periodi dell'anno sono stati prelevati campioni di suolo all'interno del betulleto e nelle sue radure. I semi estratti da questi campioni sono stati posti a germinare alla temperatura costante di 25 °C con fotoperiodo L8/B16. I campioni di suolo sono stati raccolti alla fine del periodo invernale, nel mese di marzo, e all'inizio del periodo dell'aridità estiva, nel mese di luglio. Sono stati scelti questi due periodi perché: il primo rappresenta il momento in cui i semi, caduti al suolo nel mese di ottobre-novembre, hanno già subito la vernalizzazione e sono pronti a germinare, il secondo rappresenta l'inizio del periodo arido estivo e quindi il momento più critico per la sopravvivenza dei semi.

I risultati mostrano che già nel mese di luglio i semi presenti nel suolo prelevato sia all'interno del bosco che nelle radure non sono più vitali; solamente una percentuale irrilevante di semi riesce a germinare (Fig. 52).

Il secondo campione è stato prelevato nel mese di marzo, in presenza ancora di suolo parzialmente ghiacciato. I risultati ottenuti mostrano una percentuale media di germinazione del 59,9 % per i semi provenienti dalle radure, mentre dei semi provenienti dal suolo del bosco solo il 25,5 % è riuscito a germinare .

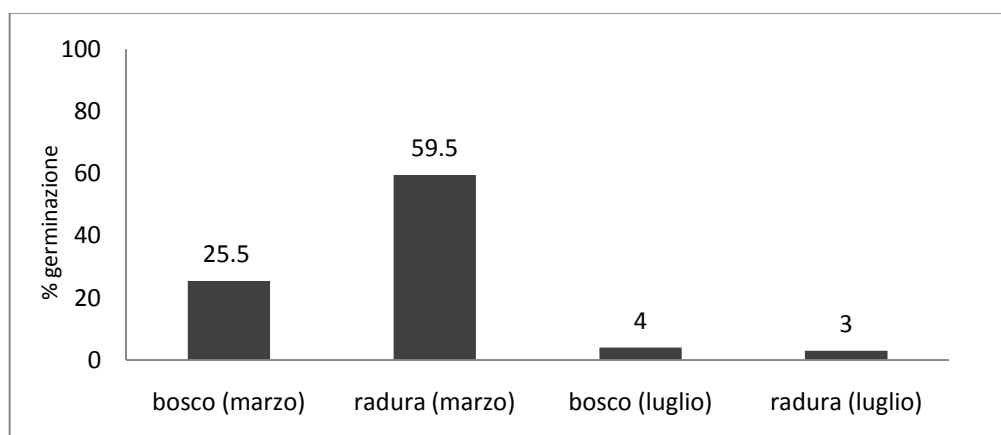


Fig 52. percentuale di germinazione di semi estratti dal suolo in diversi periodi dell'anno.

È possibile ipotizzare che la lettiera del bosco rispetto al suolo sabbioso delle radure, rappresenti un ambiente maggiormente ricco di microrganismi che può facilmente danneggiare i semi presenti.

Questi dati dimostrano che solamente una parte dei semi prodotti annualmente dalla betulla è vitale dopo il periodo invernale e di questa solo una percentuale trascurabile lo sarà ancora all'inizio dell'estate.

Possiamo quindi affermare che la banca dei semi di *Betula aetnensis* è basata sull'annuale apporto di nuovo seme.

#### Germinazione su suolo del betulleto e vitalità delle plantule

Per escludere la possibilità che eventuali sostanze presenti nel suolo del betulleto possano inibire la germinazione sono state effettuate delle prove di germinazione su diversi campioni di suolo prelevato all'interno del bosco.

Dai semi posti a germinare su suolo del betulleto è stato possibile ottenere un elevato numero di plantule che dimostrano l'assenza di possibili sostanze inibenti la germinazione (Fig. 53).



Fig. 53 -Piantine di *Betula aetnensis* su suolo del betulleto. a)Plantule di betulla di pochi giorni; b) plantula di 2 mesi; c) piantine di 4 mesi; d)piantine di 6 mesi.

Alcune delle plantule ottenute sono state messe a dimora nel Giardino Botanico “Nuova Gussonea” (1750 m s.l.m.). Dopo, circa due anni, le piante hanno presentato una buona vigoria e hanno raggiunto il metro d’altezza. Ad oggi non sono stati osservati fenomeni di deperimento.

#### 4.4 Rinnovazione naturale della *Betula aetnensis*

Le osservazioni condotte nel betuletto e nelle aree scoperte ad esso adiacenti hanno fornito dati sulla rinnovazione naturale e sulle stazioni ove possibile rinvenire plantule e giovani piante di betulla originate dalla germinazione dei semi.

##### 4.4.1 Rinnovazione naturale nel bosco e nelle radure

All'interno del betuletto sono stati realizzati 150 rilievi fitosociologici su aree di 100 m<sup>2</sup> al cui interno oltre i dati riguardanti la vegetazione si è tenuto conto della presenza di eventuali piante di betulla presenti allo stadio arbustivo e di plantula originate da seme.

I dati raccolti hanno mostrato l'assenza all'interno del bosco di rinnovazione gamica, tutte le piante rinvenute nei rilievi effettuati sono state identificate come di origine agamica provenienti polloni radicali emessi dalla pianta madre.

L'assenza di rinnovazione naturale per seme all'interno dei boschi di betulla non dimostra l'incapacità della betulla di rinnovarsi ma è conferma della sua ecologia. Il bosco di betulla assume il significato di formazione forestale transitoria, che evolve naturalmente verso altre formazioni boschive più mature. L'incapacità della betulla di rinnovarsi all'interno delle sue formazioni boschive conferma i dati già noti in letteratura per *Betula pendula*. Come riportato in diversi studi sulla *B. pendula* i semi non sono capaci di svilupparsi in plantule all'interno del bosco (Katlsson, 2001; Pizzatti Casaccia 2004; Hynynen et al. 2009) .

Alcuni rilievi sono stati realizzati nelle radure nelle radure del betuletto costituite per lo più da formazioni erbose a graminacee cespitose che costituiscono una cotica erbosa pressochè continua.

I dati rilevati hanno mostrato l'assenza anche nelle radure di rinnovazione naturale della betulla.

Si presume che le plantule di betulla dell'Etna, come è noto per la *B. pendula*, non riescano a superare la cotica erbosa presente nelle radure. Studi sulla *Betula pendula* dimostrano che le plantule sotto il manto erboso non riescono a svilupparsi per più di 2



Fig. 54. - Foto di una pecora si ciba delle foglie presenti nei rami bassi di betulla.

cm di altezza (Miles e Kinnaird, 1979; Khoon e Gimingham 1984). Ciò è dovuto alle esigue sostanze di riserva contenute nei semi. Inoltre, è da sottolineare che le radure presenti nel territorio della betulla dell'Etna sono sottoposte ad un'intensa attività di pascolo. Quindi,

anche qualora alcune plantule riuscissero ad affermarsi in tale ambiente dovrebbero, comunque, superare l'ostacolo della brucatura da parte degli ovini presenti (Fig. 54).

#### 4.4.2 Colonizzazione delle lave e delle aree incendiate

La presenza di piante di betulla da seme su aree scoperte, nei primi stadi di colonizzazione, è stata rilevata in 4 aree di saggio, di cui tre su colate laviche adiacenti al betulleto e una all'interno di una ampia zona, a nord del betulleto, che nel 2001 a causa di una eruzione subì un incendio che distrusse il bosco di pino ivi presente.

#### AREA 1

L'area è localizzata sulla lava del 1928, che attraversa il betulleto per tutta la sua estensione altitudinale.



Area n°1
Dim: . 100m x 50 m
Altid.: 1726 m s.l.m
Pendenza: < 10%
Esp: E-NE
Substrato: Colata lavica costituita da blocchi di piccole dimensioni e depositi piroclastici.

Fig. 54 - Esempio di betulla dell'Etna sulle lave del 1928.

Dall'analisi della vegetazione è emerso che la colata è ancora nei primi stadi di colonizzazione (fig. 54). Sono stati osservati tratti coperti dalle comunità del *Rumici-Anthemidetum* fo. instabile delle quote più basse e tratti occupati da stadi pionieri dell'*Astragaletum siculi*.

Il censimento delle specie arboree ha evidenziato la presenza su 5000 m<sup>2</sup> di 8 piante di betulla di cui: tre allo stadio arbustivo con altezza compresa tra 100 e 300 cm, 4 con altezza compresa tra 20 e 100 cm e una piccola plantula di 1-2 anni con altezza inferiore ai 20 cm. È

stata, quindi, stimata una frequenza di 16 piante/ha su questa colata lavica. Non sono state rinvenute plantule di betulla dell'anno in corso.

È stato osservato che tutte le piante di betulla individuate si sono insediate alla base di rocce laviche di medie e piccole dimensioni sul lato esposto a nord nord-est. Ciò potrebbe collegarsi ad una maggiore umidità edafica.

Le piante di piante di pino laricio censite hanno presentato quasi la stessa frequenza della betulla, 7 in totale, per lo più allo stadio di plantula con altezza inferiore ai 20 cm.

Si osserva, quindi, che dopo circa 80 anni dall'eruzione, la colata lavica si presenta che ancora ai primi stadi di colonizzazione. All'interno delle comunità pioniere riscontrate si rinvencono sia piante di betulla che di pino laricio. La betulla è presente per lo più con arbusti di età difficilmente definibile, mentre il pino laricio è maggiormente presente con plantule dell'anno.

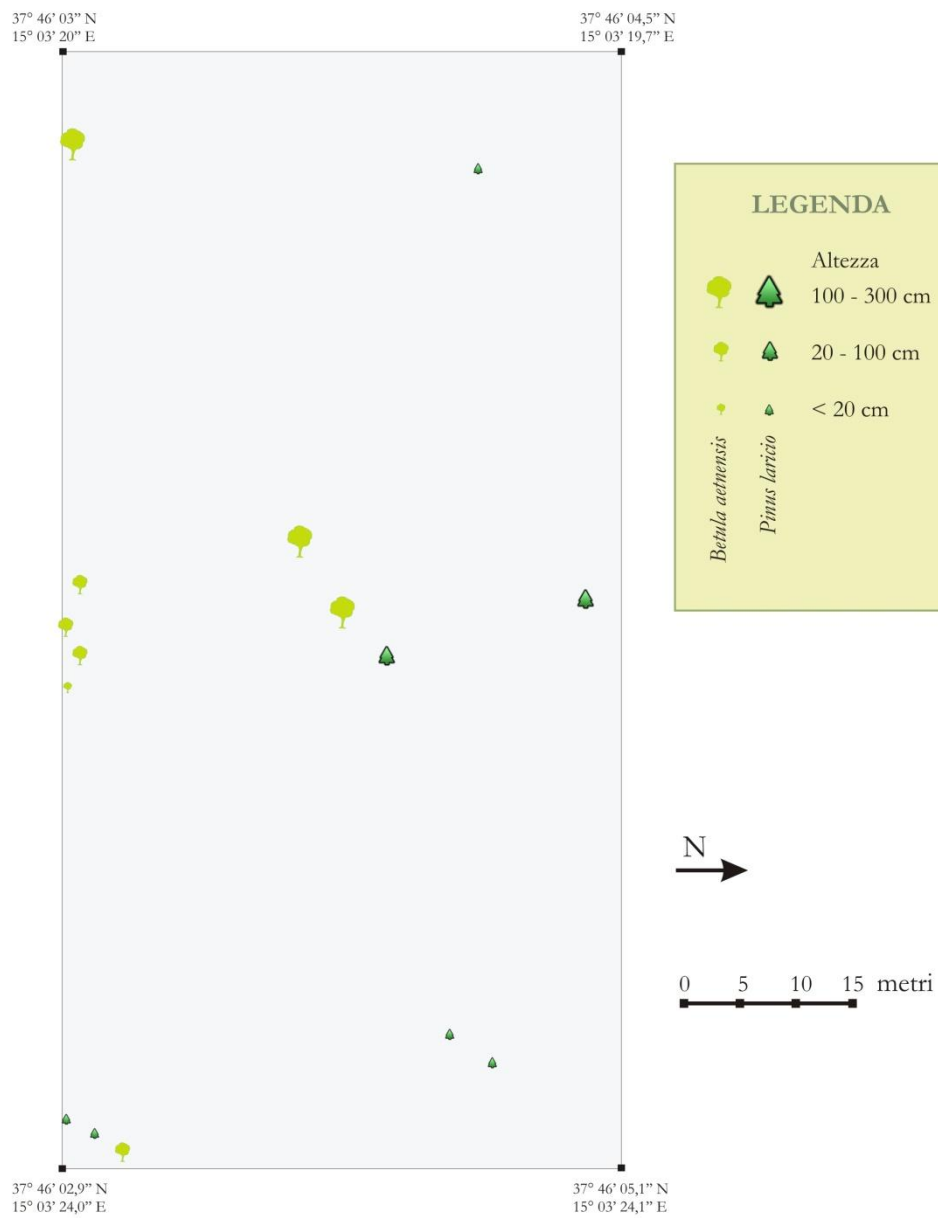
Nella pagina seguente una mappa in scala della specie censite nell'area di saggio n° 1.



## Area di saggio N° 1 - colata lavica del 1928

Dimensione: 100m x 50m

Alt: 1726 m s.l.m.



## AREA 2

L'area è localizzata sui Monti Sartorius, una serie di 7 crateri (bottoniera) generati dall'imponente eruzione del 1865. Questi crateri, sviluppatasi nel cuore del betulleto, sono costituiti esclusivamente da materiale piroclastico incoerente. Sulle pendici dell'ultimo cratere, in direzione ovest, è stata prescelta un'area di saggio di 50 m x 50m.



Area n°2

Dim: . 50m x 50 m

Altid.: 1723 m s.l.m

Pendenza: 30%

Esp: SO

Substrato:  
depositi piroclastici che  
costituiscono un substrato  
sabbioso incoerente

Fig. 55 - Arbusti di betulla sulle pendici dei M. Sartorius.

L'elevata pendenza e il substrato incoerente rendono difficoltoso l'insediamento della vegetazione pioniera che è qui costituita da elementi sparsi del *Rumici-Astragalion*.

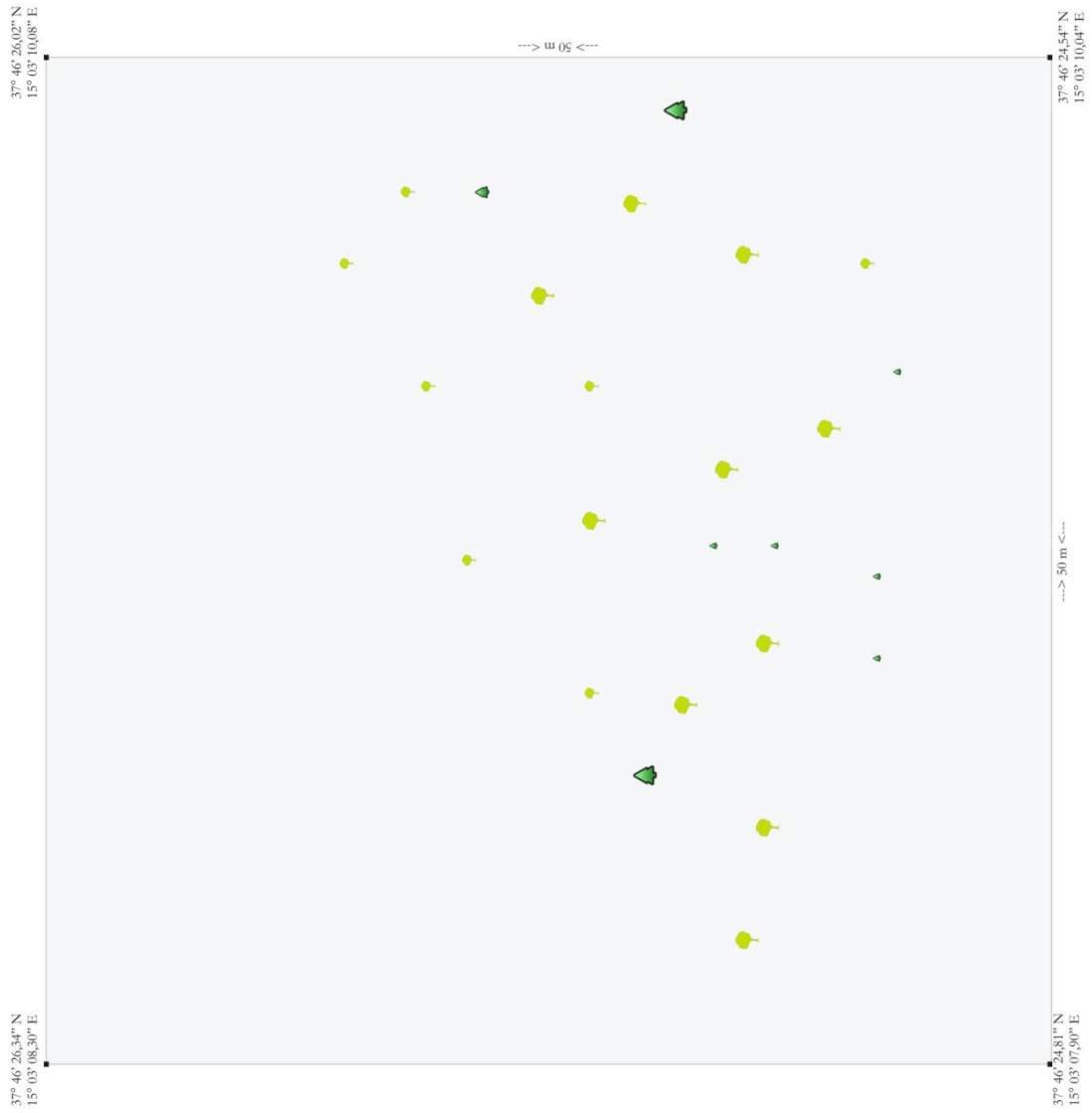
L'area è soggetta ad un intenso pascolo ovino che danneggia le poche piante presenti come il romice e l'astragalo (fig. 56).



Fig. 56 - Pascolo sulle pendici dei M. Sartorius.

Nella pagina seguente una mappa in scala della specie censite nell'area di saggio n°2.

**Area di saggio N° 2**  
 Pendici Monti Sartorius  
 Dimensione: 50mx50m  
 Altr. 1723 - 1729 m s.l.m.



Sono state censite 17 piante di betulla: 10 con altezza superiore al metro, 7 tra 20 e 100 cm. La maggior è stata rinvenuta nelle zone di minore pendenza e per tale motivo nella mappa la distribuzione delle piante è localizzata. Non sono state rinvenute plantule di betulla dell'anno.

Il pino laricio è presente con un numero inferiore di individui (totale 8 individui), di cui la maggior parte allo stadio di plantula.

Si osserva che le piante di betulla presenti sono in numero maggiore rispetto al pino laricio e tutte con un'altezza inferiore a 1-2 metri. Il pino, invece, seppur in numero inferiore, è presente con individui che in taluni casi superano i 3 metri di altezza.

### AREA 3

Trovasi sulla colata lavica del 1865 fuoriuscita dalla base dei Monti Sartorius. Il substrato, costituito da blocchi lavici grossolani, rende difficoltosa la colonizzazione. Oltre alla presenza della vegetazione crittogamica dominata dal lichene *Streocaulon vesuvianum*, negli anfratti, dove si accumula sabbia vulcanica e detriti, si osservano elementi della vegetazione pioniera del *Rumici-astragalion*.



Area n°3

Dim: . 40m x 150 m

Altid.: 1630 m s.l.m

Pendenza: 10%

Esp: E-NE

Substrato:  
lava a blocchi e lastroni

Fig. 57 - Colata lavica del 1865.

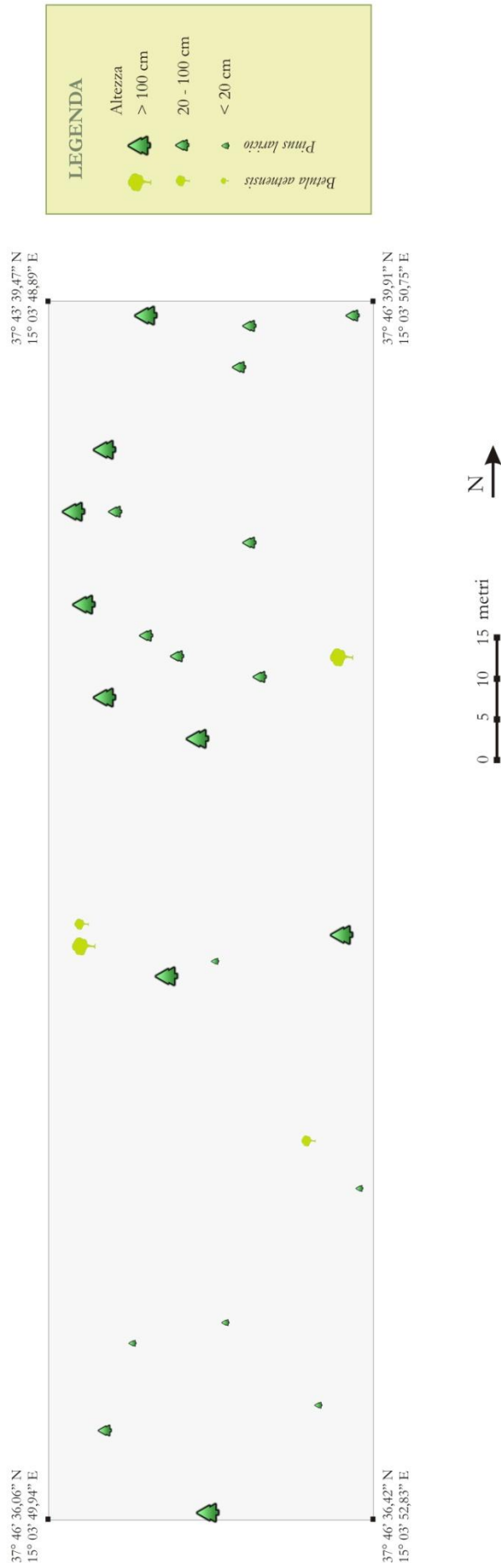
I dati raccolti evidenziano che la specie arborea maggiormente presente è il pino laricio (23piante/6000 m<sup>2</sup>), mentre le piante di betulla sono 4/6000 m<sup>2</sup>.

Il pino è presente sia con elementi allo stadio di plantula sia con individui adulti che in alcuni casi superano i tre metri di altezza. La betulla è presente con pochi individui che si è insediato negli anfratti ove è presente un maggior accumulo di sabbia vulcanica, per lo più allo stato arbustivo. In atto su tutta la colata lavica prevale il pino laricio per tutta la sua estensione. È da presumere che la betulla abbia minori capacità di colonizzare questo tipo di substrato costituito da blocchi a lastroni lavici.

Nella pagina seguente una mappa in scala della specie censite nell'area di saggio N°3.

### Area di saggio N° 3

Colata lavica del 1865  
Dimensione: 40mx150m  
Alt: 1630 m s.l.m.



Dai dati ottenuti (Tab.22, dati sono stato convertiti in n° di individui/ettaro) è emerso che la betulla riesce a colonizzare efficacemente i substrati sabbiosi lavici, mentre possiede meno affinità per i substrati costituiti da lave a blocchi e lastroni.

	<i>Betula aetnensis</i> (n° individui/ettaro)				<i>Pinus laricio</i> (n° individui/ettaro)			
	0-20 cm	20-100	>100cm	Tot	0-20 cm	20-100	>100cm	Tot
AREA 1 Lava del 1928	2	8	6	32	10	4	0	14
AREA 2 Monti Sartorius	0	28	40	68	20	4	8	32
AREA 3 Lava del 1865	0	3	3	6	9	15	14	38

Tab. 22 - N° di individui per ettaro delle specie arboree censite nelle aree di saggio e suddivisi per classi di altezza.

Dal confronto col pino laricio è emerso che sui substrati costituiti da lava a blocchi è proprio quest'ultima la specie arborea colonizzatrice d'eccellenza mentre la betulla, in codesti substrati, si insedia con difficoltà e si riscontra solamente negli anfratti dove è presente un accumulo di materiale piroclastico.

È stato, quindi, osservato, che la betulla sui substrati lavici sabbiosi è presente con un numero di elementi allo stadio arbustivo superiore rispetto al pino laricio, mentre quest'ultimo è presente maggiormente con individui allo stadio di plantula. Le poche piante di pino adulte, però a differenza della betulla sono più sviluppate e superano facilmente i tre metri di altezza.

Questi dati hanno permesso di effettuare alcune ipotesi sulle differenti strategie di colonizzazione dei substrati sabbiosi tra la betulla dell'Etna e il pino laricio.

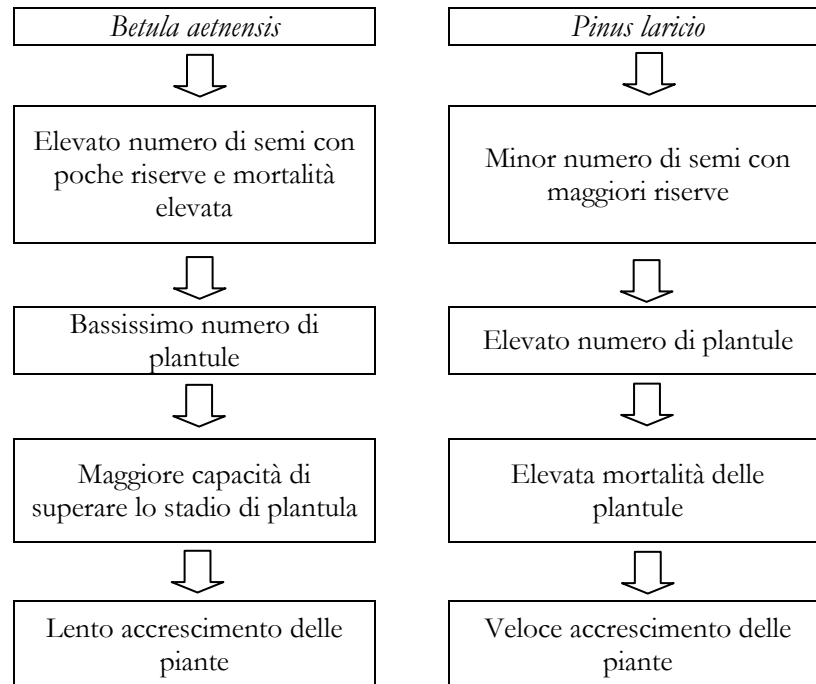
La betulla produce annualmente un'enorme quantità di semi di piccole dimensioni, poveri di sostanze di riserva e con un'elevata mortalità (durata massima nel suolo: pochi mesi. Vedi par. 4.3), mentre il pino produce una quantità inferiore di semi con maggiori sostanze di riserva che gli permettono di germinare più facilmente anche in condizioni ostili.

Queste differenze fanno sì che il numero di plantule di pino rinvenibili è molto più elevato rispetto a quelle di betulla. Malgrado ciò sui substrati sabbiosi il numero di arbusti di betulla è molto più elevato di quelli di pino mostrando come quest'ultimo abbia meno successo rispetto alla betulla. Ciò permette di ipotizzare che, nonostante i semi di betulla solo occasionalmente riescano a formare nuove plantule la loro capacità di superare lo stadio di plantula è molto più elevata rispetto a quella del pino.

È stato osservato, inoltre, che nonostante la betulla sulle sabbie sia presente con un numero elevato di arbusti rispetto al pino, quest'ultimo, è presente, oltre che con elevato numero di plantule, con individui adulti sparsi che in alcuni casi superano i 3 metri di altezza.

Ciò mostra come il pino una volta superato lo stadio di plantula riesca ad accrescersi molto più velocemente della betulla. Nella pagina seguente è mostrato uno schema delle due differenti strategie di colonizzazione ipotizzate.

### Colonizzazione dei substrati lavici sabbiosi





## AREA 4

L'area prescelta trovasi in un'ampia zona colpita da un incendio causato dall'eruzione del 2001. Antecedentemente era occupata da bosco a pino laricio, attualmente è ricoperta da una vegetazione a dominanza di *Epilobium angustifolium*.



Area n°4
Dim: . 50m x 50 m
Altid.: 1630 m s.l.m
Pendenza: < 10%
Esp: E-NE
Substrato: Suolo boschivo dopo incendio

Fig. 58 - Area incendiata nel 2001. Si osserva l'elevato numero di piante di betulla.

L'area si trova al limite del betulleto (Fig. 59), pertanto vi si può isenziare facilmente. Diversi autori evidenziano che in aree colpite da incendio si verificano condizioni ideali per la germinazione dei semi e lo sviluppo delle plantule di betulla (Khoon e Gimingham 1984; Cabiaux e Devillez 1977).

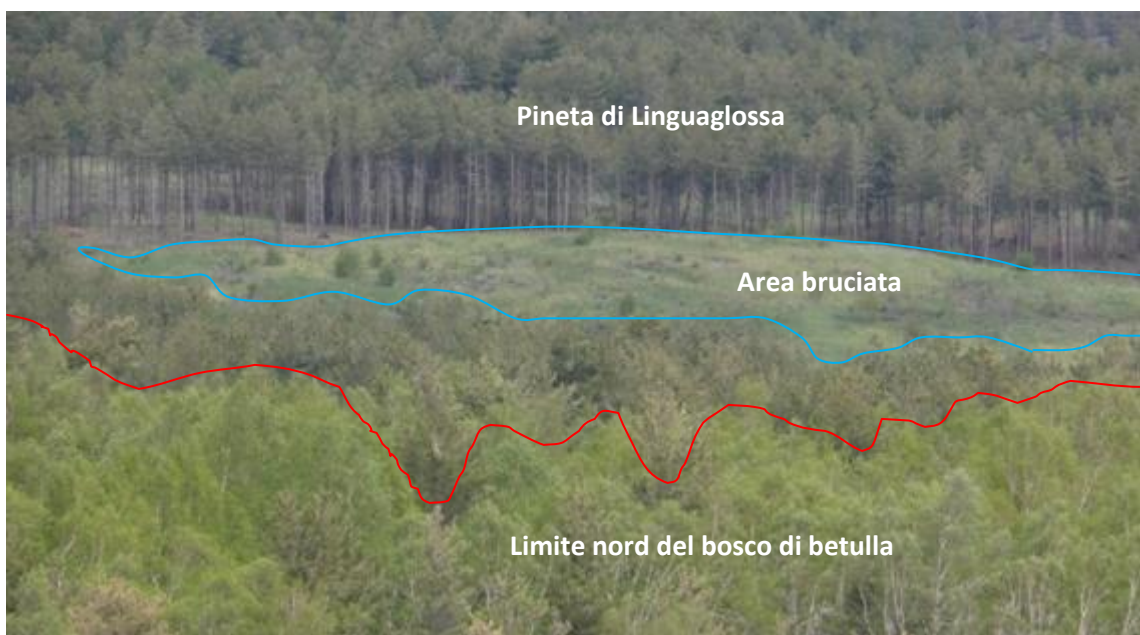


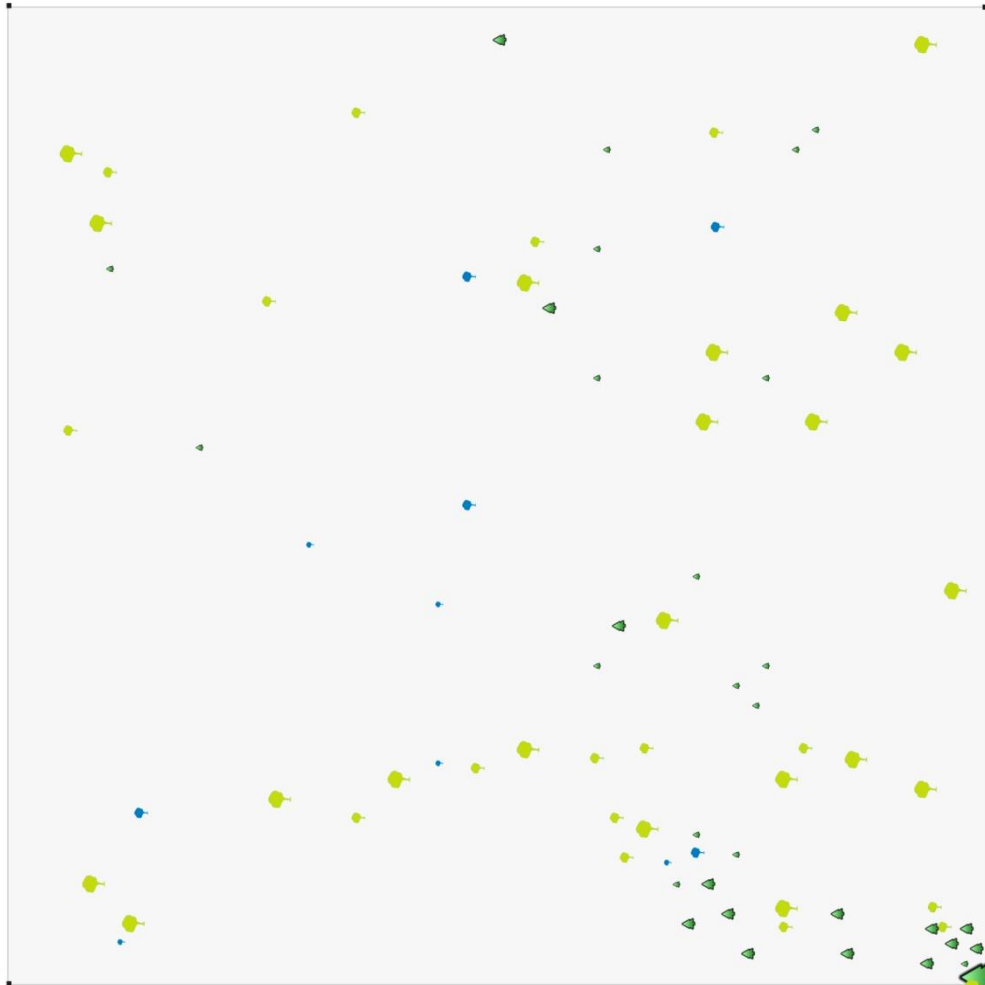
Fig. 59 - Cerchiata in blu parte dell'area incendiata nel 2001; in rosso il limite nord del bosco di betulla.

37° 47' 16,652" N  
15° 03' 23,694" E

### Area di saggio N° 4

Area incendiata  
Dimensione: 50mx50m  
Alt: 1630 m s.l.m.

37° 47' 16,652" N  
15° 03' 23,697" E



37° 47' 18,358" N  
15° 03' 22,628" E



Nell'area di saggio sono state censite 38 piante di betulla, 30 di pino laricio e 10 di roverella (*Quercus congesta*).

	AREA 4 Area incendiata nel 2001				Individui/ha
	0-20 cm	20-100	>100cm	Tot	
<i>Betula atnensis</i>	0	64	88	152	
<i>Pinus laricio</i>	64	44	4	112	
<i>Quercus congesta</i>	20	20	0	40	

Tab. 23 - N° di individui per ettaro delle specie arboree censite nelle area 4 suddivisi per classi di altezza.

La betulla, presente in diversi stadi di sviluppo, sembrerebbe la specie arborea con maggiore successo di colonizzazione (Tab. 23). Il pino è maggiormente presente allo stadio di plantula e di piccolo arbusto. In numero inferiore, rispetto alla betulla e il pino, sono gli individui di *Quercus congesta*.

L'incendio, quindi, ha fornito alla betulla un'occasione di colonizzazione di nuove aree in tempi molto più rapidi rispetto a quelli delle colate laviche.

È possibile ipotizzare che in assenza di fattori antropici, la vegetazione presente in questa area incendiata possa evolvere verso la formazione di un bosco misto a betulla e pino.

#### 4.4.3 Osservazioni

Durante le escursioni condotte in tutto l'areale del betulleto sono stati raccolti dati sulla presenza di plantule e giovani piante di betulla originate da seme.

La maggior parte delle plantule è stata rinvenuta all'interno dei canali lavici su roccia basaltica. Si è osservato che i semi di betulla penetrano nelle fratture della roccia trovandovi condizioni idonee per germinare (fig. 60).



Fig. 60 - Plantule di betulla di circa 1-2 mesi negli anfratti della roccia lavica. Le piccolissime dimensioni rendono difficoltoso il rinvenimento.



Questi “canali” permettono anche il trasporto, durante le piogge e lo scioglimento delle nevi, dei semi a quote più basse. Infatti, sono state rinvenute, lungo i canali, piante di betulla di diversa età sino ai mille metri di altitudine.

Plantule di betulla sono state rilevate sui cumuli di carbone lasciati dagli operai dell’Azienda delle Foreste in seguito alle operazioni di “Pulizia dei boschi” e quindi di bruciatura dei rami secchi o tagliati.

Su quasi tali cumuli erano presenti giovani plantule di betulla in vari stadi di sviluppo (Fig. 61). Si presume che in passato, quando la betulla veniva tagliata e utilizzata in loco per farne carbone, le “carbonaie” abbiano favorito la rinnovazione gamica del betulleto.



Fig. 61 - Plantule di betulla e di pino su cumuli di terra e carbone. Cerchiate in rosso le plantule di betulla.

Le osservazioni condotte, inoltre, hanno confermato l’assenza di rinnovazione dentro il bosco di betulla o nelle radure

adiacenti, mentre è stata rilevata la presenza di un discreto numero di giovani piante di betulla all’interno dei boschi di pino laricio contigui al betulleto. Alla base dei pini sono state riscontrate giovani plantule di betulla di diversa età, che testimoniano la capacità di questa pianta di penetrare, nella zona di confine, all’interno della pineta (Fig. 62 a-b).



Fig. 62 - a) Arbusto di betulla cresciuto alla base di un individuo di pino laricio; b) Individui di betulla cresciuti all’interno della pineta.

Si presume che la bassa copertura vegetale e del sottobosco di pino e il suolo stesso della pineta rappresentino condizioni favorevoli per l’insediamento della betulla.

## V - CONCLUSIONI

L'istituzione del Parco Naturale dell'Etna ha fatto sì che qualsiasi attività di sfruttamento dei boschi a *Betula aetnensis* cessasse permettendo la lenta ripresa dei processi naturali di evoluzione dell'ecosistema forestale. La tutela e la conservazione degli ambienti naturali, però, non possono avvenire ignorando gli effetti passati e presenti della presenza dell'uomo, ma è necessario pianificare le corrette strategie di intervento finalizzate al ripristino dell'equilibrio naturale (cfr. cappelli, 1982).

La betulla dell'Etna, nonostante rappresenti un peculiare endemismo etneo le cui formazioni boschive caratterizzano e simboleggiano il territorio, ad oggi è poco conosciuta. Qualsiasi attività di gestione delle sue formazioni boschive è, quindi, impensabile senza un'adeguata conoscenza delle ecologia della specie, della struttura e composizione delle comunità che caratterizza, del loro dinamismo e delle loro distribuzioni.

Lo studio condotto, sulla base di queste considerazioni, ha affrontato alcuni dei principali aspetti, riguardanti: la vegetazione del betulleto, l'ecologia della germinazione, e la capacità di rinnovazione.

L'indagine fitosociologica, effettuata su tutto l'areale di *Betula aetnensis*, ha consentito di analizzare le diverse formazioni boschive che essa costituisce. L'analisi dei dati ha evidenziato la presenza di diversi tipi vegetazionali la cui definizione sintassonomica non è stata facile e non è stato possibile riconoscervi unità fitosociologiche proprie del betulleto. Nel complesso le comunità del betulleto sono da riferire alla classe *Querc-Fagetea*, e in alcuni casi all'ordine *Quercetalia pubescenti-petraeae*. Spesso tali comunità sono caratterizzate dalla penetrazione di elementi della vegetazione d'alta quota del *Rumici-Astragalion* e di elementi differenziali della forma altomontana inferiore dell'*Astragaletum siculi*. In particolare in alcune stazioni sono presenti elementi della variante a *Genista aetnensis* di tale forma dell'astragaletto. Detta variante ha un significato ecologico ben preciso, in quanto indice di un processo evolutivo in corso verso la formazione di un bosco.

L'elaborazione dei dati, anche con l'ausilio di metodi di statistica multivariata, ha permesso di meglio evidenziare i diversi aspetti vegetazionali del betulleto nelle varie situazioni ambientali e al variare del gradiente altitudinale.

I tipi vegetazionali individuati si distribuiscono seguendo un gradiente altitudinale: partendo dalle quote più basse si osservano aspetti del bosco di betulla caratterizzati dalla presenza di querce caducifoglie e in alcune stazioni dalla dominanza nel sottobosco di *Adenocarpus bivonii*; sino ai 1750-1800 m è frequente l'aggruppamento a betulla e pino laricio, differenziato in alcune stazioni dalla dominanza di alcune essenze, quali: *Calamagrostis epigejos*,

*Pteridium aquilinum* e *Juniperus hemisphaerica*; sempre nello stesso piano si rinvencono formazioni a faggio e, nelle stazioni con maggiore umidità edafica, con pioppo tremulo; superati i 1750 m di quota, pian piano la betulla diviene l'unica specie arborea sino a limite superiore degli alberi, e si distinguono diversi aspetti in cui la vegetazione è dominata dalla penetrazione di elementi provenienti dalle radure e dalla vegetazione d'alta quota.

Lo studio dei diversi tipi vegetazionali presenti nel betulleto e delle comunità vegetali presenti nelle radure e sulle colate laviche adiacenti al betulleto ha permesso di formulare delle ipotesi sulla serie dinamico evolutiva legata alla vegetazione del betulleto (Fig 63).

Sulle sabbie vulcaniche è ipotizzabile una serie dinamica progressiva che nel tempo ha portato alla formazione dei boschi di betulla e che continua ad evolvere verso la formazione di comunità boschive climaciche. I primi stadi di questa serie dinamica sono stadi ben descritti da Poli (1965) e sono costituiti da diversi aspetti delle comunità pioniere del *Rumici-Astagalion*. Queste comunità, nell'ambito territoriale della betulla possono evolvere verso la formazione del betulleto. Nello stesso ambito anche il pino laricio trova condizioni ottimali per colonizzare le sabbie vulcaniche concorrendo insieme alla betulla nella formazione dei primi popolamenti forestali sulle sabbie vulcaniche.

L'attuale bosco di betulla non è però il frutto dei naturali processi evolutivi, ma è il risultato di secoli di utilizzo da parte dell'uomo. Il taglio del bosco ha favorito nei secoli il mantenimento di queste formazioni e ha impedito il progredire della serie dinamica. L'istituzione del parco ha fatto sì che qualsiasi attività di sfruttamento del bosco cessasse permettendo la penetrazione del pino laricio nel betulleto per quasi tutta la sua estensione altitudinale. Ciò fa ipotizzare la lenta formazione di un bosco misto a betulla e pino che in diverse stazioni tende ad evolvere verso formazioni boschive climaciche.

Si ipotizza che le stazioni più basse del betulleto, sino ad un massimo di circa 1700 m s.l.m., evolvano verso la formazione di un bosco di querce caducifoglie con prevalenza di *Quercus congesta*. Più in alto, nelle stazioni più fresche e con suolo profondo, il rinvenimento di nuclei di faggio e betulla fanno ipotizzare una possibile evoluzione verso il bosco di faggio. È probabile che più che in bosco continuo, nel tempo, si vengano a costituire piccole isole di faggeta all'interno di un bosco misto di betulla e pino. Superati i 1750-1800 m la betulla diviene pian piano l'unica essenza arborea presente, e si ipotizza che in questa fascia vi sia una situazione di equilibrio tra la vegetazione arborea e quella pulviniforme d'alta quota. In queste stazioni si presume che la betulla, in assenza di altre specie arboree competitive, riesca lentamente a rinnovarsi affermandosi tra la vegetazione d'alta quota.

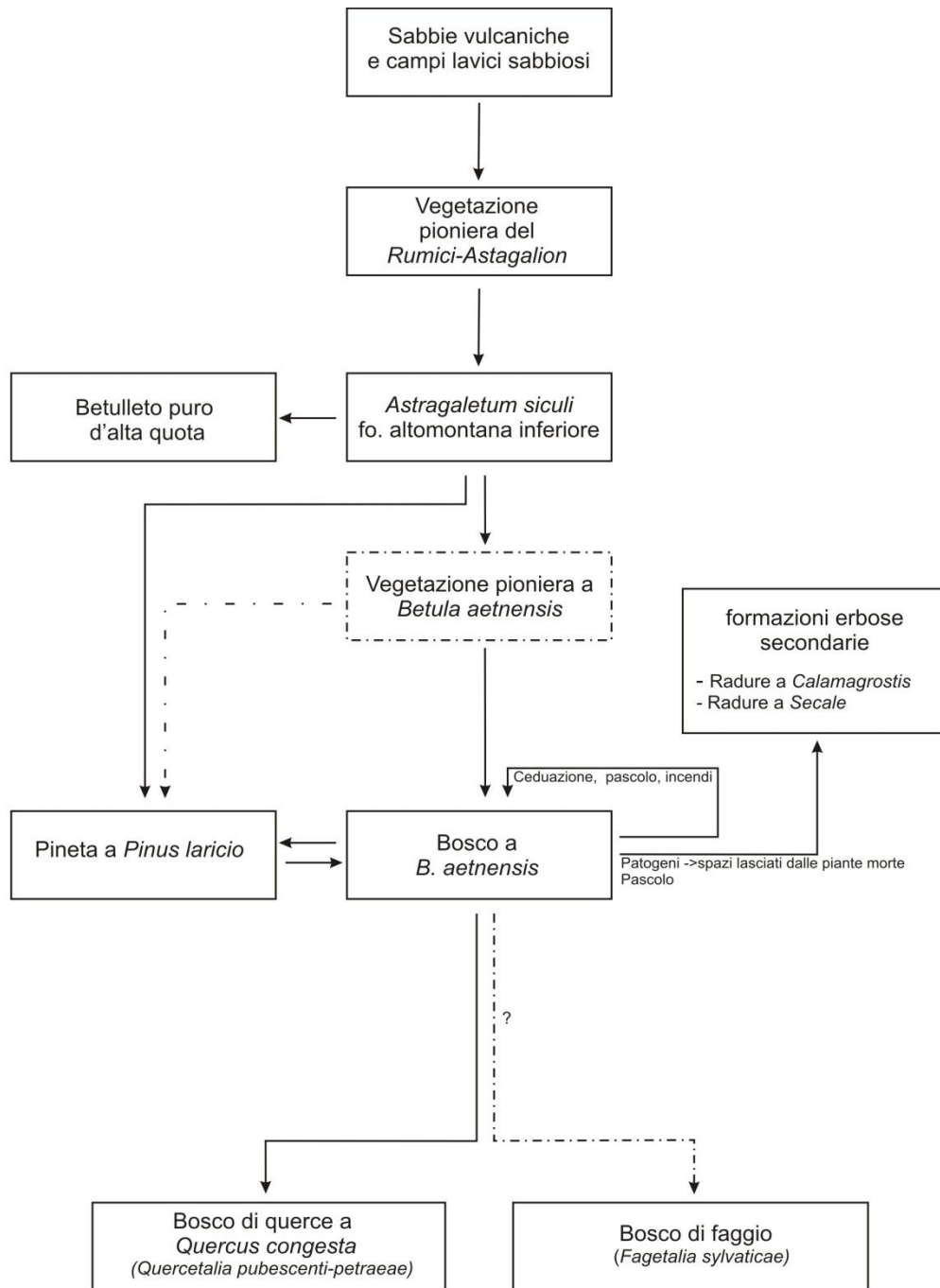


Fig.63 - Schema della serie dinamica legata alla vegetazione del betulleto.

Le diverse radure presenti ne betulleto, occupate da una vegetazione secondaria a graminacee cespitose, si presume che siano in parte dovute alla moria diffusa di ceppaie di betulla e all'effetto dell'intenso pascolo presente. La passata ceduzione del betulleto se da un canto poteva favorire la rinnovazione e il mantenimento del bosco d'altro canto ha fatto sì che, cessato l'utilizzo da parte dell'uomo, si venisse a formare un bosco costituito da ceppaie

coetanee invecchiate e suscettibili all'attacco di patogeni che ad oggi ne stanno causando la moria diffusa..

Nel complesso lo studio realizzato ci permette di ipotizzare che il bosco di betulla stia lentamente evolvendo, in quasi tutta la sua estensione, verso altre formazioni boschive più mature, assolvendo il compito di specie pioniera e transitoria. Mentre, alle quote più alte è presumibile che il betuleto persista come formazione durevole, determinata dall'altitudine elevata e dalla xericità edafica e climatica che non permettono l'insediamento di altre specie come il pino laricio e il faggio.

Le indagini condotte sulla germinazione dei semi di betulla dell'Etna hanno permesso di testarne la capacità germinativa e di effettuare un confronto con i dati noti sulla germinazione dei semi di *Betula pendula* e *Betula pubescens*.

I risultati ottenuti dimostrano che i semi di betulla dell'Etna presentano una buona capacità germinativa con intervallo di germinazione compreso tra 15 °C e 35 °C con massima efficienza alla temperatura di 30°C.

I test eseguiti, inoltre, dimostrano che i semi di *B. aetnensis* possiedono una leggera dormienza che può essere inibita o dalla presenza di luce durante la germinazione o sottoponendo i semi al processo di vernalizzazione o scarificazione.

La vernalizzazione, oltre che togliere l'effetto della dormienza, elimina anche l'effetto della temperatura, permettendo di ottenere massima efficienza di germinazione anche alla temperatura minima e massima rispettivamente di 15°C e 35°C.

Dal confronto dei dati ottenuti con quelli noti in letteratura per *B. pendula* e *B. pubescens* non è stata osservata alcuna differenza. Malgrado queste specie occupino ambienti alquanto diversi, presentano una simile ecologia della germinazione.

Test sulla vitalità dei semi di betulla dell'Etna hanno permesso di stabilire che i semi presenti in natura nel suolo del betuleto e delle radure rimangono vitali solo per pochi mesi; già all'inizio del periodo primaverile solo una percentuale inferiore al 50% è vitale, mentre all'inizio dell'estate questa percentuale diviene quasi nulla. Ciò permette di affermare che la banca dei semi di *Betula aetnensis* è basata sull'annuale apporto di nuovo seme.

Dalle indagini svolte sulla rinnovazione naturale è emerso che non vi è rinnovazione gamica all'interno dei boschi a betulla dell'Etna e nelle radure, mentre si osserva una buona capacità di rinnovazione nelle aree lasciate scoperte dagli incendi e all'interno dei boschi di pino contigui al betuleto. Anche sulle colate laviche con substrato sabbioso che attraversano il betuleto si osserva l'insediamento di giovani piante di betulla, ma i tempi estremamente lunghi



di colonizzazione non permettono di rinvenire facilmente plantule recenti. Dalle indagini condotte si ipotizza che la capacità della betulla di rinnovarsi sia principalmente legata all'opportunità di colonizzare nuove aree lasciate scoperte da eventi naturali o antropici.

I risultati ottenuti si ritiene forniscano un quadro inedito di conoscenze sulla ecologia della betulla dell'Etna che potrà servire da punto di partenza per indagini future e per la progettazione di attività gestionali volte alla tutela e al ripristino del patrimonio ambientale

## BIBLIOGRAFIA

- AESCHIMANN D, LAUBER K, MOSER D. M., THEURILLAT J., 2004. *Flora Alpina*. Zanichelli, Bologna.
- AGOSTINI R., 1981. *Contributo alla conoscenza della distribuzione della betulla (Betula pendula Roth) nell'Appennino centro-meridionale e in Sicilia e del suo significato fitogeografico*. Studi Trentini di Sc. Nat. 58, Acta Biol.: 35-56.
- AUGNER M., TUOMI J., ROUSI M., 1997. *Effect of defoliation on competitive interactions in european white birch*. Ecology, Vol. 78, n. 8: 2369-2377.
- ATKINSON M. D., 1992. *Betula pendula (B. verrucosa Ehrh) and B. pubescens Ehrh*. Journal of Ecology, Vol. 80, n. 4: 837-870.
- BACCHETTA G., FENU G, MATTANA E., PIOTTO B., VIREVAIRE M., 2006. *Manuale per la raccolta, studio, conservazione e gestione ex situ del germoplasma*. APAT, manuali e linee guida, 37/2006.
- BERNETTI G., 1995. *Selvicoltura speciale*. Utet, Torino.
- BEWLEY J. D., BLACK M., 1986. *Seed, physiology of development and germination*. Ed. Plenum Press, New York.
- BIONDI G., BALDONI M., 1984. *A contribution to the knowledge of Betula aetnensis Raf.. Throgh an anatomic and morphometric study of its wood*. Webbia, 38: 623-637.
- BIONDI E., BRUGIAPAGLIA E., TEDESCHINI LALLI L., 1998. *Indagine geobotanica sulla "Caldara di Manziana" (Italia centrale)*. Fitosociologia, 34: 65-76.
- BRAUN-BLANQUET J., 1964. *Pflanzensoziologie*. Wien, New York.
- BRINKMAN KA., 1974. *Betula, birch*. In: Schopmeyer CS, tech coord. *Seeds of woody plants of the United States*. Agric. Handbk. 450. Washington, DC: USDA Forest Service: 316-320.
- BRULLO S., 1983. *Contributo alla conoscenza della vegetazione delle Madonie (Sicilia settentrionale)*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., Vol 16: 351-420. Catania.
- BRULLO S., SCELSE F., SIRACUSA G., SPAMPINATO G., 1999. *Caratteristiche bioclimatiche della Sicilia*. Giorn. Bot. It., 130 (1): 177-185.
- BRULLO S., SCELSE F., SIRACUSA G., SPAMPINATO G., 1999. *Considerazioni sintassonomiche e corologiche sui querceti caducifogli della Sicilia e della Calabria*. Monti e Boschi, anno L n. 1: 16-29.

- BRULLO S., GUARINO R., MINISSALE P., SIRACUSA G., SPAMPINATO G., 2000. *Syntaxonomical analysis of the beech forests from Sicily*. Ann. Bot. Roma, 57: 121-132-
- BRULLO S., GUARINO R., GIUSSO DEL GALDO G., 2001. *The orophilous communities of the Pino-Juniperetea class in the Central and Eastern Mediterranean area*. Feddes Repertorium, 112 (3-4): 261-208.
- BRULLO S., GIUSSO DEL GALDO G., MINISSALE P., SIRACUSA G., SPAMPINATO G., 2002. *Considerazioni sintassonomiche e fitogeografiche sulla vegetazione della Sicilia*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania, 35 (361): 325-359.
- BRULLO S., GIANGUZZI L., LA MANTIA A., SIRACUSA G., 2008. *La classe Quercetea ilicis in Sicilia*. Bollettino Accademia Gioenia Sci. Nat., Vol. 41:, n. 369: 1.124.
- CAPPELLI M., 1982. *Elementi di selvicoltura generale*. Calderini edagricole, Bologna.
- CAVALLARO V., FORTE L., MACCHIA F., PASTORE D., SCATIGNA A.M.E., 2005. *Ecologia della germinazione*. In: Macchia F. (a cura di), "Biologia ed ecologia di *Cistus clusii* Dunal". Ed. Adda, Bari.
- CHEN Z.-D., MANCHESTER S. R., SUN H.-Y., 1999. *Phylogeny and evolution of the betulaceae as inferred from DNA sequences, morphology, and paleobotany*. American Journal of Botany, Vol. 86 (8): 1168-1181.
- CIANCIO O, CORONA P., MAERCHETTI M., NOCENTINI S., 2002. *Linee guida per la gestione sostenibile delle risorse forestali e pastorali nei parchi nazionali*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- CONTI F., ABBATE G., ALESSANDRINI A., BLASI C., 2005. *An annotated checklist of the Italian Vascular Flora*. Palombi Editori, Roma.
- FERRAUTO G.G. & LONGHITANO N., 2001. *Aggiornamento alla lista dei syntaxa segnalati per la Regione Sicilia*. Fitosociologia, Vol. 38 (2) - suppl. 1: 195-209.
- FIEROTTI G., DAZZI C., RAIMONDI S., 1988. *Commento alla carta dei suoli della Sicilia*. Regione Siciliana, Università degli studi di Palermo.
- FIORI A., 1923. *Nuova flora analitica d'Italia*. Firenze.
- GIACOMINI V, FENAROLI L., 1958. *La flora*. Conosci l'Italia 2, T.C.I, Milano.
- GILLES H., 1992. *Spatial Relationship Between Seed and Seedling Abundance and Mortality in a Deciduous Forest of North-Eastern North America*. Journal Ecology, Vol. 80, n. 1: 99-108.
- GUSSONE J., 1827. *Flora siculae prodromus*. Napoli.

- GUSSONE J., 1842-1844. *Flora siculae Synopsis*. Napoli.
- HOFMANN A., 1960. *Il faggio in Sicilia*. Flora et Vegetatio Italica, Memoria, 2: 1 - 235. Ed. Gianasso, Sondrio.
- HYNYNEN J., NIEMISTÖ P., VIHÄRÄ-AARNIO A., BRUNNER A., HEIN S., VELLING P., 2009. *Silviculture of birch (Betula pendula Roth and Betula pubescens Ehrh.) in northern Europe*. Forestry (2010), 83 (1): 103-119.
- KARLSSON A., ALBREKTSON A., FORSGRE A. & SVENSSON L. 1998. *An analysis of successful natural regeneration of downy and silver birch on abandoned farmland in Sweden*. Silva Fennica 32(3): 229–240.
- KARRFALT R P, 2007. *Betula L.- birch*. [Online]. In: Bonner, Franklin T.; Nisley, Rebecca G.; Karrfalt, R. P., coords. Woody plant seed manual. Agric. Handbook 727. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service (Producer). Available: <http://www.nsl.fs.fed.us/wpsm/Betula.pdf>.
- KINNAIRD J. W., 1974. *Effect of Site Conditions on the Regeneration of Birch (Betula Pendula Roth and B. Pubescens Ehrh.)*. Journal of Ecology, Vol. 62, n. 2: 467-472.
- JÄRVINEM et al., 2004. *Phylogenetic relationship of Betula species (Betulaceae) based on nuclear ADH and chloroplast matK sequences*. American Journal of Botany, 91: 1834-1845.
- LI J., SHOUP S., CHEN Z., 2007. *Phylogenetic Relationships of Diploid Species of Betula (Betulaceae) Inferred from DNA Sequences of Nuclear Nitrate Reductase*. Systematic Botany, 32 (2): 357-365.
- LOGIUDICE L., DI NINO O., CECALA S., 2003. *Studio e ricerca sulla betulla (Betula pendula Roth) nel Parco Regionale Sirente Velino*. Contributi alla conoscenza del patrimonio naturale del Parco Regionale Sirente Velino, Ed. Amaltea. Corfinio (AQ).
- MANISCALCO M & RAIMONDO F. M., 2009. *Phytosociological study of the acidophilus deciduous oak woods with Ilex aquifolium of Sicily*. Fitosociologia, Vol. 46 (2): 67-80.
- MARQUIS D. A., 1965. *Regeneration of Birch*. U. S. Forest Service Research Paper NE-32.
- MATTA A., 1996. *Fondamenti di patologia vegetale*. Patron Editore, Bologna.
- MERCURIO R., 1984. *Aspetti vegetazionali della betulla (Betula pendula Roth) in Pratomagno (Preappennino toscano)*. Inf. Bot. It., 15: 149-157.

- MERCURIO R., SPAMPINATO G., 2008. *Esperienze di monitoraggio nella riserva naturale integrale nel Parco dell'Etna (Monitoring in the strict natural reserve of the Mount Etna Park)*. Ediguida, Salerno, Vol. 1, 2008, pp. 1-109, ISBN: 978-88-903556-0-8.
- MONACO et. al., 2007. *Carta morfotettonica del Monte Etna (Morphotectonic map of Mt. Etna)*. Dipartimento di Scienze Geologiche, Università di Catania.
- MUCINA L., 1997. *Conspectus of classes of european vegetation*. Folia Geobot. Phytotax. 32: 117-172.
- PALM A. E., SU Q., RAUTENBERG A., MANNI F., LASCOUX M., 2003. *Postglacial recolonization and cpDNA variation of silver birch, Betula pendula*. Molecular Ecology, 12.
- PAVARI A., 1933. *La betulla o bétula (Betula alba L.)*. L'Alpe, Rivista forestale italiana, 20: 411-417.
- PAVARI A., 1956. *Betulla (Betula alba L.)*. Monti e boschi, 7: 521-530.
- PIGOTT C. D., 1983. *Regeneration of Oak-Birch Woodland Following Exclusion of Sheep*. Journal of Ecology, Vol. 71, n. 2: 629-646.
- PIZZATTI CASACCIA M., 2004. *Gestione e valorizzazione degli alberi forestali in provincia di Sondrio*. Comunità Montana Valtellina di Sondrio, Sondrio.
- PRÉVOSTO B., COQUILLARD P., GUEUGNOT J., 1999. *Growth models of silver birch (Betula pendula Roth.) on two volcanic mountains in the French Massif Central*. Plant Ecology, 144: 231-242.
- POLDINI L., SBURLINO G., 2005. *Terminologia fitosociologica essenziale*. Fitosociologia, Vol. 42 (1): 57-69.
- PIGNATTI E., PIGNATTI S., NIMIS P., AVANZINI A., 1980. *La vegetazione ad arbusti spinosi emisferici: contributo alla interpretazione delle fasce di vegetazione delle alte montagne dell'Italia mediterranea*. C.N.R., AQ/1/79, Roma.
- PIGNATTI S., 1982. *Flora d'Italia*. Bologna
- PIGNATTI S. (Ed), 1995. *Ecologia vegetale*. Utet, Torino.
- PIGNATTI S., 1998. *I boschi d'Italia*. Utet, Torino.
- PIROLA A., 1970. *Elementi di fitosociologia*. Cooperativa Libreria Universitaria, Bologna.
- PIROLA A., ZAPPALÀ G., 1960. *La foresta a Pinus laricio Poir. di Linguaglossa (Sicilia)*. Boll. Ist. Bot. Università di Catania, serie 2, 3: 1-34.

- PLINI P., TONDI G., 1989. *La distribuzione appenninica della Betulla bianca*. Natura e Montagna, 36 (3-4).
- PODANI J., 2007. *Analisi ed esplorazione multivariata dei dati in ecologia e biologia*. Liguori Editore, Napoli.
- POLI E., 1965. *La vegetazione altomontana dell'Etna*. Flora et Vegetatio Italica; memoria n. 5, Sondrio.
- POLI E, MAUGERI G., RONSISVALLE G., 1981. *Note illustrative della vegetazione dell'Etna*. CNR, AQ/1/131, Roma.
- POLI E., 1991. *Piante e fiori dell'Etna*. Edizioni Sellerio, Palermo.
- POLI E. e PUZZOLO V., 1999. *Floristic, physiognomic and astructural aspect of the Fagus sylvatica L. forest of the Mt. Etna Natural Park (southern Italy)*. Annali di botanica, Vol LVII: 105-120.
- POLI MARCHESE E., MAUGERI PATTI G., 2000. *Carta della vegetazione dell'Etna*. Istituto di Biologia ed Ecologia Vegetale, Università degli studi di Catania.
- RAFINESQUE SCHMALTZ C. S., 1814. *Sopra due nuovi Alberi del Monte Etna*. In Specchio delle scienze o Giornale Enciclopedico di Sicilia, Tomo I, anno I, semestre I. Palermo.
- RECUPERO G., 1815. *Storia naturale e generale dell'Etna*. Catania.
- ROMAGNOLI M., SARLATTO M, TERRANOVA F., BIZZARRI E., CESETTI S., 2007. *Wood identification in the Cappella Palatina ceiling(12th century) in Palermo (Sicily, Italy)*. IAWA Journal, Vol. 28 (2), 2007: 109–123.
- SPERANZA F., 1960. *Dei limiti altimetrici della vegetazione sull'Etna*. Facoltà di Economia e Commercio, Istituto di Geografia, Università degli studi di Catania.
- SCUDERI S., 1825-1827. *Trattato dei boschi dell'Etna*. Atti Accademia Gioenia, Vol I, II, III. Catania.
- SKVORTSOV A. K., 2002. *A new system of the genus Betula L. - the birch*. Bull. Mosc. Natur. Soc., Vol 107 (5): 73-76.
- STROBL G., 1880. *Flora des Aetna*. Oesterr. Bot. Zeitschr.
- TAMBURINO V., SIDOTI A., GRANATA G., 2005. *Moria di betulle causata da Heterobasidion sp.*. Informatore fitopatologico, 9/2005: 41 - 42.
- TORNABENE F., 1887. *Flora sicula*. Catania.
- TORNABEBE F., 1889. *Flora aetnea*. Catania.

UBALDI D., 1997. *Geobotanica e Fitosociologia*. CLUEB, Bologna.

UBALDI D., 2003. *La vegetazione boschiva d'Italia*. CLUEB, Bologna.

VANHATALO V., LEINONEN K., RITA H., NYGREN M., 1996. *Effect of prechilling on the dormancy of Betula pendula seeds*. Can. For. Res., 26 (7): 1203-1208.