

M.F. PALLA (*), M. ANSALDI (**), G. BEDINI (**), F. GARBARI (**)

RHODODENDRON FERRUGINEUM (ERICACEAE) NELLE ALPI APUANE. CARATTERIZZAZIONE DELLA NUOVA STAZIONE DI FORNOVOLASCO (LU)

Riassunto - Viene descritta la nuova stazione apuana di *Rhododendron ferrugineum* L. Vengono inoltre effettuati confronti tra le stazioni appenniniche e alpine note in bibliografia e la nuova stazione apuana. Per la sua rarità in ambito appenninico *Rhododendron ferrugineum* è protetto da leggi regionali e inserito nelle liste rosse regionali delle piante d'Italia.

Parole chiave - *Rhododendron ferrugineum*, nuova stazione, Alpi Apuane (Toscana), analisi morfo-anatomiche.

Abstract - *Rhododendron ferrugineum* (Ericaceae) in the Apuan Alps. Characterization of the new station of Forno Volasco (LU). The new Apuan population of *Rhododendron ferrugineum* L. has been described and compared with the other ones of the species range known from the literature. Because of its rarity in the Apennines, *Rhododendron ferrugineum* is protected under Regional Laws (Tuscany and Emilia-Romagna). It is also included as Vulnerable (VU) in the Regional Red List of the Italian flora and it is under protection by Regional Laws.

Key words - *Rhododendron ferrugineum*, new record, Apuan Alps (Tuscany), morpho-anatomical analysis.

INTRODUZIONE

Rhododendron ferrugineum L. è un'ericacea diffusissima sulle Alpi. Nota come rosa delle Alpi, rododendro rosso o rododendro ferrugineo; generalmente vive su substrati silicei, dove può formare popolamenti molto estesi e molto densi. Si tratta di un arbusto sempreverde alto fino a un metro, con fusto legnoso, tortuoso, fragile, ascendente e molto ramificato. Le foglie, sempreverdi, coriacee, brevemente picciolate, lunghe da 2 a 3,5 cm, sono addensate all'apice dei rami. La lamina, ovale o ellittica, arrotondata all'apice e revoluta ai margini, è verde scuro e lucente sulla pagina superiore, rosso-ferruginea e con dense squame ghiandolari su quella inferiore. I fiori rosso porporati, nettariiferi, portati da un peduncolo lungo 1-2 cm, hanno un caratteristico odore resinoso e sono riuniti in infiorescenze da 5 a 22. Sono proterandri: la maturazione degli stami avviene prima di quella dei pistilli. Gli stami presentano dimorfismo: possono essere corti al di sotto o allo stesso piano dello stilo o lunghi, al di sopra, formanti due distinti verticilli (Escaravage *et al.*, 2001). L'ovario è supero e le antere sono deiscenti per un poro apicale. Il calice, tubuloso con cinque dentelli apicali, è lungo 1,5 mm, mentre la

corolla è dapprima tubulare, poi imbutiforme-campulata e lunga 1-1,5 cm. Il frutto è una capsula ovoidale, pentaloculare (Della Beffa, 1998). I principali insetti impollinatori di *Rhododendron ferrugineum* sono api, bombi e alcune specie di ditteri. Le severe condizioni climatiche degli ambienti artici e alpini possono ridurre l'attività degli impollinatori con conseguente diminuzione dell'impollinazione incrociata.

Uno studio sulla morfologia del fiore (Escaravage *et al.*, 1997) ha rivelato la presenza di caratteri che dimostrano sia autogamia sia allogamia (impollinazione incrociata). La proterandria, l'impollinazione entomofila, la produzione di numerosi fiori, ovuli e polline, la presenza di nettari e di stami lunghi confermano l'impollinazione incrociata. La forma dei petali, il calice tubuloso e la posizione dello stilo, allo stesso livello degli stami più corti, suggeriscono invece autoimpollinazione. Inoltre, a dimostrazione dei vari ed efficienti sistemi riproduttivi di *Rhododendron ferrugineum* è stata osservata, nelle popolazioni più chiuse e mature (Escaravage *et al.*, 1997), anche un particolare tipo di riproduzione vegetativa simile alla propaggine (Ponnon *et al.*, 1997). In questi casi *Rhododendron ferrugineum* può divenire specie dominante e giocare un importante ruolo nello strutturare la vegetazione, creando distese dense dove gli individui possono raggiungere un'età di 150 anni e oltre (Schlüssel *et al.*, 2000). La fioritura avviene tra giugno e luglio.

Distribuzione e areale

Rhododendron ferrugineum L. è un'orofita alpino-pirenaica (Pignatti, 1982); vive sui macereti, nelle praterie d'altitudine, nelle cenge e sui pendii esposti a nord, ovest e nord-ovest, dove la neve si mantiene più a lungo. In tali ambienti, sopra al limite delle foreste, può formare estese brughiere d'altitudine assieme ai mirtilli (*Vaccinium myrtillus* L., *V. uliginosum* L., *V. vitis-idea* L.) e ad *Empetrum nigrum* L. (Ferrari, 1973). Sulle Alpi, a quote comprese tra 1900 e 2200 m caratterizza la fascia di vegetazione subalpina assieme ad altri arbusti, quali mirtillo, pino mugo ecc. Da qui risale fino a 2300 m e oltre; le stazioni più elevate sono sui grandi massicci che circondano le valli aride a clima continentale. Nelle zone prealpine a clima oceanico, soprattutto nell'Insubria, *Rhododendron ferrugineum* discende fino ai fondovalle: in Val Sassina, nel Canton Ticino (sul M. Ceneri fino a 230 m), sul lago Maggiore

(*) Via Livornese, 662 loc. La Vettola, 56122 Pisa. E-mail: marifra77@yahoo.it

(**) Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, via Luca Ghini 5, 56126 Pisa (PI). E-mail: mansaldi@biologia.unipi.it; gbedini@biologia.unipi.it; fgarbari@biologia.unipi.it

e presso Ivrea (fino a 300-350 m). In queste stazioni diviene pianta sciafila, caratteristica dei castagneti più densi. Al di fuori dell'arco alpino la sua presenza è nota solo per un limitato numero di stazioni a carattere relictuale, legate al periodo glaciale, collocate sulle vette più elevate del sistema Tosco-Emiliano; quelle ricordate da Pignatti (1982) sono: Alpe di Mommio, Bocca di Scala, M. Vecchio, M. Prado, M. Libro Aperto, M. Tre Potenze, M. Spigolino, dove rappresenta un relictio glaciale. Nel 2004 *Rhododendron ferrugineum* viene segnalato per la prima volta nelle Alpi Apuane (Ansaldo *et al.*, 2004), in una stazione, anch'essa a clima oceanico e a bassa altitudine, che presenta caratteristiche molto diverse rispetto a quelle delle vicine stazioni appenniniche e più affini a quelle delle stazioni prealpine (Ansaldo *et al.*, 2007). La nuova stazione apuana dà ulteriore conferma della ricchezza e dell'importanza fitogeografica di questo distretto floristico in cui si rinvenivano importanti specie endemiche, specie relictive e specie al limite del loro areale.

Grado di tutela

Rhododendron ferrugineum per la sua rarità in ambiente appenninico è tutelata dalla legge 56/2000 della Regione Toscana e dalla legge 2/1977 della Regione Emilia-Romagna (Alessandrini *et al.*, 2003). È inoltre inserita nella Lista Rossa Toscana e in quella dell'Emilia-Romagna (Conti *et al.*, 1997) nella categoria VU (vulnerabile) del sistema IUCN.

Obiettivi

Il presente lavoro ha avuto come finalità lo studio della nuova popolazione, sia tramite confronti tra le diverse stazioni (appenniniche e apuane) dal punto di vista climatico, geologico, geomorfologico e vegetazionale, sia tramite analisi comparative di tipo morfo-anatomico tra il rododendro apuano e i campioni prelevati nelle stazioni appenniniche e alpine già note.

MATERIALI E METODI

Area di studio

Sono state indagate quattro stazioni (Fig. 1): Forno-vasco, comune di Vergemoli (LU); Monte Vecchio, comune di Sillano (LU); Monte Libro Aperto, comune di Fanano (MO); Passo del Lucomagno, Svizzera.

I rilevamenti di campagna hanno avuto luogo nella primavera-estate 2004 al fine di acquisire tutte le informazioni necessarie alla descrizione delle popolazioni di *Rhododendron ferrugineum*: superficie occupata; substrato geologico; altitudine; inclinazione; esposizione; florula della stazione; prelievo dei campioni successivamente utilizzati per allestire un erbario; raccolta dei semi per la conservazione *ex situ* (-20°C) nella banca del germoplasma dell'Orto Botanico di Pisa e per effettuare prove di germinazione (Ansaldo *et al.*, 2007). Sono stati eseguiti rilevamenti vegetazionali con il metodo di Braun-Blanquet; il rilevamento ha previsto la compilazione su campo di una scheda e i dati così ottenuti sono stati successivamente organizzati in una tabella nella quale le specie vegetali sono elencate in ordine



Fig. 1 - Le stazioni studiate.

alfabetico. Di ogni specie viene riportata la categoria corologica, la forma biologica e i valori di copertura. La distribuzione percentuale delle forme biologiche ci ha fornito lo spettro biologico delle diverse stazioni. Per i rilevamenti è stato utilizzato inoltre il metodo del transetto. Sono stati realizzati in seguito disegni schematici delle piante rilevate, in scala, fornendo così una descrizione semplice ma efficace della vegetazione presente. La fenologia di *Rhododendron ferrugineum* è stata descritta utilizzando la scala di Marcello (Pignatti in Cappelletti, 1976). Per quanto riguarda il substrato geologico sono state consultate le carte geologiche (Carmignani *et al.*, 2001) e testi (Ansaldo & Medda, 1999) relativi alle zone oggetto del presente lavoro. L'altitudine è stata rilevata tramite l'uso di un altimetro e di carte topografiche, l'inclinazione dei versanti è stata calcolata mediante il rapporto tra dislivello e distanza tra punti limite delle stazioni, misurate con una rotella metrica o stimate ad «occhio»; l'esposizione è stata rilevata con una bussola.

Caratteri dei campioni raccolti

Dopo aver prelevato i campioni di piante di rododendro provenienti dalle quattro stazioni, si è passati all'osservazione delle principali caratteristiche morfologiche tramite l'utilizzo di uno stereomicroscopio Wild Heerbrugg e di un righello. Sono state annotate: altezza del campione; diametro del fusto; numero di ramificazioni laterali; lunghezza dei germogli giovani; dimensione (lunghezza e larghezza) delle foglie; margine fogliare; lamina fogliare; colorazione delle foglie giovani e vecchie; presenza di squame ghiandolari (peli ghiandolari peltati); dimensione dei fiori; tipo di nervatura; tipo di fusto.

Indagini morfo-anatomiche

Questa fase è stata svolta presso il Laboratorio di Cito-morfologia ed Embriologia Vegetale del Dipartimento di Biologia dell'Università degli Studi di Pisa. I campioni raccolti sono stati utilizzati per allestire preparati microscopici di sezioni fogliari.

Sono state prelevate foglie vecchie e foglie giovani dai campioni freschi; di queste, la porzione più vicina alla nervatura centrale (circa 3 mm per lato), isolata utilizzando una lametta, è stata posta in provette siglate e sottoposta a fissazione, per circa dodici ore in FAA (Sass, 1958). Trascorso questo tempo, il materiale è stato sottoposto a disidratazione in alcool (50°, 70° e 95°). Dopo circa un'ora e mezza, il materiale tolto dall'alcool è stato collocato in una miscela in parti uguali di alcool e resina base attivata con 0,5 g di Perossido di Benzolo. Dopo due ore il materiale è stato collocato per una notte in frigorifero in resina base, al termine della quale sono state fatte le inclusioni. I preparati inclusi nella resina sono stati sezionati utilizzando un microtomo Leica in modo da ottenere sezioni dorso-ventrali di spessore 3 µm e poi colorati con il Blu di Toluidina.

Sono stati osservati 24 vetrini su ognuno dei quali sono state poste circa 28 sezioni fogliari, per un totale di circa 670 osservazioni. Quindi per ogni vetrino sono state scelte in modo casuale 5 sezioni, sulle quali successivamente sono state effettuate le misure micrometriche. Le sezioni fogliari ottenute sono state analizzate utilizzando un microscopio ottico Leitz (Laborlux s). Il lavoro si è basato sull'osservazione e sulla descrizione delle strutture tipiche di una foglia dorso-ventrale: cuticola, epidermide, tessuto a palizzata, fasci conduttori, squame ghiandolari, spessore fogliare, altre strutture eventualmente presenti. Una volta identificate le strutture sopra citate e identificate le più rappresentative, sono state misurate utilizzando un oculare micrometrico Leitz, ed infine i dati così raccolti sono stati inseriti in una tabella e successivamente sottoposti ad analisi statistica.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Stazione apuana

La stazione apuana si trova presso la località Boscaccio vicino all'abitato di Fornovolasco, nel comune di Vergemoli (LU), in prossimità di una cascata lungo il Fosso delle Rondini, un affluente della destra orografica della Turrite di Galliciano (Fig. 2).

L'altitudine è di circa 500 m s.l.m. e l'esposizione prevalente è Ovest-Nord/Ovest. Il substrato geologico è costituito da rocce metamorfiche ascrivibili alla formazione delle Filladi. Le rocce presentano un alto grado di alterazione superficiale che rende il costone roccioso, sul quale crescono le piante di rododendro, molto friabile. Il clima dell'area in esame è di tipo A-umido e l'altitudine modesta fa sì che non si registrino mesi freddi, considerando come «mese freddo» quello in cui la temperatura media mensile è inferiore ai 7°C (Rapetti & Vittorini, 1994); la media pluviometrica calcolata a Fornovolasco, abitato situato a circa 470 m s.l.m., è di circa 2632 mm annui. Queste condizioni nel loro insieme permettono di definire il clima come oceanico. Inoltre la presenza della cascata determina un microclima fresco e umido. L'ambiente, di non facile accesso, è di tipo boschivo; l'elemento dominante è il castagno (*Castanea sativa* Miller), probabilmente coltivato in passato e oggi abbandonato. Tra le altre specie presenti troviamo il nocciolo (*Corylus avellana* L.), il carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.) e il tiglio (*Tilia platyphyllos* Scop.). In posizione eterotopica e presso l'affioramento roccioso troviamo inoltre un faggio (*Fagus sylvatica* L.) e un giovane leccio (*Quercus ilex* L.). Gli individui di rododendro occupano due aree non molto distanti del costone roccioso verticale. La prima popolazione è formata da non più di 30 individui distribuiti su una superficie di circa 150 m² con esposizione ovest/nord-ovest, mentre la seconda popolazione è costituita da pochi individui, tre piante vive e due morte, sparsi su una superficie di circa 400 m² con esposizione nord/nord-ovest. La florula della stazione è costituita in gran parte da specie tipiche dei boschi mesofili e delle faggete, a differenza di quanto avviene nelle stazioni appenniniche (Tab. 1). Per quanto riguarda gli aspetti corologici possiamo osservare la prevalenza di elementi centro-europei (specie dell'Europa temperata dalla Francia all'Ucraina) ed europeo-caucasici, affiancati da elementi mediterranei. La nuova stazione apuana ricade all'interno del Parco Regionale delle Alpi Apuane istituito con L.R. 11 agosto 1997, n. 65.

Stazione di Monte Vecchio

Localizzata nel comune di Sillano (LU), denominata «Rodoreti del Monte Vecchio» (Ferrarini, 1979), è situata nell'ambito di una vasta area demaniale regionale nota come Parco dell'Orecchiella, posta sulla sinistra orografica del fiume Serchio, che recentemente è stata inclusa nel Parco Nazionale Appennino Tosco-Emiliano. Il clima è caratterizzato dall'abbondanza delle precipitazioni, che superano i 1800 mm annui e si verificano per lo più in primavera ed in autunno. In inverno cadono abbondanti nevicate; la neve può rimanere anche a lungo nelle zone più elevate ed esposte a Nord. I venti sono prevalentemente occidentali. In



Fig. 2 - La stazione apuana (indicata dal cerchietto).

Tab. 1 - Florula della stazione apuana e di quelle appenniniche.		
Fornovolasco	Monte Vecchio	Monte Libro Aperto
<i>Asplenium ruta-muraria</i> L.	<i>Acinos alpinus</i> (L.) Moench	<i>Alchemilla alpina</i> Series <i>saxatilis</i> Buser
<i>Aruncus dioicus</i> (Walter) Fernald	<i>Alchemilla alpina</i> Series <i>saxatilis</i> Buser	<i>Anemone narcissiflora</i> L.
<i>Asplenium trichomanes</i> L.	<i>Aquilegia alpina</i> L.	<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertner
<i>Athyrium filix-foemina</i> (L.) Roth	<i>Asperula cynanchica</i> L.	<i>Aquilegia alpina</i> L.
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	<i>Aster alpinus</i> L.	<i>Aster alpinus</i> L.
<i>Campanula trachelium</i> L.	<i>Biscutella laevigata</i> L.	<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Swartz
<i>Cardamine bulbifera</i> L.	<i>Coeloglossum viride</i> (L.) Hartm	<i>Carlina acaulis</i> L.
<i>Carpinus betulus</i> L.	<i>Draba aspera</i> Bertol.	<i>Coeloglossum viride</i> (L.) Hartm
<i>Castanea sativa</i> Miller	<i>Festuca paniculata</i> L.	<i>Gentiana kochiana</i> Perr. et Song.
<i>Centaureum erythraea</i> Rafn	<i>Geum montanum</i> L.	<i>Juniperus nana</i> Willd.
<i>Clematis vitalba</i> L.	<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.	<i>Lotus corniculatus</i> L.
<i>Coronilla emerus</i> L. subsp. <i>emerus</i>	<i>Juncus trifidus</i> L.	<i>Myosotis alpestris</i> F. W. Schmidt
<i>Corylus avellana</i> L.	<i>Juniperus nana</i> Willd.	<i>Phyteuma hemisphaericum</i> L.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	<i>Lotus corniculatus</i> L.	<i>Pulsatilla alpina</i> (L.) Delarbre subsp. <i>alpina</i>
<i>Daphne laureola</i> L.	<i>Luzula lutea</i> (All.) Lam. et DC.	<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	<i>Myosotis alpestris</i> F. W. Schmidt	<i>Saxifraga paniculata</i> Miller
<i>Erica scoparia</i> L.	<i>Phyteuma hemisphaericum</i> L.	<i>Sempervivum arachnoideum</i> L.
<i>Fagus sylvatica</i> L.	<i>Phyteuma orbiculare</i> L.	<i>Thymus alpigenus</i> (Kerner) Ronn.
<i>Fraxinus ornus</i> L.	<i>Potentilla aurea</i> L.	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.
<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.	<i>Vaccinium gaultherioides</i> Bigelow
<i>Geranium nodosum</i> L.	<i>Rosa pendulina</i> L.	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.
<i>Geranium robertianum</i> L.	<i>Saxifraga exarata</i> Vill.	<i>Viola calcarata</i> L. subsp. <i>cavillieri</i> (W. Beker) Merxm. et Lippert
<i>Hedera helix</i> L.	<i>Saxifraga paniculata</i> Miller	
<i>Hypericum androsaemum</i> L.	<i>Sedum acre</i> L.	
<i>Luzula nivea</i> (L.) Lam. et DC.	<i>Sempervivum arachnoideum</i> L.	
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	<i>Thymus alpigenus</i> (Kerner) Ronn.	
<i>Oxalis acetosella</i> L.	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	
<i>Phyllitis scolopendrium</i> (L.) Newman	<i>Vaccinium gaultherioides</i> Bigelow	
<i>Phyteuma orbiculare</i> L.	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	
<i>Polypodium vulgare</i> L.	<i>Viola calcarata</i> L. subsp. <i>cavillieri</i> (W. Beker) Merxm. et Lippert	
<i>Prenanthes purpurea</i> L.		
<i>Quercus ilex</i> L.		
<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.		
<i>Rubus idaeus</i> L.		
<i>Salix alba</i> L.		
<i>Salvia glutinosa</i> L.		
<i>Saxifraga rotundifolia</i> L.		
<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz		
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.		
<i>Teucrium scorodonia</i> L.		
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.		
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.		

letteratura la cenosi di Monte Vecchio è considerata quella meglio conservata, più estesa (Ferrarini, 1979) e soprattutto l'unica a trovarsi nel versante tirrenico dell'Appennino settentrionale. La stazione, che vegeta principalmente in una brughiera a mirtillo, si estende dal limite superiore della faggeta fino alla cresta, nel versante N-NW, su tutto il contrafforte che dal M. Vecchio scende dapprima bruscamente, poi più dolcemente e risale quindi per formare il M. Bocca di Scala (Ferrarini, 1974). Come gli altri rodoreti appenninici è insediata su macigno oligocenico o flysch. Dalla florula censita si evince che tra gli elementi corologici prevalgono quelli Orofilo Sud-Europei, con specie montane ed alpine dei rilievi dell'Europa meridionale e quelli Circumboreali. La cenosi di M. Vecchio ricade nel SIC IT5120002 Monte Castellino - Le Forbici e nel SIC - ZPS IT4030006 Monte Prado che a sua volta ricade completamente nel Parco Nazionale «Appennino Tosco Emiliano», istituito con il D.P.R. il 21 maggio 2001.

Stazione del Monte Libro Aperto

È situata nel comune di Fanano (MO), presso il Passo dell'Abetone. Il Monte Libro Aperto è costituito da due cime: il Monte Belvedere (1896 m) e il Monte Rotondo (1937 m) sovrastanti due zone a debole pendenza. Dalle osservazioni pluviometriche effettuate nella stazione Idrografica di Abetone (Boscolungo) situata a 1340 m di altitudine, risulta un elevato regime di precipitazioni: la media è di 2568 mm/anno. In annate piovose si superano anche i 3000 mm. Le prime nevi cadono in ottobre, o più frequentemente in novembre. Generalmente all'Abetone la neve permane sul terreno più di cinque mesi. Nella stagione invernale prevale il vento di tramontana apportatore di aria fredda e generalmente asciutta. Risulta perciò che l'Abetone ha un regime termico tipicamente montano con estati brevi e fresche e inverni lunghi e freddi. Il substrato geologico è ascrivibile alla formazione oligocenica del Macigno. Ferrarini (1973) afferma che *Rhododendron ferrugineum* sul Libro Aperto si trova in tre piccole stazioni situate nella cima orientale più alta (Monte Rotondo 1932 m), in un'anticima posta a poche decine di metri più a nord e nelle pendici settentrionali (a 1800 m circa) del Monte Belvedere, tutte con un'esposizione N/NW. La presente indagine ha potuto confermare la presenza di *Rhododendron ferrugineum* unicamente nei pressi dell'anticima nord del M. Rotondo dove forma delle cenosi compatte e ben estese insieme a *Vaccinium* spp.

La cenosi del Libro Aperto ricade nel SIC-ZPS IT4040001 Monte Cimone, Libro Aperto, Lago di Pragnano che ricade per buona parte della sua estensione nel Parco Regionale «Alto Appennino Modenese» istituito con L.R. 11 del 2.04.88.

Stazione del Passo del Lucomagno

Nell'agosto 2004 sono stati prelevati, presso il Passo del Lucomagno (Canton Ticino - CH), a un'altitudine di circa 1950 m, campioni di *Rhododendron ferrugineum* con lo scopo di effettuare confronti morfo-anatomici. Al Passo del Lucomagno *Rhododendron ferrugineum* forma cenosi estese e compatte, con valori di copertura prossimi al 100%.

Confronto degli Spettri Biologici

Al Fosso delle Rondini dominano nettamente le emicriptofite e le fanerofite, mentre nelle stazioni appenniniche prevalgono le emicriptofite e le camefite (Fig. 3). Ciò conferma le differenze ecologiche della stazione apuana, posta in ambiente boschivo a clima oceanico, rispetto a quelle appenniniche situate al di sopra della fascia boscata, in una situazione a clima microtermo e continentale.

Osservazione dei campioni raccolti

I campioni di rododendro delle Alpi e delle due stazioni appenniniche hanno caratteristiche morfologiche molto simili che riflettono le affinità stazionali: abbondanti precipitazioni, basse temperature medie annue, lunga permanenza delle nevi alle più elevate altitudini, e presenza di venti freddi e asciutti. Le piante di queste stazioni hanno il portamento di arbusti contorti sempreverdi alti fino ad un metro, con fusti legnosi, tortuosi, ascendenti e molto ramificati; le foglie, sottili e brevemente picciolate, sono lunghe nei campioni esaminati da un minimo di 1,5 cm (al Passo del Lucomagno), ad un massimo di 2,6 cm (nei campioni di Monte Vecchio). Al contrario le piante del Fosso delle Rondini sono in forma di arbusti costituiti da pochi e singoli rami, lunghi anche più di un metro; i fusti sono legnosi, ascendenti, leggermente incurvati, fragili e scarsamente ramificati. Le foglie possono superare i 4 cm. Infine i giovani germogli presentano allungamenti di 3-4,5 cm, di gran lunga superiori rispetto a quelli misurati nelle altre stazioni.

Osservazione dei preparati microscopici

Nei campioni osservati l'epidermide è costituita da un solo strato di cellule, generalmente appiattite, di forma poligonale, con pareti laterali in stretto contatto le une alle altre. Le pareti esterne di tali cellule risultano più o meno cutinizzate. Lo spessore della cuticola varia: i valori più bassi sono stati riscontrati nelle sezioni del Fosso delle Rondini, dove la cuticola risulta più sottile (Fig. 4) che nei campioni delle altre tre stazioni (Fig. 5). Questo aspetto è in relazione al microclima

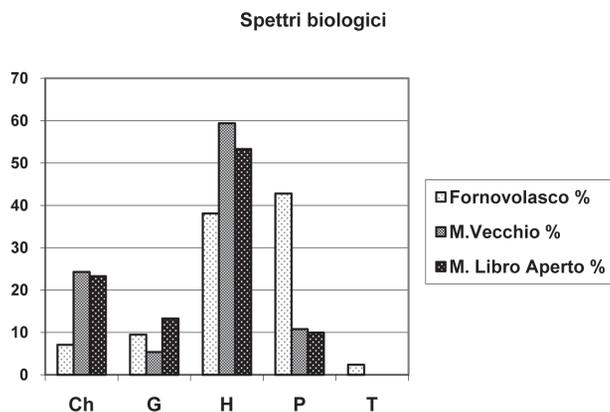


Fig. 3 - Spettri corologici della stazione apuana e di quelle appenniniche.

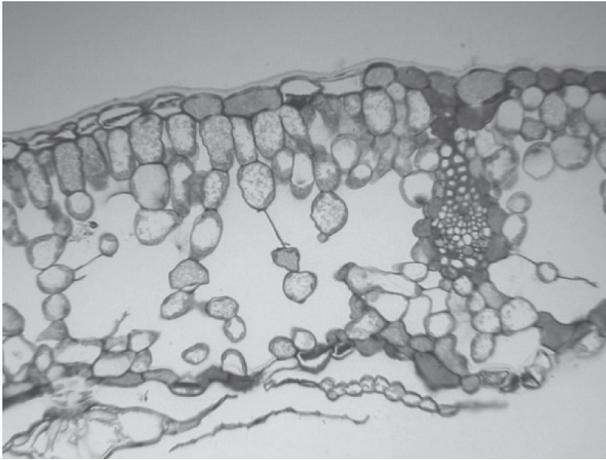


Fig. 4 - Sezione di foglia di un campione apuano: in alto si individua un sottile strato cuticolare. x 25.

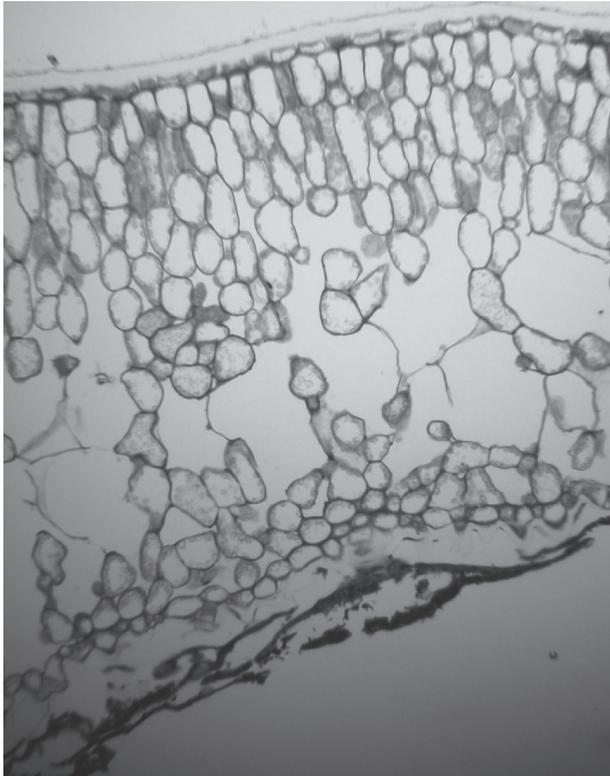


Fig. 5 - Sezione di foglia di un campione del M. Libro Aperto. In alto si individua uno spesso strato di cuticola. x 25.

fresco-umido della stazione apuana, dove la mancanza d'acqua non rappresenta perciò un fattore limitante. Gli spessori maggiori invece sono stati verificati nelle altre stazioni indagate, nelle quali, nonostante le alte precipitazioni annue, l'acqua non sempre è disponibile a causa del suolo gelato per molti mesi all'anno. Ciò

rappresenta un problema non trascurabile per le piante che si traduce quindi in un maggiore sviluppo nello spessore della cuticola al fine di limitare al massimo le perdite d'acqua.

Sono presenti sull'epidermide anche formazioni tricotomose; si tratta nel nostro caso di tricomi ghiandolari in cui si distinguono tre parti: una parte basale, il collo e la testa ghiandolare. Quest'aspetto è molto evidente nelle foglie giovani dei campioni di ogni provenienza mentre nelle foglie vecchie spesso le ghiandole appaiono schiacciate, forse per la perdita di secreto. Pur avendo le ghiandole il medesimo aspetto nei campioni esaminati, quelle di sezioni provenienti dal P.so del Lucomagno si differenziano per dimensione; la lunghezza della ghiandola supera persino lo spessore della sezione.

Nelle sezioni fogliari abbiamo riscontrato che il tessuto a palizzata risulta costituito da un numero variabile di strati cellulari, essendo lo sviluppo di questo influenzato dalla quantità di luce presente: nelle sezioni del Fosso delle Rondini esso risulta costituito da 2 o al più 3 strati di cellule allungate a forma cilindroide orientate perpendicolarmente alla superficie della foglia (Fig. 6), mentre nelle altre stazioni, che si trovano in luoghi particolarmente luminosi, il palizzata è formato da 4 o 5 strati di cellule, in quanto la luce sufficiente per la fotosintesi penetra profondamente nel lembo fogliare (Figg. 7 e 8). Al di sotto del tessuto a palizzata, si può osservare il tessuto lacunoso, esteso per tutto lo spessore della foglia fino a contatto con l'epidermide inferiore. È costituito da cellule di forma irregolare, tra le quali vi sono ampi spazi intercellulari così da facilitare gli scambi gassosi.

All'interno delle foglie, più o meno immersi nel parenchima clorofilliano, si osservano i fasci cribrovascolari. Nelle nervature principali la cui struttura non presenta significative differenze nei campioni di diversa provenienza, la quantità di xilema e di floema è maggiore che nelle nervature secondarie. Inoltre molto spesso abbiamo verificato la presenza di tessuto sclerenchimatico associato ai fasci conduttori, con la funzione di rinforzo meccanico.

Analisi statistica

Per evidenziare eventuali differenze significative riguardanti le caratteristiche osservate nei preparati microscopici, i valori micrometrici delle diverse variabili sono stati sottoposti ad analisi statistica. È stato eseguito il test di Kruskal-Wallis (Dytham, 2003) che ha evidenziato la presenza nell'ambito di ogni caratteristica esaminata di almeno una coppia di valori significativamente differenti. I confronti multipli hanno permesso poi di verificare, tramite l'individuazione delle differenze più significative, quali sezioni tra quelle indagate presentano le maggiori affinità.

Quindi, poiché il test di Kruskal-Wallis non esegue confronti multipli e non indica quali coppie di campioni differiscono maggiormente in maniera significativa, sono stati effettuati confronti multipli tramite il test di Dunn (Lehnez, 1996); i differenti livelli di significatività vengono di solito indicati nel modo seguente:

- * = $P < 0,05$ (livello 5%): significativo
- ** = $P < 0,01$ (livello 1%): molto significativo

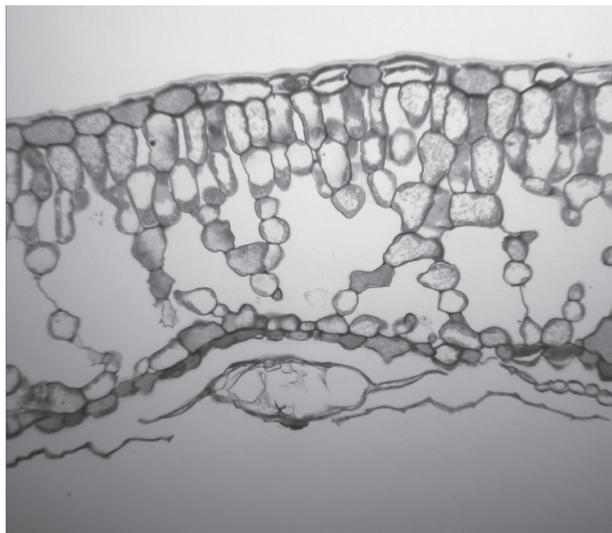


Fig. 6 - Tessuto a palizzata (nella foto in alto) di campione proveniente dal Fosso delle Rondini. x 25.

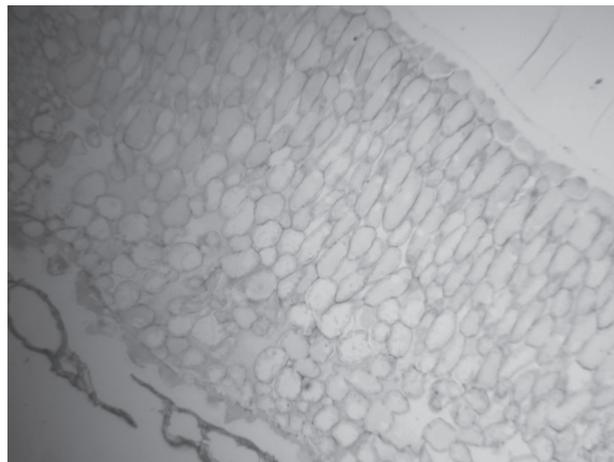


Fig. 8 - Palizzata di foglia prelevata sulle rupi di M. Vecchio. x 25.

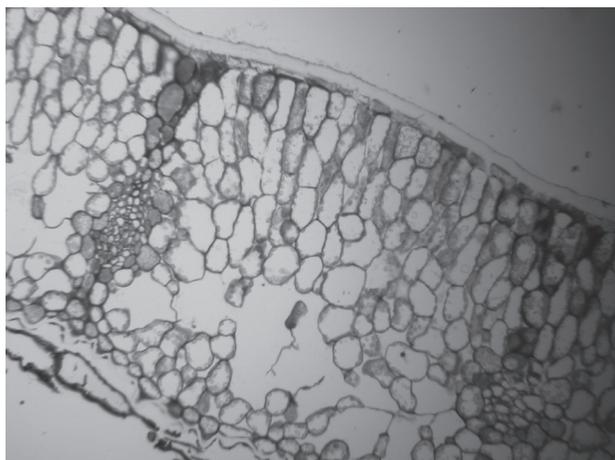


Fig. 7 - Tessuto a palizzata (in alto a destra) di campione proveniente dal M. Libro Aperto. x 25.

– *** = $P < 0,001$ (livello 0,1%): altamente significativo

– ns = $P \geq 0,05$: non significativo

Il test prevede il calcolo di un valore Q, successivamente confrontato con valori tabulati di probabilità al fine di accertare l'effettiva significatività del risultato e il suo eventuale grado (Tab. 2).

La Tabella 3 è conclusiva dell'analisi statistica eseguita sulle misure micrometriche.

I confronti multipli di Dunn hanno permesso di verificare, tramite l'individuazione delle differenze più significative, quali sezioni tra quelle indagate presentano le maggiori affinità. Le misure relative alla stazione del Fosso delle Rondini presentano le diversità maggiori, 100% con quelle della stazione del M. Libro Aperto e

alpica del Passo del Lucomagno, mentre con le misure relative alle stazioni di M. Vecchio si registrano differenze minori, rispettivamente del 58,2% e del 35,29%. Infine, dal confronto multiplo delle misure relative alle stazioni appenniniche ed alpine si conclude che le foglie provenienti dalle stazioni di M. Vecchio e di M. Libro Aperto, presentano le maggiori affinità, con solo il 17,65% di diversità e si allontanano in misura maggiore dal P.so del Lucomagno, con il quale presentano il 64,71% di differenze.

Si riscontra perciò una maggiore differenziazione tra la popolazione apuana, relegata in un'area ristretta e fortemente caratterizzata dal punto di vista microclimatico, e le popolazioni più settentrionali. Questa maggiore differenziazione sta probabilmente in stretta relazione alla migrazione quaternaria di *Rhododendron ferrugineum*.

CONCLUSIONI

Questo lavoro sulla nuova stazione apuana di *Rhododendron ferrugineum* ha permesso di chiarire gli aspetti distributivi e demografici di questa popolazione estremamente esigua.

Sono state evidenziate le differenze ecologiche tra la stazione apuana e le stazioni appenniniche.

Le spiccate differenze riscontrate nelle piante del Fosso delle Rondini sono dovute alle caratteristiche stazionali che si discostano nettamente da quelle più consuete per *Rhododendron ferrugineum*, che assume qui portamento sciafilo; questa stazione rappresenta inoltre l'estremo limite meridionale dell'areale.

L'estrema esiguità della popolazione apuana rende necessari interventi di conservazione e attività di monitoraggio. L'isolamento riproduttivo e il ridotto numero di individui determinano lo stato di precarietà e quindi la necessità di operare una conservazione attiva sia *ex situ*, sia *in situ* dei pochi esemplari rimasti.

Nonostante le popolazioni appenniniche non presentino problemi analoghi per quanto riguarda la consistenza

Tab. 2 - Test di Dunn: tabella relativa ai confronti multipli delle variabili misurate nelle quattro stazioni indagate: 1 = Fosso delle Rondini; 2 = M. Libro Aperto; 3 = M. Vecchio; 4 = P.so del Lucomagno.

Variabile dipendente	Stazione	Stazione di confronto	Q	Significatività
Spessore su nervatura centrale	1	2	5,806	***
		3	2,310	ns
		4	3,778	***
	2	3	3,920	***
		4	8,300	***
	3	4	5,664	***
Spessore lontano da nervatura centrale	1	2	6,255	***
		3	6,990	***
		4	6,995	***
	2	3	0,548	ns
		4	0,641	ns
	3	4	1,288	ns
Cuticola superiore lontano da nervatura centrale	1	2	2,131	ns
		3	3,395	***
		4	4,432	***
	2	3	0,641	ns
		4	1,993	ns
	3	4	1,660	ns
Epidermide superiore-altezza	1	2	2,724	*
		3	1,957	ns
		4	5,114	***
	2	3	1,126	ns
		4	6,778	***
	3	4	6,718	***
Epidermide superiore-larghezza	1	2	4,930	***
		3	1,292	ns
		4	4,733	***
	2	3	3,875	***
		4	8,368	***
	3	4	5,788	***
Palizzata su nervatura centrale	1	2	5,889	***
		3	5,328	***
		4	5,491	***
	2	3	0,651	ns
		4	0,391	ns
	3	4	1,102	ns
Palizzata lontano da nervatura centrale	1	2	5,779	***
		3	6,910	***
		4	7,784	***
	2	3	0,136	ns
		4	1,736	ns
	3	4	2,141	ns

Epidermide inferiore-altezza	1	2	0,514	ns
		3	0,094	ns
		4	6,369	***
	2	3	0,438	ns
		4	5,070	***
	3	4	6,292	***
Epidermide inferiore- larghezza	1	2	2,965	*
		3	0,986	ns
		4	5,333	***
	2	3	2,160	ns
		4	7,186	***
	3	4	6,138	***
Cuticola inferiore su nervatura centrale	1	2	1,994	ns
		3	2,957	*
		4	4,199	***
	2	3	0,420	ns
		4	1,909	ns
	3	4	1,785	ns
Cuticola inferiore lontano dalla nervatura centrale	1	2	2,611	ns
		3	2,542	ns
		4	7,121	***
	2	3	0,535	ns
		4	3,906	***
	3	4	5,046	***
Nervatura centrale-altezza	1	2	3,749	**
		3	1,391	ns
		4	3,872	***
	2	3	2,613	ns
		4	6,00	***
	3	4	5,008	***
Nervatura centrale-larghezza	1	2	2,983	*
		3	3,745	**
		4	5,168	***
	2	3	6,041	***
		4	7,059	***
	3	4	2,110	ns
Nervatura secondaria-altezza	1	2	2,728	*
		3	1,074	ns
		4	3,762	**
	2	3	1,852	ns
		4	0,895	ns
	3	4	2,886	*

Nervatura secondaria-larghezza	1	2	0,704	ns
		3	1,753	ns
		4	4,100	***
	2	3	2,457	ns
		4	2,941	*
	3	4	5,853	***
Altezza ghiandola	1	2	2,986	ns
		3	1,819	ns
		4	5,044	***
	2	3	1,300	ns
		4	6,955	***
	3	4	6,592	***
Larghezza ghiandola	1	2	0,725	ns
		3	0,334	ns
		4	5,421	***
	2	3	0,452	ns
		4	5,323	***
	3	4	5,694	***

Tab. 3 - Tabella relativa ai confronti multipli eseguiti con il test di Dunn: 1 = Fosso delle Rondini; 2 = M. Libro Aperto; 3 = M. Vecchio; 4 = P.so del Lucomagno.

Stazione	Stazione di confronto	Numero di differenze significative su 17 caratteristiche totali esaminate	%
1	2	10	58,82
	3	6	35,29
	4	17	100,00
2	3	3	17,65
	4	11	64,71
3	4	11	64,71

numerica delle popolazioni, risultano comunque necessari interventi di monitoraggio, in quanto una minaccia potrebbe essere rappresentata da un peggioramento delle attuali condizioni climatiche, che potrebbero provocare una loro drastica riduzione: temperature superiori alle attuali potrebbero causare sia una riduzione della copertura nevosa durante l'inverno (Rasetti, 1980), necessaria alla specie per sopportare la cattiva stagione, sia una riduzione precoce della stessa copertura, che comporterebbe l'esposizione troppo anticipata della specie al gelo (Theurillat *et al.*, 1998) e conseguentemente causare una regressione (Pasche *et al.*, 2004) di questa specie.

BIBLIOGRAFIA

- Alessandrini A., Foggi B., Rossi G., Tomaselli M., 2003. La flora di altitudine dell'Appennino Tosco-Emiliano. Regione Emilia-Romagna.
- Ansaldi M., Cassettari A., Adami M., 2004. *Rhododendron ferrugineum* L. (Ericaceae), specie nuova per la flora apuana. *Atti Soc. tosc. Sc. Nat., Mem., Ser. B.* 110: 189-191.
- Ansaldi M., Palla M.F., Bedini G., Garbari F., 2007. Intraspecific variation in fragmented populations of *Rhododendron ferrugineum* (Ericaceae) of Apuan Alps and Apennines. *Bocconea* (in press).
- Ansaldi M., Medda E., 1999. Orecchiella, un parco nell'Appennino. I fiori, i boschi, gli ambienti. Sagep, Genova.
- Cappelletti C., 1976. Trattato di botanica. UTET, Torino.
- Carmignani L., Conti P., Disperati L., Fantozzi P.L., Giglia G., Meccheri M., 2001. Carta geologica del parco delle Alpi Apuane (1:50.000). Parco Alpi Apuane, Università degli Studi di Siena, n. 2 tavole.

- Conti F., Manzi A., Pedrotti F., 1997. Liste Rosse Regionali delle piante d'Italia. Associazione Italiana per il WWF, Società Botanica Italiana, Università di Camerino, pp. 139.
- Della Beffa M.T., 1998. Conoscere, riconoscere e osservare tutte le specie di fiori alpini più diffuse. Fiori di Montagna. Istituto Geografico De Agostini, pp. 199.
- Dytham C., 2003. Choosing and using statistics. A Biologist's Guide. Blackwell Publishing.
- Escaravage N., Flubacker E., Pornon A., Doche B., Till-Bottraud I., 2001. Stamen dimorphism in *Rhododendron ferrugineum* (Ericaceae): development and function. *Am. J. Bot.* 88 (1): 68-75.
- Escaravage N., Pornon A., Doche B., Till-Bottraud I., 1997. Breeding system in alpine species: *Rhododendron ferrugineum* L. (Ericaceae) in the French northern Alps. *Can. J. Bot.* 75: 736-743.
- Ferrarini E., 1973. *Rhododendron ferrugineum* L. in fitocenosi relitte dell'Appennino settentrionale. *Giorn. Bot. Ital.* 107: 104-156.
- Ferrarini E., 1974. Altre cenosi e stazioni relitte reperite sull'Appennino settentrionale (ad *Antennaria carpatica*, a *Rhododendron ferrugineum*, a *Salix herbacea*, a *Saussurea discolor*). *Webbia* 29: 105-112.
- Ferrarini E., 1979. Rodoreti del Monte Vecchio. Gruppo di lavoro per la conservazione della natura della società botanica italiana. Camerino.
- Lehnez P., 1996. Handbook of Ethological methods. Cambridge Univ. Press
- Pasche F., Armand M., Gouaux P., Lamaze T., Pornon A., 2004. Are meadows with high ecological and patrimonial value endangered by heathland invasion in the French central Pyrenees. *Biological Conservation* 118: 101-108.
- Pignatti S., 1982. Flora d'Italia. 2: 260. Edagricole, Bologna.
- Pornon A., Escaravage N., Till-Bottraud I., Doche B., 1997. Variation of reproductive traits in *Rhododendron ferrugineum* L. (Ericaceae) populations along successional gradient. *Plant Ecology* 130: 1-11.
- Rapetti F., Vittorini S., 1994. Carta climatica della Toscana centro settentrionale. CNR - Centro di studio per la geologia strutturale e dinamica dell'Appennino. Pacini Editore, Pisa.
- Rasetti F., 1980. I fiori delle Alpi. Le specie che crescono al di sopra del limite della foresta illustrate da 572 riproduzioni di fotografie a colori eseguite dall'autore. Accademia nazionale dei Lincei, Roma.
- Sass J.E., 1958. Botanical Microtechnique. 3rd ed. Ames: Iowa State college Press. Sass J.E., XI, 228 pp.
- Schlüssel A., Theurillat J-P., Chambésy, Wiget L., 2000. The phenology of *Rhododendron ferrugineum* L. (Ericaceae) in correlation to temperature, frost, insolation, and snow cover duration. *Phytocoenologia* 30 (3-4): 457-468.
- Theurillat J.P., Felber F., Geissler P., Gobat J.M., Fierz M., Fischlin A., Keupfer P., Schlüssel A., Velluti C., Zhao G.F., Williams J., 1998. Sensitivity of plant and soil ecosystems of the Alps to climate change. In: Cebon P., Dahinden U., Davies H.C., Imboden D., Jaeger D.I. (eds.). Views from the Alps Regional Perspectives on Climate Change. The MIT press, Cambridge: 226-308.

(ms. pres. il 10 aprile 2008; ult. bozze il 12 giugno 2009)