

SOCIETÀ BOTANICA ITALIANA

SEZIONE LIGURE

LAVORI PRESENTATI  
AL CONVEGNO  
SU

**BIODIVERSITÀ VEGETALE ED AREE PROTETTE**

Genova  
28 novembre 2003



## PRESENTAZIONE

Fra gli scopi della Società Botanica Italiana, oltre alla promozione della ricerca scientifica e della cultura botanica, vi è quello della salvaguardia del patrimonio naturale. A questo fine la Sezione Ligure della Società Botanica Italiana ha organizzato un convegno per fare il punto sulla situazione locale e stimolare il coinvolgimento delle varie realtà che operano sul territorio nella tutela dell'ambiente.

Ovviamente si è trattato il problema solamente dal punto di vista dei vegetali, marini e terrestri, dei funghi e dei licheni. E' stata sottolineata la loro importanza come elementi dell'ecosistema e come strumenti di monitoraggio delle condizioni generali dell'ambiente.

Il problema di come la Biodiversità vegetale venga tutelata dalle aree protette regionali nelle loro diverse tipologie (Parchi, Siti di interesse comunitario, altre aree) è risultato un tema di grande interesse in relazione alla attuazione della

direttiva Habitat, alle politiche conservazionistiche nei Parchi regionali e alla attuazione del Piano Territoriale Regionale.

I responsabili e gli amministratori della Regione, del Corpo Forestale, del Museo di Storia Naturale, dei Parchi Regionali, del Parco Nazionale e delle Aree Marine Protette hanno contribuito a fornire un quadro delle loro attività ed iniziative, mentre gli studiosi che hanno lavorato alla risoluzione di problemi di conoscenza e tutela della biodiversità hanno presentato i risultati delle proprie ricerche, incentrate soprattutto nelle aree protette. Una delle finalità di tali aree è infatti quella di essere laboratori all'aperto per sperimentazioni volte alla tutela del loro stesso patrimonio naturale.

[a cura di S. PECCENINI]

## PROGRAMMA

\* VINCENZO PARISI - La Rete Natura 2000 e la protezione della flora in Liguria.

\* FEDERICO BELTRAMI - Parchi liguri e tutela della biodiversità.

\* ROBERTO POGGI - La mostra sulla biodiversità del 2004 del Museo di Storia Naturale di Genova.

CRISTINA GESTRO - Educazione alla tutela della biodiversità in Liguria.

\* PAOLA TOMMASONE - Attività del Corpo Forestale per la tutela dell'ambiente e della biodiversità.

GAUDENZIO PAOLA - Biodiversità vegetale e aree protette nel Parco Naturale Regionale di Montemarcello-Magra, Liguria.

MIRCA ZOTTI - Valutazione della micodiversità in leccete della Liguria.

PAOLO GIORDANI - Monitoraggio della diversità lichenica in Liguria- note critiche sulla pianificazione della conservazione.

\* REMO BERNARDELLO - Novità pteridologiche per l'Italia e per la Liguria.

LUISA MANGIALAJO, GIUSEPPINA BARBERIS, RICCARDO CATTANEO-VIETTI - Contributo alla conoscenza della biodiversità macroalgale delle Aree Marine Protette liguri.

ENRICA ROCCOTIELLO, BARBARA BORGHESI, LAURA CORNARA, LUIGI MINUTO - *Thymelaea hirsuta* in Liguria- problemi di sopravvivenza, riproduzione e conservazione.

STEFANO MARSILI, MATTEO GRAZIANI, GIUSEPPINA BARBERIS - Ricerche floristiche nel Parco di Capanne di Marcarolo (Alessandria).

SIMONETTA PECCENINI - Studi sulla biodiversità vegetale nel Parco Nazionale delle Cinque Terre.

\* Lavoro non pervenuto al Coordinatore del Convegno per la pubblicazione

## Educazione alla tutela della biodiversità in Liguria

C. GESTRO

**ABSTRACT** – *Education to protection of biodiversity in Liguria* - The Ligurian system INFEA (information, training and environmental education) is based on finalized structures (environmental education centres) and their activities. In 2002 the Liguria Region administration approved its first Program on subject INFEA. Among the planned actions dedicated to biodiversity: the project "Adopt a SIC" (a program of sensibilization on the theme of the Community Importance Sites, dedicated to schools), the birth of the National Information Centre on Marine Protected Areas inside the Aquarium of Genoa, projects of education and sensibilization on sea resources and on the Sanctuary of Cetaceans, the realization of divulgative publications on nature in Liguria region (ferns, flora and naturalistic fruition of territory), the financing of project INFEA on biodiversity regarding the Park of Beigua (wetlands), the Mountain Community Ingauna (SIC), the Park of Montemarcello-Magra (botanic garden), the Park of Portofino (SIC) and the national Park of "Cinque Terre" (Study centre on Mediterranean flora).

**Key words:** Centri di Educazione Ambientale, finanziamenti, mare, parchi, sistema INFEA, Siti di Importanza Comunitaria (SIC)

### INTRODUZIONE

Il sistema nazionale INFEA, nato per volontà del Ministero dell'Ambiente attraverso successivi programmi di finanziamento a partire dal 1989, è oggi un insieme di sistemi a scala regionale costituiti da strutture specializzate, i centri di educazione ambientale (CEA), cui sono collegate attività di informazione, formazione ed educazione.

Il sistema regionale ligure si struttura nel corso degli anni Novanta comprendendo oltre a un Centro regionale di Educazione Ambientale (CREA) altri 11 centri di livello locale.

Nel maggio 2002 la Regione Liguria a valle degli accordi quadro sanciti dalla conferenza Stato-Regioni approva il suo primo documento di programmazione in materia INFEA (R.L., 2002) e sulla base di questo stipula un accordo di programma con il Ministero, ottenendo il finanziamento di alcune azioni, per un ammontare di 600.000 euro (l'intero programma, il cui costo è di circa 4 milioni di euro, prevede, oltre ai finanziamenti statali, finanziamenti comunitari, regionali, degli enti locali e degli enti parco).

L'attuazione del programma prevede da un lato un sostanziale consolidamento del sistema in termini di strutture finalizzate, con la nascita di nuovi centri a livello provinciale e un incremento della copertura territoriale nel ponente ligure, dall'altro un potenziamento

delle attività INFEA secondo sei filoni di azione, nell'ambito dei quali particolare rilievo presentano le "azioni di sensibilizzazione per la tutela della biodiversità" (con una dotazione finanziaria complessiva di circa 1.500.000 euro).

Tra le azioni avviate particolare importanza riveste il programma di interventi "Adotta un SIC", finanziato con i fondi del Documento unico di programmazione (Docup) obiettivo 2 2000-2006 [R.L., 2003 (1)]: sulla base di una specifica convenzione tra Regione, Direzione generale dell'Ufficio scolastico regionale del Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca, Istituto regionale per la ricerca educativa e Agenzia Regionale per la protezione dell'ambiente ligure (attuale gestore del CREA), verrà composto un programma, con i migliori progetti presentati dalle scuole della Liguria, di "adozione" dei siti di importanza comunitaria per la conservazione della biodiversità. Tali progetti potranno riguardare attività di promozione dei siti, produzione di materiale atto alla divulgazione dei valori naturalistici presenti, attività didattiche in loco legate all'ampliamento delle conoscenze, alla valorizzazione e fruizione compatibile, all'individuazione di proposte gestionali, alla organizzazione di piccole attività di recupero.

Il programma, che si svolgerà nel corso di due anni scolastici successivi, si concluderà con un evento

finale e con la creazione di un sito Internet dedicato. Sulla base dell'accordo di programma con il Ministero riguardo all'utilizzo dei fondi del risarcimento "Haven" è stato realizzato il Centro Nazionale Informazioni sulle Aree Marine Protette presso l'Acquario di Genova dotato di vasche riproduttrici i principali ecosistemi marini italiani e di postazioni informative multimediali. Al Centro sono collegati programmi di educazione ambientale ("Una subacquea per l'ambiente" nell'ambito del quale è stato realizzato il kit didattico per le scuole medie italiane "Nel blu" e "Una nautica per l'ambiente"). Inoltre è stato avviato, a cura del CREA, il progetto Mar Ligure e Santuario dei Cetacei, un programma di attività di educazione rivolte alle scuole e di campagne informative per i cittadini sulla risorsa mare.

Il Documento di programmazione regionale INFEA prevede anche la realizzazione di alcune pubblicazioni sulla natura in Liguria, che si affiancano al recente volume "Biodiversità in Liguria: la rete Natura 2000" [R.L., 2003 (2)].

Di imminente pubblicazione, infatti, il libro "Felci e piante affini in Liguria e in Italia", autori Remo Bernardello ed Enrico Martini, opera che colma una lacuna nel campo delle pubblicazioni naturalistiche a carattere divulgativo, contribuendo alla conoscenza, all'oculata gestione e alla conservazione di una componente della flora ligure comprendente anche specie rare, vulnerabili, minacciate o a rischio di estinzione.

In corso di elaborazione il volume "Incontri con la natura in Liguria" il cui obiettivo è offrire in un'unica pubblicazione a carattere divulgativo, destinata ad un'ampia diffusione, le più significative occasioni di "incontro" con i pregi naturalistici della Liguria (parchi, rete Natura 2000, Alta Via dei Monti Liguri, percorsi nel verde, il mare, grotte e miniere, flora e fauna, musei naturalistici).

In fase di progettazione, infine, un volume sulla flora ligure, a carattere divulgativo, il cui obiettivo è diffondere la conoscenza delle specie protette o di particolare interesse della flora in Liguria.

Nell'ambito delle attività di sviluppo della rete dei centri di educazione ambientale del sistema ligure sono stati finanziati, con fondi comunitari del Docup obiettivo 2 2000-2006 [R.L., 2003 (3)], 15 progetti, di cui 3 specificatamente volti all'aumento della conoscenza e alla sensibilizzazione sul tema della biodiversità:

- il progetto presentato dall'Ente Parco del Beigua, che comprende un'azione specifica sulle "zone umide", con l'obiettivo di far comprendere appieno il ruolo di tali ecosistemi e la necessità di una loro sostanziale tutela;

- il progetto della Comunità Montana Ingauna, che, impegnata in un programma di interventi di valorizzazione dei siti della Rete Natura 2000, prevede attività di diffusione e di conoscenza dei valori presenti nel territorio e delle relative possibilità di fruizione;

- il progetto dell'Ente Parco di Montemarcello -

Magra che ha come obiettivo sensibilizzare gli studenti sull'importanza della conservazione della biodiversità tramite la fruizione dell'orto botanico del Parco e la conseguente promozione della conoscenza della flora (e della fauna), incrementando la consapevolezza del valore dell'area protetta.

Il programma annuale 2003 degli interventi in materia ambientale della Regione Liguria [R.L., 2003 (4)] prevede inoltre il finanziamento di due progetti pilota di educazione alla biodiversità riguardanti il Parco di Portofino e il Parco nazionale delle Cinque Terre. L'Ente Parco di Portofino realizzerà un laboratorio per i pSIC (proposti Siti di Importanza Comunitaria) del proprio territorio, con la assunzione da parte del proprio CEA del ruolo di Centro per l'informazione e l'educazione ambientale sui SIC, operante in rete con il sistema dei Parchi liguri, a supporto dell'Ente Parco stesso e delle amministrazioni locali.

Il Parco nazionale delle Cinque Terre realizzerà un centro di educazione ambientale e un centro studi per la flora mediterranea dotato di annesso erbario delle specie locali. Questa struttura andrà a costituire un significativo elemento di pregio e originalità del CEA, aperta sia a studiosi e specialisti (il centro si avvarrà infatti dell'appoggio scientifico della Sezione Ligure della Società Botanica Italiana), sia ad appassionati e studenti.

#### LETTERATURA CITATA

R.L. (Regione Liguria), 2002 - D.G.R. 496 "Approvazione del Documento di programmazione degli interventi in materia di informazione, formazione ed educazione ambientale di cui all'accordo sancito dalla Conferenza Stato-Regioni nella seduta del 17/01/2002".

—, 2003 (1) - D.G.R. 1743 "DOCUP Obiettivo 2 2000/2006 Misura 2.6 e): approvazione schema convenzione tra Regione Liguria, M.I.U.R. Uff. Scol. Reg. per la Liguria, Ist. Deambrosis-Natta Sestri L., IRRE e ARPAL per realizzazione progetto "Adotta un SIC". Impegno euro 300.000,00".

—, 2003 (2) - Biodiversità in Liguria. La rete Natura 2000. Microart's, Recco

—, 2003 (3) - D.G.R. 1123 "DOCUP Obiettivo 2 2000/2006 Misura 2.6 - componente e) intervento "Sviluppo della sostenibilità territoriale e della rete dei centri per lo sviluppo sostenibile" di cui alla D.G.R. n. 496/02. Impegno della somma di euro 810.620,06".

—, 2003 (4) - D.G.R. 987 "Programma 2003 degli interventi in materia ambientale a valere sui capitoli 2051-2053 e 2065. Criteri, requisiti di ammissibilità, modalità di finanziamento. Importo complessivo euro 9.437.145,80".

RIASSUNTO - Il sistema ligure INFEA (Informazione, Formazione ed Educazione Ambientale) è un insieme di strutture finalizzate (centri di educazione ambientale) e di attività ad essi collegate. Nel maggio 2002 la Regione Liguria ha approvato il suo primo Documento di programmazione in materia INFEA. L'attuazione del programma prevede da un lato un sostanziale consolidamento del sistema in termini di strutture finalizzate, dall'altro un potenziamento delle attività INFEA con particolare attenzione alle "azioni di sensibilizzazione per la tutela

della biodiversità" tra le quali: il progetto "Adotta un SIC" (un programma di informazione e sensibilizzazione sul tema dei Siti di Importanza Comunitaria, rivolto alle scuole), la nascita presso l'Acquario di Genova di un Centro Nazionale Informazioni sulle Aree Marine Protette, progetti di educazione e informazione sulla risorsa "mare" e sul Santuario dei Cetacei, la realizzazione di pubblicazioni divulgative sulla natura in Liguria (felci,

flora protetta e di pregio, occasioni di incontro con la natura nel territorio ligure), il finanziamento di progetti INFEA sulla biodiversità presentati dai centri di educazione ambientale riguardanti il Parco del Beigua (zone umide), la Comunità Montana Ingauna (SIC), il Parco di Montemarcello-Magra (orto botanico), il Parco di Portofino (SIC) e il Parco nazionale delle Cinque Terre (centro studi sulla flora mediterranea).

#### AUTORE

*Cristina Gestro, Dipartimento Ambiente, Edilizia e Lavori Pubblici – Settore Politiche dello Sviluppo Sostenibile, Regione Liguria, Via D'annunzio 111, 16121 Genova*

## Biodiversità vegetale e aree protette nel Parco Naturale Regionale di Montemarcello-Magra, Liguria

G. PAOLA

**ABSTRACT** – *Plant biodiversity and protected areas in Montemarcello-Magra Natural Regional Park, Liguria* – The high variability of the local environment is briefly pointed out and some examples of peculiar local habitats together with some interesting floristic notes are cited.

*Key words:* aree protette, biodiversità, Liguria

### INTRODUZIONE

Il Parco Naturale di Montemarcello-Magra comprende l'insieme delle colline che dividono le acque sud-orientali del golfo della Spezia dalla pianura della Magra che scorre in territorio ligure ed il basso e medio corso del suo principale affluente, il Vara, fino a Ponte Santa Margherita. Da Punta Bianca, suggestivo estremo roccioso meridionale del promontorio del Caprione, sino alla verde vallata del Vara, il Parco include un territorio di 4320,8 ettari, ricco di valenze naturali, storiche e culturali, attraversando i confini di ben 18 comuni.

Il parco Montemarcello-Magra presenta due aspetti paesaggistici principali:

- da un lato gli aspetti squisitamente mediterranei del promontorio del Caprione, dove la ricca flora mediterranea rappresenta la caratteristica naturale di maggior pregio dell'area (MACCIONI, TOMEI, 1988), percorsa da una serie di antiche mulattiere in pietra che collegano i borghi storici di Ameglia, Tellaro e Montemarcello;
- dall'altro l'ambiente fluviale della bassa Val di Magra e della bassa e media Val di Vara, che si presenta con dimensioni, morfologia e aspetti spondali che rappresentano una situazione unica per la regione Liguria.

Queste aree, pur sottoposte ad un intenso sfruttamento antropico nel corso dei secoli, annoverano zone umide uniche in Liguria, habitat per tutta una serie di specie animali e vegetali di particolare interesse e aree di sosta e nidificazione di grande importanza per l'avifauna migratoria (BIAGIONI, 1994).

L'insieme di questi aspetti ambientali così diversi comporta un elevato grado di biodiversità.

Senza entrare qui nel merito di come considerare la

biodiversità e limitandoci quindi agli aspetti legati al numero di specie (CRISTOFOLINI, 1998), vediamo come in questo parco l'elevata diversificazione ambientale rappresenta un parametro estremamente positivo per la biodiversità complessiva dell'area.

Purtroppo manca ancora un censimento complessivo delle specie vegetali e animali (eccetto parzialmente l'avifauna) del parco, tuttavia studi botanici specifici di alcune aree, come le zone costiere, il promontorio del Caprione e alcune delle aree fluviali (MACCIONI, TOMEI, 1988; MARIOTTI, 1984; MARIOTTI, BARBERIS, 1985; MONTANARI, GENTILE, 1979) e generali per gran parte del territorio (FERRARINI, 1988; PAOLA, 1998) indicano chiaramente la notevole ricchezza floristica del patrimonio vegetale e l'elevato numero di ambienti diversi che si incontrano in questa parte di Liguria.

### LA BIODIVERSITÀ NEL PARCO

Nel piano di Parco è stata posta attenzione agli aspetti della biodiversità, anche se non è stata utilizzata formalmente questa parola. Nella filosofia del piano si superano così i confini strettamente amministrativi e l'attenzione gestionale viene posta quindi non solo ai siti e alle emergenze all'interno dell'area parco, ma all'intera vallata, inserendo, oltre al concetto di aree di collegamento anche quello di corridoi biologici, cioè aree fuori del parco amministrativamente, ma ad esso collegate naturalisticamente (ENTE PARCO DI MONTEMARCELLO-MAGRA, 2001).

Solo alcuni esempi di habitat del parco, tutti inseriti nel contesto di pSIC, vengono qui citati per indicare schematicamente le valenze naturalistiche dell'area.



Nella zona più strettamente fluviale e perifluviale, sia lungo il corso del Vara sia nel tratto dopo la confluenza con la Magra, sono presenti habitat non frequenti nella regione Liguria, come i boschi alluvionali relitti a *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Populus nigra* L., *P. alba* L., *Salix alba* L., *S. purpurea* L. e *S. elaeagnos* Scop. e gli stagni temporanei e perenni, con specie come *Isoetes durieui* Bory e *Lathraea clandestina* L. Questi habitat sono quelli a più alto rischio di invasione di specie esotiche come *Amorpha fruticosa* L., *Helianthus tuberosus* L. e *Robinia pseudacacia* L. Un altro habitat interessante è di origine artificiale: sono le zone umide derivate dalle escavazioni compiute per il prelievo di sabbia e ghiaia nel passato. Nel complesso degli ambienti umidi presenti nell'ambito del parco Montemarcello-Magra, oltre ad una flora specifica ricca ed interessante, sono presenti le uniche stazioni liguri di *Sagittaria sagittifolia* L., *Utricularia australis* R.Br., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Ludwigia palustris* (L.) Elliot (MARIOTTI *et al.*, 2002).

La parte mediterranea del parco è anch'essa caratterizzata da habitat specifici floristicamente ricchi, come habitat rupestri costieri, macchie a cisti (*Cistus* sp. pl.), a *Euphorbia dendroides* L., a *Rosmarinus officinalis* L., steppe ad *Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) Dur. et Sch., bosco e macchie a *Quercus ilex* L., pinete a *Pinus halepensis* Mill., ecc. In questi habitat del parco tutta una serie di specie vegetali si trovano al limite nord-est del loro areale distributivo o insolitamente vicine al mare, come *Globularia incanescens* Viv., *Asplenium petrarchae* (Guerin) DC., *Euforbia dendroides* L., *Iris lutescens* Lam., ecc. Una attenzione particolare meritano inoltre questi habitat anche per la notevole ricchezza in orchidee (MARIOTTI *et al.*, 2002).

In conclusione è significativo ricordare che è stato appena finanziato dalla regione un progetto legato proprio ad interventi su aree umide particolari, dove si interverrà per il loro recupero e per la loro otti-

mizzazione, con l'obiettivo di salvaguardare la fauna minore a rischio, soprattutto anfibia, attraverso la ricostruzione di habitat adeguati nella loro componente vegetale.

#### LETTERATURA CITATA

- BIAGIONI M., 1994 – *Guida al Parco Fluviale della Magra*. Luna Editore, La Spezia.
- CRISTOFOLINI G., 1998 – *Qualche nota sulla diversità floristica, sulla biodiversità in generale, e sui modi per misurarla*. Inform. Bot. Ital., 30 (1-3): 7-10.
- ENTE PARCO DI MONTEMARCELLO-MAGRA, 2001 – *Piano del Parco Naturale Regionale di Montemarcello-Magra, Norme tecniche di attuazione*.
- FERRARINI E., 1988 – *Carta della vegetazione dell'Appennino settentrionale dalla Cisa al Gottero e alle Cinque Terre*. Mem. Accad. Lunig. Sci. 51-53 (1981-1983): 173-192.
- MACCIONI S., TOMEI P.E., 1988 – *Contributo alla conoscenza della flora del promontorio del Caprione (Montemarcello, La Spezia)*. Mem. Accad. Lunig. Sci. 51-53 (1981-1983): 119-154.
- MARIOTTI M., 1984 – *Ricerche sui boschi a Quercus ilex nella Liguria orientale*. Not. Fitosoc., 19: 3-32.
- MARIOTTI M., ARILLO A., PARISI V., NICOSIA E., DIVIACCO G., 2002 – *Biodiversità in Liguria, la rete Natura 2000*. Regione Liguria, Assessorato Ambiente e Territorio, Dip. Tutela Ambiente e Edilizia, Settore Politiche e Programmi Ambientali, Genova.
- MARIOTTI M., BARBERIS G., 1985 – *Note vegetazionali sugli aspetti a Euphorbia dendroides L. e Anthyllis barba-jovis L. in Liguria*. Not. Fitosoc., 22: 77-82.
- MONTANARI C., GENTILE S., 1979 – *Ricerche sulla vegetazione arbustiva e arborea di greto nei fiumi Vara e Magra (Liguria orientale)*. Not. Fitosoc., 14: 17-40.
- PAOLA G. (Ed.), 1998 – *Fiori e piante alla Spezia e Lunigiana*. Luna Editore, La Spezia.

RIASSUNTO – Viene sinteticamente messa in evidenza la elevata variabilità ambientale del parco di Montemarcello-Magra citando alcuni esempi di habitat ed elementi floristici di particolare interesse.

#### AUTORI

Gaudenzio Paola, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse (DIPTERIS), Sezione Botanica, Università di Genova, Corso Dogali 1M, 16136 Genova

## Valutazione della micodiversità in leccete della Liguria

M. ZOTTI

**ABSTRACT** - *Fungal biodiversity evaluation in holm-oak woods in Liguria (Italy)* – Although many approaches based on numerical ecology have been recently employed in the fields of botany and mycology, few works can be found in the literature, dealing with rationale studies of macrofungi in Liguria, in spite of its demonstrated species richness. Specifically, holm-oak woods are almost uninvestigated. The paper presents the main results of a study carried out through the last three years in fifteen plots located in the Provinces of Savona and Genoa. The final goal is the evaluation of the macrofungi biodiversity, in the following simply referred as "mycodiversity". Two different indexes were used: the first one based on the well-known Shannon formula and the second one exploiting the observed correlation between the species density and the area of the plots where fungi were recorded. The results so obtained are quite similar and highlight that two plots within the Portofino Park are characterized by the highest mycodiversity.

*Key words:* biodiversity, macrofungi, mycocoenology

### INTRODUZIONE

La Liguria rappresenta un territorio di estremo interesse sotto il profilo micologico: la componente macrofungina, direttamente ed indirettamente correlata alla vegetazione, risulta infatti particolarmente ricca sia in termini di quantità che di diversità delle specie. Ciò è testimoniato dai recenti censimenti (check-list) redatti a livello ligure (ZOTTI, ORSINO, 2001; ZOTTI *et al.*, 2003) e italiano (ONOFRI, in pubbl.): su un'estensione pari a circa il 2% dell'intero territorio nazionale, la Liguria evidenzia più di 1600 specie, che costituiscono, in modo approssimativo, il 36% di quelle complessivamente segnalate. Tale ricchezza assume un valore ancora più significativo se si pensa che meno della metà del territorio ligure è stato, a diversi livelli, oggetto di studi micologici.

In particolare, relativamente agli aspetti micologici e micocenologici, le leccete non hanno finora ricevuto la dovuta attenzione e molteplici sono le tematiche che possono essere affrontate. I pochi studi presenti in letteratura (ORSINO, TRAVERSO, 1986; ORSINO, DAMERI, 1989; ORSINO, 1991) sono approcci più di tipo floristico descrittivo, in quanto affrontano il problema dei rapporti intra e inter comunità da un punto di vista puramente qualitativo. Inoltre, studi che riguardano la biodiversità fungina, o micodiversità, non sono argomento di nessun lavoro significativo riscontrabile in letteratura specializzata. La biodiversità rappresenta un elemento fondamentale della moderna biologia; tuttavia, se non meglio pre-

cisata, esprime un concetto abbastanza ambiguo: sono piuttosto le metriche con cui la si misura che la definiscono compiutamente (PEET, 1974, 1975). Nell'ecologia delle comunità sono stati introdotti tre livelli di diversità: "alfa", "beta" e "gamma" diversità. La prima è la diversità misurata in termini di ricchezza e regolarità delle specie all'interno di una comunità, la diversità "beta" esprime i cambiamenti tra una comunità e un'altra, in genere lungo un gradiente ecologico. Infine, la "gamma" diversità tiene conto della diversità globale di tutti gli insiemi di comunità e/o habitat e/o stazioni considerate. Ampie discussioni su come gli indici di diversità possono essere definiti sono, ad esempio, in WHITTAKER (1967, 1969, 1972) e in LEGENDRE, LEGENDRE (1998).

In questo lavoro sono prese in esame 15 aree campione, 3 delle quali comprese nel Parco di Portofino, caratterizzate da vegetazione arborea a dominanza di leccio. Per queste zone sono già state condotte indagini micologiche e micocenologiche, inoltre sono stati evidenziati e discussi gli aspetti relativi alla "beta" diversità, affrontati mediante l'analisi delle corrispondenze (ZOTTI, 2002). Sulla base di dati statistici derivanti da osservazioni protrattesi per oltre tre anni, sono qui messi a confronto i livelli di "alfa" diversità, calcolata per mezzo dell'indice di SHANNON (1948) e della correlazione tra densità di specie e superficie delle aree di raccolta (CRISTOFOLINI, 1998).

## MATERIALI E METODI

Le 15 aree campione prese in esame, con vegetazione arborea a dominanza di leccio, sono presentate in Tab. 1 dove, per ciascuna, vengono riportate rispettivamente l'indicazione geografica, l'altitudine e la sigla di riferimento. Inoltre, per ogni area sono state rilevate le coordinate *Global Positioning System* (GPS).

TABELLA 1

*Aree campione oggetto di studio.  
Location of the plots studied.*

Località, comune, provincia	m s.l.m.	sigla area
Orco Feglino, Finale Ligure (SV).	301	FFE1
	248	FFE2
	268	FFE4
	270	FFE6
Altopiano delle Manie, Finale Ligure (SV).	270	FAM1
	275	FAM2
San Bernardo, Savona (SV).	68	SVST
	72	SVBA
	397	SVMD
Murta, Genova (GE).	368	MUR1
	375	MUR2
	407	MUR3
Parco di Portofino, Santa Margherita (GE).	190	P1
	215	P2
	185	P3

Le dimensioni delle aree vanno da un minimo di 100 m<sup>2</sup> ad un massimo di 400 m<sup>2</sup>. La metodologia adottata è quella di BRAUN-BLANQUET (1979) per lo studio fitosociologico e quella di ARNOLDS (1981, 1982) per la micocenologia.

I rilievi fitosociologici effettuati sono stati 45, 3 per ciascuna area campione rispettivamente in primavera, autunno e inverno. In accordo con ARNOLDS, particolare attenzione è stata rivolta alla frequenza e alla durata delle analisi stazionali per ottenere dati attendibili circa la componente fungina e l'abbondanza degli sporomata (*sporomata* = strutture multicellulari atte a produrre spore). Gli studi si sono protratti per più di tre anni e le diverse annate sono state caratterizzate da periodi di fruttificazione particolarmente favorevoli, così da far ritenere buona l'attendibilità dei dati ottenuti. In tali periodi sono stati condotti rilievi con una frequenza pari a uno ogni 10-12 giorni, per un totale di 330 rilievi micocenologici.

I dati raccolti sono risultati consoni all'applicazione di indici per la valutazione della biodiversità.

## INDICI DI BIODIVERSITÀ UTILIZZATI

In letteratura sono stati proposti diversi metodi per tentare di valutare quantitativamente la biodiversità. In questo lavoro si sono utilizzati e messi a confronto l'indice di SHANNON (1948) e l'indice impiegato da CRISTOFOLINI (1998) che correla la densità di specie e la superficie delle aree.

L'indice di SHANNON, originariamente proposto per la misura dell'entropia delle sorgenti discrete nella Teoria dell'Informazione, è definito come

$$D = - \sum_{i=1}^M p_i \log_2 p_i \quad (1)$$

ove:

$D$  è l'indice di biodiversità

$M$  è il numero delle specie osservate

$p_i$  è la frequenza relativa della specie  $i$ -esima, ovvero

$$p_i = n_i / N \quad (2)$$

con:

$n_i$  numero di sporomi della specie  $i$ -esima rinvenuti,  $N$  numero totale di sporomi rinvenuti.

Come è noto la (1) assume valore massimo quando tutte le specie hanno la stessa probabilità di comparire.

Il secondo indice impiegato deriva dall'osservazione sperimentale che esiste una correlazione tra il logaritmo della ricchezza floristica e il logaritmo della superficie dell'area campione, essendo la ricchezza floristica  $f_i$  dell'area  $i$ -esima, definita come

$$f_i = \frac{n_i}{S_i} \quad (3)$$

ove:

$n_i$  è il numero di specie rinvenute nell' $i$ -esima area campione,

$S_i$  è la superficie dell'area campione  $i$ -esima.

## RISULTATI E DISCUSSIONI

Dagli studi fitosociologici effettuati si può mettere in evidenza che i popolamenti a latisclerofille arboree o arborescenti dominati da *Quercus ilex* possono essere attribuiti all'associazione *Viburno-Quercetum ilicis* (Br.-Bl 1936) Rivas-Martinez 1975 ed in particolare ai suoi aspetti più mesodermici riferibili alle sottoassociazioni *Viburno-Quercetum ilicis fraxino-ostryetosum* Mariotti 1984 e *Viburno-Quercetum ilicis pubescentetosum* Br.-Bl. 1936. Le ricerche micologiche, condotte in tre anni di attività, hanno portato all'osservazione di oltre 14000 sporomata e alla conseguente identificazione di 256 specie, di cui 10 nuove per la Liguria.

I dati numerici sono quindi stati elaborati per calcolare per ogni area campione l'indice di diversità, applicando la formula di SHANNON. Va sottolineato come tale indice non dipenda dall'estensione delle

aree studiate, in quanto la (2) stima le probabilità come rapporto di due numeri relativi alla stessa area studiata: in altri termini, poiché numeratore e denominatore dipendono in ugual modo dalla superficie della zona presa in considerazione, l'operazione di rapporto cancella tale dipendenza.

I risultati ottenuti sono riportati in Tab. 2. In colonna 1 è indicata la sigla dell'area campione a cui i successivi dati si riferiscono, in colonna 2 e 3 sono riportati, rispettivamente, il numero di specie identificate e l'indice di micodiversità. L'ultima colonna presenta il cosiddetto "coefficiente di regolarità", ottenuto come rapporto tra l'indice di diversità misurato (quello di colonna 3) e il valore massimo che tale indice avrebbe potuto assumere se tutte le specie (il cui numero è in colonna 2) si fossero manifestate con la stessa frequenza (spaziale e temporale).

Come si può notare, l'area campione a più alta diversità risulta essere, nonostante il numero di specie non sia in assoluto il più elevato, quella denominata P3, compresa nel Parco di Portofino. Va inoltre evidenziato come l'area a maggiore "regolarità" sia quella di Murta (MUR3), nella quale tutte le specie identificate (in numero significativamente minore rispetto a P3 e P1) sono state tutte osservate lo stesso numero di volte, a testimonianza di un loro sostanziale "buon" equilibrio.

Viceversa, P1 e P3, pur mostrando in assoluto il maggior numero di specie, presentano alcune specie estremamente rare (non è da escludersi la casualità, la presenza di specie aliene) e altre assai ricorrenti.

A partire dagli stessi dati di raccolta, la micodiversità è stata anche studiata, calcolando con la (3), la den-

TABELLA 2

*Valutazione della biodiversità secondo l'indice di Shannon. Mycodiversity evaluation according to Shannon's index.*

Area campione	Numero specie M	Indice diversità D	Coefficiente di regolarità
P3	67	4,977	0,820
MUR 3	52	4,778	0,838
P1	78	4,598	0,732
FFE 1	58	4,323	0,738
MUR 1	58	4,313	0,736
MUR 2	49	4,273	0,761
SVMD	54	4,076	0,708
FFE 4	43	3,953	0,728
SVBA	55	3,590	0,621
FAM 1	34	3,549	0,698
FFE 3	39	3,297	0,624
FAM 2	27	2,927	0,616
FFE 6	28	2,788	0,580
SVST	30	2,500	0,510
P5	20	2,444	0,565
Leccete	247	5,311	0,668

sità di specie identificate per ogni area campione e valutando la correlazione esistente tra il logaritmo della densità e il logaritmo della estensione delle aree considerate. La Fig. 1 riporta il grafico a dispersione dei punti così ottenuti e la retta di regressione lineare. Le aree campione i cui punti corrispondenti si pongono al di sopra di essa sono quelli che manifestano una più spiccata micodiversità, che risulta tanto maggiore quanto più distante si trova il punto

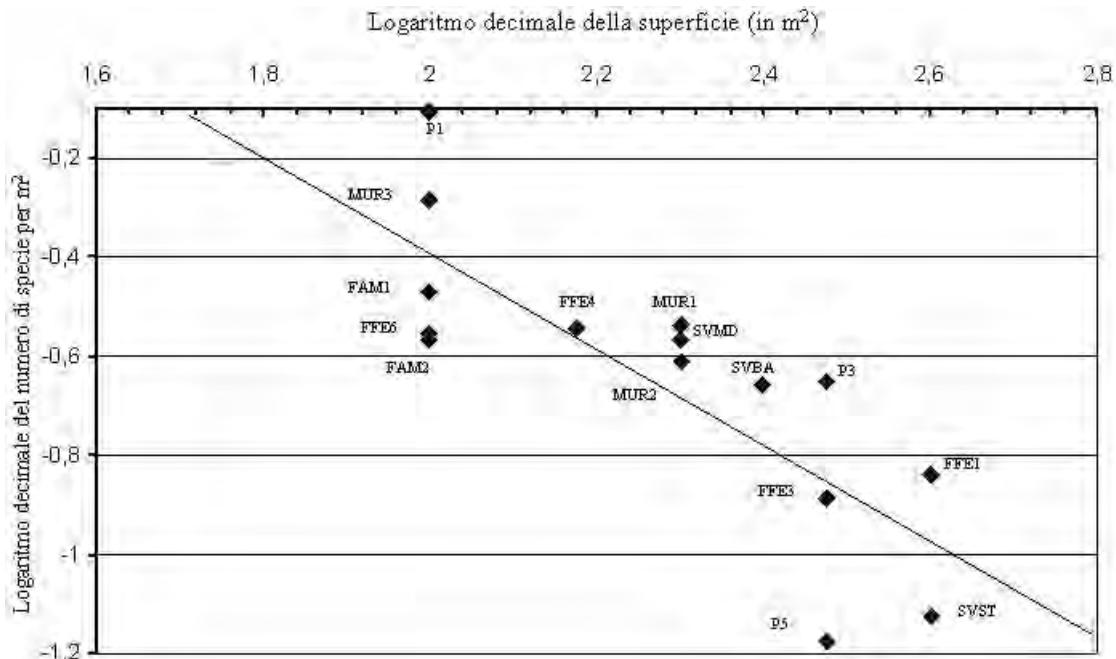


Fig.1

Correlazione fra il numero di specie per m<sup>2</sup> e l'estensione della superficie della area campione (sigle delle aree come in Tab. 1).

Correlation between the number of species per m<sup>2</sup> and plot area (plot abbreviation as in Tab. 1).

rispetto alla retta.

I risultati che emergono dall'applicazione di questo secondo metodo di analisi sono in sostanziale accordo con quelli ottenuti mediante la formula di SHANNON. Si può notare come l'insieme delle zone rilevate a maggior diversità dall'indice di SHANNON coincida con quello che emerge con il secondo metodo. Ciò è anche vero per l'insieme delle aree campione a minor micodiversità. Infine, va evidenziato come due aree a maggiore micodiversità siano comprese all'interno del Parco di Portofino, a ulteriore conferma della necessità di tutelare tale territorio.

#### CONCLUSIONI

Lo studio ha riguardato la componente macrofungina in leccete della Liguria, alcune delle quali comprese nell'area protetta del Parco di Portofino. Dieci sono le specie fungine segnalate per la prima volta in Liguria (ZOTTI, 2002).

A partire dai dati di raccolta, si è valutata la micodiversità utilizzando l'indice di SHANNON e il metodo presentato in CRISTOFOLINI (1998). I risultati ottenuti sono complessivamente concordi tra loro ed evidenziano come due delle aree all'interno del Parco di Portofino siano tra quelle caratterizzate dalla maggiore micodiversità.

Si ritiene pertanto che un approccio basato su studi micologici di tipo quantitativo, oltre che qualitativo, nonostante richieda tempi non brevissimi, costituisca un buon strumento per la valutazione della micodiversità, anche al fine di confermare o proporre la salvaguardia di determinate zone.

Senza alcun dubbio tali studi dovranno essere ampliati, da un lato comprendendo un maggior numero di aree campione, dall'altro individuando e confrontando altri indici di biodiversità o impiegando altre metodiche della cosiddetta ecologia numerica.

*Ringraziamenti* – L'autore ringrazia il prof. S. Zappatore, del Dipartimento di Informatica Sistemistica e Telematica dell'Università di Genova, per la sua disponibilità a discutere di Teoria dell'informazione e di statistica.

#### LETTERATURA CITATA

- ARNOLDS E., 1981 – *Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands*. Vol.1 Bibliotheca mycol., 83. J. Cramer, Vaduz.
- , 1982 – *Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands*. Part. 2 Autoecology. Part 3. Taxonomy. Bibliotheca mycol., 90. J. Cramer, Vaduz.
- BRAUN-BLANQUET J., 1979 – *Fitosociologia. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H.Blume Ediciones.

- CRISTOFOLINI G., 1998 - *Qualche nota sulla diversità floristica, sulla biodiversità in generale, e sui modi per misurarla*. *Informatore Botanico Italiano*, 30 (1-3): 7-10.
- LEGENDRE L. & LEGENDRE P., 1998 - *Numerical Ecology (2<sup>nd</sup> ed.)*. Elsevier Science, Amsterdam.
- ONOFRI S., (Ed.) - *Check-list dei funghi italiani.*, Basidiomycota, Basidiomycetes (in pubbl.).
- ORSINO F., 1991 - *Ricerche micocenologiche in leccete della Liguria*. *Mic. Ital.* 22 (3): 117-126.
- ORSINO F., DAMERI M.R., 1989 - *Ricerche sulla flora micologica della Liguria. 3. I macromiceti delle leccete di Punta Manara (Liguria orientale)*. *Webbia*, 46 (1): 125-149.
- ORSINO F., TRAVERSO M., 1986 - *Ricerche sulla flora micologica della Liguria. I macromiceti della "Pietra di Finale" (Liguria occidentale)*. *Webbia*, 40 (2): 301-322.
- PEET R.K., 1974 - *The measurement of species diversity*. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 5: 285-307.
- , 1975 - *Relative diversity indices*. *Ecology*, 56: 496-498.
- SHANNON C.E., 1948 - *A Mathematical Theory of Communication*. *Bell. Syst. Tech. J.*, 27: 379-423, 623-656.
- WHITTAKER R.H., 1967 - *Gradient analysis of vegetation*. *Biol. Rev.*, 42: 207-264.
- , 1969 - *Evolution of diversity in plant Communities*. *Brookhaven Symp. Biol.*, 22: 178-195.
- , 1972 - *Evolution and measurement of species diversity*. *Taxon*, 21: 213-251.
- ZOTTI M., 2002 - *La componente fungina in aggruppamenti vegetali di territori liguri a diversi gradienti di mediterraneità ed antropizzazione*. Tesi dottorato. Univ. Catania.
- ZOTTI M., ORSINO F., 2001 - *The check-list of Ligurian macrofungi*. *Fl. Medit.*, 11: 115-294.
- ZOTTI M., TRAVERSO M., BOCCARDO F., BARBERIS G., 2003 - *Addendum to the Ligurian macrofungi check-list*. Rapporto interno.

**RIASSUNTO** – Sebbene le tecniche messe a disposizione dall'ecologia numerica siano state recentemente impiegate nei settori della botanica e della micologia, pochi sono gli studi presenti in letteratura che affrontano in modo "razionale" la componente macrofungina in Liguria, nonostante la comprovata ricchezza di specie fungine. In particolare le leccete hanno finora ricevuto assai poca attenzione. Questo articolo presenta i risultati di ricerche, condotte per oltre tre anni, in quindici aree campione situate in provincia di Savona e di Genova. L'obiettivo finale è quello di valutare la biodiversità fungina (o micodiversità). A tale scopo sono stati utilizzati due indici, il primo derivante dalla nota formula di SHANNON, il secondo basato sulla correlazione osservata tra densità di specie e area della superficie di studio. I risultati ottenuti sono complessivamente in accordo tra loro e hanno evidenziato come due aree del Parco di Portofino siano tra quelle a maggiore micodiversità.

#### AUTORE

Mirca Zotti, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse (Dip. Te. Ris), Università di Genova, Orto Botanico "Hanbury", Corso Dogali 1 M, I16136 Genova

## Monitoraggio della diversità lichenica in Liguria: note critiche sulla pianificazione della conservazione

P. GIORDANI

**ABSTRACT** – *Monitoring lichen diversity in Liguria: critical notes on conservation planning* – A proper conservation plan for epiphytic lichens should take into account peculiar characteristics of these organisms and detailed informations about their distribution are needed. Bibliographic data and herbarium specimens are not sufficient to estimate rarity and vulnerability levels: they should be defined on the basis of probabilistic monitoring. In this work, some examples are provide to show how different methods for estimating Ligurian distribution of epiphytic lichens lead to different evaluations of conservation priorities. Further, main limits and advantages of these methods and urgent conservation strategies for lichens in Liguria are discussed.

*Key words:* conservation planning, lichen diversity, Liguria, probabilistic sampling

### INTRODUZIONE

La sensibilità nei confronti dei problemi di conservazione della biodiversità, dal livello di specie al livello di habitat, è considerevolmente aumentata negli ultimi anni. Centinaia di Liste Rosse sono state redatte per ogni genere di organismi (GROOMBRIDGE, 1992), inclusi i licheni (THOR, 1995), e la protezione delle specie va di pari passo con la conservazione del territorio basata sulla costituzione di aree a diversi livelli di protezione (Parchi Nazionali, Regionali, Siti di Importanza Comunitaria, etc.). Tuttavia, la definizione di criteri efficaci di conservazione presuppone una conoscenza approfondita dell'organismo studiato: dalla distribuzione sul territorio, alla biologia di popolazione (DIETRICH, SCHEIDEGGER, 1997). Nel caso dei licheni, il livello di conoscenza attuale è insufficiente per lo sviluppo di Liste Rosse adeguate (SCHEIDEGGER, GOWARD, 2002). Per ovviare a questa carenza di informazioni, si sta sviluppando contemporaneamente un approccio di conservazione basato sull'habitat (GROOMBRIDGE, 1992). I licheni, infatti, sono estremamente legati all'habitat e in alcuni casi esso è circoscritto a nicchie estremamente limitate (es. un solo albero o fessure della corteccia). Pianificare programmi di conservazione per siti così poco estesi è molto difficile. Per questo motivo, la protezione delle singole specie licheniche è poco praticabile ed è preferibile una conservazione più generalizzata di habitat idonei. In questo contesto, in molti casi la programmazione di interventi di conservazione e la redazione di Liste Rosse è unica-

mente basata su valutazioni arbitrarie (*expert assessment*) e non riproducibili o su liste di *taxa* basate su segnalazioni estremamente eterogenee, in termini di tempo, spazio e qualità del dato (THOR, 1995). Il problema evidenziato per i licheni è però estendibile a qualsiasi tipo di organismo. Programmi di conservazione efficaci devono essere basati su campionamenti probabilistici la cui progettazione dipende strettamente dall'obiettivo della ricerca, sia esso la stima della distribuzione di una specie, della probabilità di sopravvivenza di una popolazione o dell'efficacia di azioni di conservazione della specie (SCHEIDEGGER, GOWARD, 2002). Le stesse categorie di vulnerabilità stabilite dall'IUCN sono completamente basate su parametri quantitativi (IUCN, 1994) per ottenere dati consistenti e oggettivi (DIETRICH, SCHEIDEGGER, 1997). L'approccio di conservazione degli habitat si inserisce nel problema più generale della costituzione di aree a diverso grado di protezione. Essa è inevitabilmente basata su un complesso insieme di parametri valutativi oltre alla biodiversità (politici, sociali, storici), ma troppo spesso essi non vengono pesati in maniera oggettiva (WESSELS *et al.*, 2003). In molti casi, le conoscenze sulla diversità biologica nelle aree protette e i piani di monitoraggio della variabilità di essa nello spazio e nel tempo sono unicamente affidati a segnalazioni floristico/faunistiche e a liste di *taxa* dalle quali è difficile dedurre le azioni più adeguate volte alla conservazione delle specie.

Un tale approccio al patrimonio biologico di queste aree ad elevata rilevanza naturalistica appare quanto meno riduttivo e rischioso, in quanto la carenza di stime quantitative, basate su inferenze statistiche, potrebbe portare a valutazioni poco corrispondenti alla realtà.

In questo lavoro vengono illustrati esempi di come diversi metodi di valutazione della diversità lichenica epifita in Liguria (dal semplice elenco di segnalazioni floristiche ad un piano di campionamento randomizzato stratificato) possono portare a risposte estremamente diverse sulla reale consistenza delle popolazioni e sulle priorità di conservazione delle specie.

#### MATERIALI E METODI

La distribuzione ligure di 3 specie licheniche epifite è stata stimata utilizzando quattro approcci.

##### Segnalazioni bibliografiche

Le segnalazioni bibliografiche dal 1700 al 2001 (per un elenco completo cfr. NIMIS, 1993, 2003) e i campioni di erbario raccolti in località liguri conservati in GDOR, GE, TSB, FI sono stati georeferenziati e immessi in un database Microsoft Access. La nomenclatura delle specie è stata aggiornata secondo NIMIS (2003).

##### Carte previsionali basate su expert assessment

I dati utilizzati sono stati ricavati dal database dei licheni italiani ITALIC (NIMIS, 2003). Nel database sono presenti per ciascuna specie carte di distribuzione e dati sulla rarità (stimata sulla base di segnalazioni di erbario e su *expert assessment*) sul territorio nazionale, ulteriormente suddiviso in nove regioni bioclimatiche.

##### Campionamento sistematico

Mappe di distribuzione delle principali specie licheniche epifite sono state ottenute sulla base dei dati di Biodiversità Lichenica rilevati nel corso della campagna di biomonitoraggio BL Liguria 2000 (GIORDANI *et al.*, 2002), selezionando le stazioni con un campionamento sistematico sulla base di un grigliato territoriale di 9x9 km. Con questa strategia di campionamento sono state rilevate complessivamente 69

stazioni. La frequenza delle specie è stata stimata in ciascuna stazione su cinque alberi, mediante un reticolo di campionamento di 30 x 50 cm suddiviso in 10 subunità e posizionato a 1 m dal suolo sulla parte di tronco a maggiore copertura lichenica.

##### Campionamento random stratificato

La distribuzione delle specie epifite liguri è stata indagata in 165 stazioni selezionate mediante campionamento stratificato randomizzato (GIORDANI, 2003): 3 livelli di stratificazione per l'altitudine (<400 m; 400-1200 m; >1200m) e 5 livelli per l'uso del suolo (aree antropizzate; oliveti; boschi di Angiosperme termofile; castagneti e boschi di Angiosperme mesofile; boschi di Conifere).

È stato sorteggiato per ciascuno strato un numero di stazioni proporzionale alla frequenza dello strato nel territorio. Le stazioni sono state installate all'intersezione delle coordinate UTM. La frequenza delle specie licheniche è stata rilevata su tutti gli alberi all'interno di un plot di 30 m di raggio utilizzando quattro reticoli di campionamento (10 x 50 cm ciascuno), suddivisi in 5 subunità, posizionati sulle esposizioni cardinali a 1 m dal suolo, secondo la metodica suggerita da ASTA *et al.* (2002).

#### DISCUSSIONE

In Tab. 1 è riportata la distribuzione ligure di tre specie campione stimata secondo i quattro approcci precedentemente descritti. Differenze significative sono osservabili per *Physcia adscendens* che risulta estremamente sottostimata dalle segnalazioni bibliografiche. Il raro macrolichene *Lobaria pulmonaria*, invece, non è stato rilevato mediante metodi probabilistici, mentre le segnalazioni bibliografiche e i dati di erbario riportano numerosissime stazioni. *Pachyphiale carneola*, un raro lichene crostoso di piccole dimensioni, è riportato solo occasionalmente da tutti i metodi e non è possibile determinare la sua distribuzione ligure sulla base dei dati attualmente conosciuti. Secondo diversi autori (SCHEIDEGGER, GOWARD, 2002) la diversa visibilità e attrattiva delle specie può portare a sottostime o a sovrastime della consistenza delle loro popolazioni.

Le considerazioni sopra illustrate sono fondamentali

TABELLA 1

*Distribuzioni liguri di tre specie licheniche epifite stimate in base a quattro approcci.*  
*Ligurian distribution of three epiphytic lichen species, on the basis of four approaches.*

Tattica di campionamento	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Lobaria pulmonaria</i>	<i>Pachyphiale carneola</i>
Dati bibliografici (NIMIS, 2003)	5 segnalazioni	38 segnalazioni	1 segnalazione
Mappe previsionali (NIMIS, 2003)	Stimata come molto comune in tutta la regione	Stimata come molto rara	Stimata come estremamente rara
Campionamento sistematico (GIORDANI <i>et al.</i> , 2002)	50 segnalazioni (72% delle stazioni)	Non segnalata	Non segnalata
Campionamento randomizzato (GIORDANI, 2003)	94 segnalazioni (frequenze variabili: assente in stazioni di Conifere montane; abbondante nell'88% degli oliveti)	1 segnalazione (<1% delle stazioni; solo in castagneto)	4 segnalazioni (2% delle stazioni; solo in castagneto)

TABELLA 2

*Limiti e vantaggi di diversi metodi di valutazione della diversità lichenica.*  
*Advantages and limits of different methods for estimating lichen diversity.*

Tattica di campionamento	Popolazione di riferimento	Tipo di campionamento	Periodo	Limiti	Vantaggi
Dati bibliografici (NIMIS, 2003)	Non indicata	Preferenziale	Dal 1700 al 2001	Disomogeneità di tempo, luogo di raccolta e di esperienza tassonomica dei raccoglitori. Inferenze statistiche non possibili	Dati già disponibili
Mappe previsionali (NIMIS, 2003)	Non indicata	Expert assessment sulla base di dati di erbario	2003	Strettamente dipendente dall'esperienza dell'elaboratore. Dati non quantitativi, non riproducibili e non basati su un campionamento	Possibilità di fare valutazioni sulla distribuzione di specie in vaste aree
Campionamento sistematico (GIORDANI <i>et al.</i> , 2002)	Licheni epifiti sulla corteccia di alberi standard da 100 cm a 150 cm dal suolo	Probabilistico	2000	Non evidenzia le differenze tra gli habitat	Inferenze statistiche possibili Errore stimabile
Campionamento randomizzato stratificato (GIORDANI, 2003)	Licheni epifiti sulla corteccia di alberi standard da 100 cm a 150 cm dal suolo	Probabilistico	2003	Richiede un lavoro di campo complesso	Informazioni dettagliate per ogni tipo di habitat incluso nella stratificazione Inferenze statistiche possibili Errore stimabile

nella pianificazione delle misure di conservazione delle specie licheniche a rischio. Uno dei principali criteri per stabilire il grado di vulnerabilità delle specie è basato sulla riduzione percentuale del numero di individui maturi in un periodo di tempo definito (IUCN, 1994). La redazione di Liste Rosse è spesso basata sul confronto tra dati storici bibliografici e la situazione attuale (SCHEIDEGGER, GOWARD, 2002). Tuttavia, i monitoraggi moderni sono molto più intensivi e particolareggiati e diverse considerazioni rendono difficile questo tipo di confronto diretto (Tab. 2). La disomogeneità dei dati raccolti (per quanto riguarda il periodo e lo scopo della raccolta e l'esperienza tassonomica del raccoglitore) è uno dei limiti principali dell'utilizzo di informazioni bibliografiche storiche. Inoltre, questi dati possono essere usati solo in modo semiquantitativo (SCHEIDEGGER, GOWARD, 2002). Non è perciò possibile fare inferenze statistiche perché essi non sono rappresentativi del territorio indagato e non si riferiscono ad una popolazione formalmente definita (OLSENS *et al.*, 1999). In generale, i metodi probabilistici permettono una stima accurata della distribuzione delle specie, ma richiedono un lavoro di campo oneroso. I campionamenti in cui si adotta una stratificazione per habitat riescono a evidenziare le preferenze ecologiche delle specie e sono adatti in quanto mettono in risalto la distribuzione frammentata di questi organismi. Le mappe previsionali basate su *expert assessment*, benché diano stime realistiche della distribuzione delle specie, sono basate su dati non ripro-

ducibili e non quantitativi. Il loro utilizzo (così come quello delle segnalazioni bibliografiche) è utile per avere un quadro descrittivo della diversità in aree poco investigate, ma la loro validità può essere verificata solo in base a campionamenti di tipo probabilistico.

#### CONCLUSIONI

Per quanto riguarda la Liguria, la pianificazione della conservazione delle specie licheniche a rischio dovrà riguardare l'intero territorio regionale e non limitarsi alle aree protette. Le principali misure da adottare riguardano la realizzazione di monitoraggi periodici della diversità; l'adozione di misure di conservazione di habitat ad elevata diversità lichenica (es. castagne da frutto), individuati sulla base di indagini probabilistiche; la conservazione della continuità ecologica degli habitat (spaziale e temporale); la realizzazione di studi di popolazione (studio dei genotipi e valutazione della probabilità di sopravvivenza).

#### LETTERATURA CITATA

- ASTA J., ERHARDT W., FERRETTI M., FORNASIER F., KIRSCHBAUM U., NIMIS P.L., PURVIS W., PIRINTOS S., SCHEIDEGGER C., VAN HALUWYN C., WIRTH V., 2002 - *Mapping lichen diversity as an indicator of environmental quality*. In: NIMIS P.L., SCHEIDEGGER C., WOLSELEY, P. (eds.), *Monitoring with lichens - Monitoring lichens*. Kluwer, Dordrecht.
- DIETRICH M., SCHEIDEGGER C., 1997 - *A representative of frequency of epiphytic lichens at the regional and national*



- levels and its use for the Red List of Switzerland. In: TURK R., ZORER R. (eds.), *Progress and Problems in Lichenology in the Nineties – IAL3*: 145-154. Bibliotheca Lichenologica, 68. J. Cramer, Berlin.
- GIORDANI P. - 2003 *Lichen Biodiversity in forests: methods and applications in Liguria (NW-Italy)*. IUFRO Conf. "Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe – from ideas to operationality". Book of abstracts.
- GIORDANI P., BRUNIALTI G., ALLETEO D., 2002 - *Effects of atmospheric pollution on lichen biodiversity (LB) in a Mediterranean region (Liguria, NW-Italy)*. Environm. Poll., 118: 53-64.
- GROOMBRIDGE B., 1992 - *Global Biodiversity: Status of the Earth's living resources. A report compiled by the World Conservation Monitoring Centre*. Chapman and Hall, London.
- IUCN, 1994 - *IUCN red list Categories*. Prepared by IUCN Species Survival Commission. IUCN, 21 pp.
- NIMIS P.L., 1993 - *The Lichens of Italy. An Annotated Catalogue*. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino. Monografie XII.
- , 2003 - *Checklist of the Lichens of Italy 3.0*. Univ. Trieste, Dept. Biology, IN3.0/02 (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/>).
- OLSEN A. R., SEDRRANSK J., EDWARDS D., GOTWAY C. A., LIGGET W., RATHBUN S., RECKHOW K. H., YOUNG L. J., 1999 - *Statistical issues for monitoring ecological and natural resources in the United States*, Environm. Monit. and Assessm., 54: 1-45.
- SCHEIDEGGER C., GOWARD T., 2002 - *Monitoring lichens for conservation: red lists and conservation action plans*. In: NIMIS P.L., SCHEIDEGGER C., WOLSELEY P. (eds.), *Monitoring with lichens – Monitoring lichens*. Kluwer, Dordrecht
- THOR G., 1995 - *Red Lists – aspects of their compilation and use in lichen conservation*. In: SCHEIDEGGER C., WOLSELEY P.A., THOR G. (eds.), *Conservation biology of lichenised fungi*: 29-39. Mitteilungen der Eidgenossischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf, Switzerland.
- WESSELS K.J., REYERS B., VAN JAARVELD A.S., RUTHERFORD M.C., 2003 - *Identification of potential conflict areas between land transformation and biodiversity conservation in north-eastern South Africa*. Agricul., Ecosys. Environm., 95: 157-178.

RIASSUNTO – Un'efficace conservazione delle specie licheniche epifite deve tenere conto delle peculiari caratteristiche di questi organismi e presuppone un elevato livello di conoscenza della loro distribuzione. Il livello di rarità e di vulnerabilità dei licheni non può essere unicamente dedotto su dati bibliografici e di erbario, ma deve essere stimato sulla base di campionamenti probabilistici. In questo lavoro vengono riportati esempi di come diversi metodi di stima della distribuzione di alcune specie licheniche in Liguria portano a valutazioni completamente differenti sulle priorità di conservazione. Vengono inoltre discussi limiti e vantaggi dei diversi metodi di stima della diversità lichenica e vengono suggerite le più urgenti misure di conservazione da adottare per la protezione dei licheni epifiti in Liguria.

## AUTORE

Paolo Giordani, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova, Corso Dogali 1M, 16136 Genova

## Contributo alla conoscenza della biodiversità macroalgale delle Aree Marine Protette liguri

L. MANGIALAJO, G. BARBERIS, R. CATTANEO-VIETTI

**ABSTRACT** - *Contribution to the knowledge of macroalgal biodiversity of Ligurian Marine Protected Areas* - The macrophytobenthos of Liguria (North-Western Mediterranean) was object of various studies in the XIXth century, until the beginning of the XXth, whereas recent data concerning this region are scarce and often published in grey literature. The present work contains bibliography, herbaria and unpublished data; these data were obtained from different studies mostly realized in the framework of the Afrodite Program, a national project on Marine Protected Areas (M.P.A.). The floristic list here presented enumerates 242 entities, 66 of which are new quotations for Liguria. Most of these quotations belongs to the four Ligurian MPAs (Portofino and Cinque Terre, instituted, Isola di Bergeggi and Isola Gallinara, on institution).

*Key words:* biodiversity, Liguria, macrophytobenthos, M.P.A.

### INTRODUZIONE

Il macrofitobenthos della Liguria è stato oggetto di numerosi studi nel XIX secolo e all'inizio del XX (tra gli altri: ARDISSONE, STRAFFORELLO, 1877; VINASSA, 1891a, b; PREDÀ, 1904, 1917). Dati recenti riguardanti questa regione sono scarsi, e spesso sono stati pubblicati in letteratura grigia. Nel 2000 risultavano solo 116 taxa di *Rhodophyta*, *Phaeophyta* e *Chlorophyta* (FURNARI *et al.*, 2003). La Liguria è peraltro una regione ricca di siti ad elevato interesse naturalistico: le Aree Marine Protette istituite sono due (Portofino e Cinque Terre) ed altrettante quelle in via di istituzione (Isola di Gallinara e Isola di Bergeggi, siti di reperimento definiti dalla L. 394/91), mentre i Siti marini di Interesse Comunitario proposti (pSIC) sono 26. Si è ritenuto perciò utile fornire una lista dei taxa trovati in Liguria negli ultimi 50 anni, con particolare riguardo alle Aree Marine Protette.

### MATERIALI E METODI

Per la compilazione della lista floristica sono stati utilizzati dati, posteriori al 1950, derivanti da letteratura (TORTONESE, 1958, 1961, 1962; RELINI *et al.*, 1986; BALDUZZI *et al.*, 1993; CATTANEO-VIETTI *et al.*, 2002; FURNARI *et al.*, 2003), da erbari (GDOR, GE, Hb Mangialajo) e da indagini sul terreno effettuate dagli autori. Molti dei dati inediti che compaiono in questo lavoro derivano da studi effettuati nell'ambito del Programma Afrodite, ideato

dall'ICRAM e realizzato dal CoNISMa, che ha come scopo principale quello di effettuare un "punto zero" in tutte le Aree Marine Protette italiane e di valutarne l'effetto protezione. In questo contesto sono stati effettuati campionamenti visuali e fotografici lungo le coste rocciose delle AMP Portofino e Cinque Terre.

La nomenclatura utilizzata nel presente lavoro segue quella del catalogo del macrofitobenthos delle coste italiane (FURNARI *et al.*, 2003).

### ELENCO FLORISTICO

Nella lista che segue sono riportate le macrofite delle coste liguri (*Rhodophyta*, *Phaeophyta* e *Chlorophyta*). Al nome di ogni alga fanno seguito:

Indicazione delle Aree Marine Protette dove il taxon è stato segnalato (P = Portofino; V = Cinque Terre; G = Isola Gallinara; Be = Isola di Bergeggi).

Fonte della segnalazione (! = dato originale degli autori; B = BALDUZZI *et al.*, 1993; C = CATTANEO-VIETTI *et al.*, 2002; F = FURNARI *et al.*, 2003; GDOR = Erbario Museo di Storia Naturale "G. Doria", Genova; GE = Erbario Università di Genova; HbM = Erbario Mangialajo; R = RELINI *et al.*, 1986; T1 = TORTONESE, 1958; T2 = TORTONESE, 1961; T3 = TORTONESE, 1962). È riportato anche l'eventuale sinonimo sotto il quale l'entità è stata segnalata in bibliografia.

## RHODOPHYTA

- Acrosorium venulosum* (Zanardini) Kylin - P V - ! HbM GE (sub *A. uncinatum*)
- Acrosymphytum purpuriferum* (J.Agardh) G.Sjöstedt - P - ! GDOR T1
- Acrothamnion preissii* (Sond.) E.M.Woll. - P V - ! HbM
- Aglaothamnion caudatum* (J.Agardh) Feldm.-Maz. - F
- Aglaothamnion cordatum* (Børgesen) Feldm.-Maz. - F
- Aglaothamnion tenuissimum* (Bonnem.) Feldm.-Maz. var. *mazoyerae* G.Furnari, L.Hardy-Halos, Rueness et Serio - F
- Amphiroa beauvoisii* J.V.Lamour. - F
- Amphiroa rigida* J.V.Lamour. - P V G Be - ! GDOR T1 T2 F
- Amphiroa rubra* (Phil.) Woelk. - P - ! C F
- Anotrichium barbatum* (C.Agardh) Nägeli - F
- Anotrichium tenue* (C.Agardh) Nägeli - !
- Antithamnion amphigenum* A.Millar - F
- Antithamnion cruciatum* (C.Agardh) Nägeli - C F
- Antithamnion tenuissimum* (Hauck) Schifff. - F
- Apoglossum ruscifolium* (Turner) J.Agardh - P - ! GDOR F
- Asparagopsis armata* F.L.Harv. - P V - ! C (sub *Falkenbergia rufolanosa*)
- Bonnemaisonia asparagoides* (J.B.Wood.) C.Agardh - P V G - ! HbM
- Bornetia secundiflora* (J.Agardh) Thur. - P V - ! HbM GE GDOR
- Botryocladia botryoides* (Wulfen) Feldmann - P V - G ! C
- Callithamnion corymbosum* (Sm.) Lyngb. - P - ! F
- Callithamnion granulatatum* (Ducluz.) C.Agardh - P V G Be - ! HbM
- Caulacanthus ustulatus* (Turner) Kütz. - P - !
- Ceramium ciliatum* (J.Ellis) Ducluz. var. *ciliatum* - P V - ! HbM GE
- Ceramium ciliatum* (J.Ellis) Ducluz. var. *robustum* (J.Agardh) Feldm.-Maz. - ! F
- Ceramium circinatum* (Kütz.) J.Agardh - !
- Ceramium codii* (H.Richards) Feldm.-Maz. - !
- Ceramium comptum* Børgesen - ! F
- Ceramium deslongchampsii* Chauv. ex Duby - GE (sub *C. strictum*) F
- Ceramium diaphanum* (Lichtf.) Roth - P - !
- Ceramium flaccidum* (Kütz.) Ardis. - ! F
- Ceramium rubrum auctorum* - P V - ! GE GDOR C
- Ceramium siliquosum* (Kütz.) Maggs et Hommers. var. *lophophorum* (Feldm.-Maz.) Serio - F
- Ceramium siliquosum* (Kütz.) Maggs et Hommers. var. *siliquosum* - F
- Ceramium tenerimum* (G.Martens) Okamura - F
- Champia parvula* (C.Agardh) F.L.Harv. - P - !
- Chondracanthus acicularis* (Roth) Fredericq - P V - ! GE (sub *Gigartina acicularis*) R (idem)
- Chondria boryana* (J.Agardh) De Toni - P - !
- Chondria capillaris* (Huds.) M.J.Wynne - P V - ! F
- Chondria dasyphylla* (J.B.Wood.) C.Agardh - P - ! GDOR T1 R
- Chondria mairei* Feldm.-Maz. - ! F
- Chondrophyucus papillosus* (C.Agardh) Garbary et Harper - P V G - ! R (sub *Laurencia papillosa*)
- Choreonema thuretii* (Bornet) F.Schmitz - F
- Chrysiomenia ventricosa* (J.V.Lamour.) J.Agardh - P - ! GDOR T1
- Contarinia squamariae* (Meneg.) Denizot - P V G - ! GDOR (sub *Rhizophysalis squamariae*) T1 (idem)
- Corallina elongata* J.Ellis et Sol. - P V G Be - ! HbM GE (sub *C. mediterranea*) R (idem) B C F
- Corallina officinalis* L. - P V - GE T1 T2 T3 R F
- Crouania attenuata* (C.Agardh) J.Agardh - !
- Cryptonemia lomation* (Bertol.) J.Agardh - P - ! GE
- Dasya baillouviana* (S.G.Gmel.) Mont. - C F
- Dasya corymbifera* J.Agardh - !
- Dasya ocellata* (Gratel.) F.L.Harv. - F
- Dasya rigidula* (Kütz.) Ardis. - ! F
- Digenea simplex* (Wulfen) C.Agardh - P G - ! HbM GE
- ErythroGLOSSUM sandrianum* (Kütz.) Kylin - F
- Fauchaea repens* (C.Agardh) Mont. et Bory - P - ! GDOR T1
- Feldmannophycus raysisae* (Feldmann et Feldm.-Maz.) H.Augier et Boudour. - !
- Gastroclonium clavatum* (Roth) Ardis. - P V G Be - ! HbM
- Gelidium crinale* (Turner) Gaillon - !
- Gelidium pusillum* (Stackh.) Le Jol. - P - !
- Gelidium spathulatum* (Kütz.) Bornet - !
- Gelidium spinosum* (S.G.Gmel.) P.C.Silva - P - ! HbM GDOR (sub *G. corneum* var. *tricuspidatum*)
- Gracilaria conferta* (Schousb. ex Mont.) Mont. - F
- Gracilaria corallicola* Zanardini - F
- Gracilaria dura* (C.Agardh) J.Agardh - F
- Gracilariopsis longissima* (S.G.Gmel.) Steentoft, L. M. Irvine et Farnham - GDOR (sub *Gracilaria confervoides*)
- Grateloupia dichotoma* J.Agardh - P - !
- Grateloupia filicina* (J.V.Lamour.) C.Agardh - P - !
- Griffithsia opuntioidea* J.Agardh - GE
- Haliptilon virgatum* (Zanardini) Garbary et H.W.Johans. - P V G - ! C F
- Halophitys incurva* (Huds.) Batters - P V G - ! GE (sub *H. pinastroides*) R
- Herposiphonia secunda* (C.Agardh) Ambronn - P - !
- Herposiphonia tenella* (C.Agardh) Ambronn - P - ! F
- Heterosiphonia crispella* C.Agardh) M.J.Wynne - F
- Hildenbrandia rubra* (Sommerf.) Meneg. - P V G - !
- Hydroolithon farinosum* (J.V.Lamour.) Penrose et Y.M.Chamb. - P V - ! GE (sub *Melobesia farinosa*) R (sub *Fosliella farinosa*) F
- Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V.Lamour. - P V G Be - ! HbM GE GDOR C
- Hypnea spinella* (C.Agardh) Kütz. - !
- Jania adhaerens* J.V.Lamour. - F
- Jania longifurca* Zanardini - P V - GE R F
- Jania rubens* (L.) J.V.Lamour. var. *rubens* - P V G Be - ! HbM GE T1 T2 R (sub *J. rubens*) C (idem) F
- Jania rubens* (L.) J.V.Lamour. var. *corniculata* (L.) Yendo - V - R (sub *J. corniculata*) F
- Kallymenia requiemii* J.Agardh - P - ! GDOR T1
- Laurencia obtusa* (Huds.) J.V.Lamour. - P V G Be - ! GDOR C
- Liagora distenta* (Mert. ex Roth) J.V.Lamour. - P V Be - ! GDOR T1
- Lithophyllum byssoides* (Lam.) Foslie - P V G Be - ! GDOR (sub *L. tortuosum*) T1 (idem) T2 (idem) T3 (idem) R (idem) B F
- Lithophyllum cystoseirae* (Hauck) Heydr. - F
- Lithophyllum decussatum* (J.Ellis et Sol.) Phil. - F
- Lithophyllum dentatum* (Kütz.) Foslie - F
- Lithophyllum incrustans* Phil. - P V G - ! R B C F
- Lithophyllum orbiculatum* (Foslie) Foslie - F
- Lithophyllum papillosum* (Zanardini ex Hauck) Foslie - F
- Lithophyllum pustulatum* (J.V.Lamour.) Foslie - V - R (sub *Dermatolithon hapalidioides*) F
- Lithophyllum racemus* (Lam.) Foslie - G - ! B F
- Lithophyllum stictaeforme* (Aresch.) Hauck - P V G - ! GDOR (sub *Crodelia expansa*) T1 (idem) T2 (idem) T3 (idem) R (sub *Pseudolithophyllum expansum*) C F
- Lithophyllum trochanter* (Bory) H.Huvé ex Woelk. - F
- Lithothamnion coralloides* (P. et H.Crouan) P. et H.Crouan - F
- Lithothamnion philippii* Foslie - F
- Lithothamnion sonderi* Hauck - F
- Lithothamnion valens* Foslie - F
- Lophosiphonia cristata* Falkenb. - F
- Lophosiphonia obscura* (C.Agardh) Falkenb. - ! F
- Melobesia membranacea* (Esper) J.V.Lamour. - V - R (sub *Epilithon membranaceum*) F
- Mesophyllum libenoides* (J.Ellis) Me.Lemoine - P V G - ! C (sub *M. alternans*) F
- Mesophyllum macroblastum* (Foslie) W.H.Adey - F
- Nemalion helmintoides* (Vellay) Batters - P V G Be - ! GDOR R
- Neognoniolithon brassica-florida* (F.L.Harv.) Setch. et L.R.Mason - F
- Neosiphonia elongella* (F.L.Harv.) M.S.Kim et I.K.Lee - F
- Nithophyllum punctatum* Ardis. - P - ! HbM GE (sub *N. punctatum* var. *ocellatum*) GDOR
- Osmundaria volubilis* (L.) R.E.Norris - P - ! GDOR (sub *Vidalia volubilis*) T1 (idem) T2 (idem) C
- Osmundea truncata* (Kütz.) K.W.Nam et Maggs - P V G - !
- Osmundea verlaquei* G.Furnari - P - !
- Peyssonnelia coriacea* Feldmann - C
- Peyssonnelia harveiana* P. et H.Crouan ex J.Agardh - F
- Peyssonnelia polymorpha* (Zanardini) F.Schmitz - F
- Peyssonnelia rosa-marina* Boudour. et Denizot - P V - ! HbM C
- Peyssonnelia rubra* (Grev.) J.Agardh - P V - ! T1 T2 C F
- Peyssonnelia squamaria* (S.G.Gmel.) Decne. - P V G - ! GDOR T1 T2 R C F
- Phyllophora crispa* (Huds.) P.S.Dixon - P - ! GDOR (sub *P. nervosa*) T1 (idem) T2 (idem)
- Phymatolithon calcareum* (Pallas) W.H.Adey et D.L.McKibbin - F
- Phymatolithon lenormandii* (Aresch.) W.H.Adey - F
- Plocamium cartilagineum* (L.) P.S.Dixon - P - ! HbM GDOR (sub *P. coccineum* var. *uncinatum*)
- Pneophyllum coronatum* (Rozanov) Penrose - F
- Pneophyllum fragile* Kütz. V R (sub *Fosliella lejolisii*) - F
- Polysiphonia atlantica* Kapraun et J.N.Norris - F
- Polysiphonia elongata* (Huds.) Sprengel F
- Polysiphonia furcellata* (C.Agardh) F.L.Harv. - F
- Polysiphonia opaca* (C.Agardh) Moris et De Not. - !
- Polysiphonia scopulorum* F.L.Harv. - P - ! F
- Polysiphonia subulata* (Ducluz.) P. et H.Crouan - F
- Porphyra leucosticta* Thur. - ! GDOR (sub *P. atropurpurea*)
- Porphyra linearis* Grev. - ! HbM
- Pterocladia capillacea* (S.G.Gmel.) Santel. et Hommers. - P V G - ! HbM GE (sub *Pterocladia pinnata*) GDOR (idem) T1 (idem) T2 (idem) C
- Pterosiphonia pennata* (C.Agardh) Sauv. - P - !
- Pterothamnion crispum* (Ducluz.) Nägeli - F
- Pterothamnion plumula* (J.Ellis) Nägeli - F
- Prilothamnion pluma* (Dillwyn) Thur. - F
- Rhodophyllis divaricata* (Stackh.) Papenf. - ! C
- Rissoella verruculosa* (Bertol.) J.Agardh - P V G Be - ! HbM GE GDOR
- Rytiphlaea tinctoria* (Clemente) C.Agardh - P V G Be - ! GDOR T2

*Schottera nicaeensis* (J.V.Lamour. ex Duby) Guiry et Hollenb. - P V G  
Be - ! HbM  
*Sebdenia dichotoma* Berthold - P ! C  
*Seirospora interrupta* (J.E.Smith) F.Schmitz - F  
*Sphaerococcus coronopifolius* Stackh. - P V G - ! HbM GDOR T1 T2 R  
(sub *S. coronopifolius*) C  
*Sphondylothamnion multifidum* (Huds.) Nägeli - ! HbM GDOR  
*Spongites fruticulosus* Kütz. - F  
*Spyridia filamentosa* (Wulfen) F.L.Harv. - P - ! GDOR F  
*Stylonema alsidii* (Zanardini) K.M.Drew - F  
*Tricleocarpa fragilis* (L.) Huisman & R.A.Towns. - P V G - ! HbM  
GDOR (sub *Galaxaura oblongata*) T1 (idem) B (idem) C  
*Womersleyella setacea* (Hollenb.) R.E. Norris - P - ! F  
*Wrangelia penicillata* (C.Agardh) C.Agardh - P V G - ! GDOR T1 T2

## PHAEOPHYTA

*Acinetospora crinita* (Carmich.) Sauv. - P - ! F  
*Arthrocladia villosa* (Huds.) Duby - P - !  
*Carpomitra costata* (Stackh.) Batters - P - !  
*Cladostephus spongiosus* f. *verticillatus* (Lightf.) Prud'homme - P V G Be  
- ! GE (sub *C. verticillatus*) GDOR (idem) T1 (idem) C (sub *C.*  
*spongiosus*) F  
*Colpomenia sinuosa* (Mert. ex Roth) Derbès et Solier - P V Be - ! GE  
GDOR T1 T2 R  
*Cutleria chilosa* (Falkenb.) P.C.Silva - V - ! F  
*Cutleria multifida* (Sm.) Grev. - P - ! C  
*Cystoseira amantacea* (C.Agardh) Bory var. *stricta* Mont. - P G Be - !  
HbM GE (sub *C. stricta*) GDOR (idem) T1 (idem) T2 (idem) T3  
(idem) B (idem)  
*Cystoseira brachycarpa* J.Agardh emend. Giaccone - !  
*Cystoseira compressa* (Esper) Gerloff et Nizam. - P V G Be - ! GE (sub  
*C. fimbriata*) B (sub *C. compressa*)  
*Cystoseira foeniculacea* (L.) Grev. - V - R (sub *C. discors*)  
*Cystoseira mediterranea* Sauv. - P - ! T1 (sub *C. ericoides*)  
*Cystoseira spinosa* Sauv. - G - HbM B C  
*Cystoseira zosteroides* C.Agardh P G - ! HbM T1 (sub *C. opuntioideis*) B  
*Dictyopteris polypodioides* (DC.) J.V.Lamour. P V G Be - ! HbM  
GDOR (sub *D. membranacea*) T1 (idem) T3 (idem) B sub (idem) C  
F  
*Dictyota dichotoma* (Huds.) J.V.Lamour. var. *intricata* (C.Agardh) Grev.  
P V G Be - ! HbM GDOR (sub *D. dichotoma* var. *implexa*) T1  
(idem) F  
*Dictyota dichotoma* (Huds.) J.V.Lamour. var. *dichotoma* P V G Be - !  
HbM GE GDOR (sub *D. dichotoma*) T1 T2 B C (idem)  
*Dictyota fasciola* (Roth) J.V.Lamour. P V G Be - ! GDOR (sub *Dilophus*  
*fasciola*) T1 (idem) T2 (idem) C  
*Dictyota linearis* (C.Agardh) Grev. - C  
*Dictyota spiralis* Mont. - GE (sub *Dilophus ligulatus*)  
*Discosporangium mesarthrocarpum* (Meneg.) Hauck - F  
*Ectocarpus siliculosus* (Dillwyn) Lyngb. - P - ! F  
*Giraudia sphaclarioides* Derbès et Solier - P - ! F  
*Halopteris filicina* (Gratel.) Kütz. - P V G Be - ! GE R F  
*Hinckia mitchelliae* (F.L.Harv.) P.C.Silva - F  
*Hydroclathrus clathratus* (Bory ex C.Agardh) M. Howe - C  
*Liebmannia leveillei* J.Agardh - P - ! HbM  
*Lobophora variegata* (J.V.Lamour.) Womersley ex E.C.Oliveira - P - ! F  
*Myriactula rivulariae* (Surh) Feldmann - F  
*Nereia filiformis* (J.Agardh) Zanardini - P - !  
*Padina pavonica* (L.) J.V.Lamour. P V G Be - ! GDOR (sub *P. pavonia*)  
T1 (idem) T2 (idem) T3 (idem) R B C  
*Petalonia fascia* (O.F.Müll.) Kuntze - GE  
*Ralfsia verrucosa* (Aresch.) Aresch. - P V G - ! T1  
*Sargassum hornschurchii* C.Agardh - GE  
*Sargassum vulgare* C.Agardh - P V G - ! HbM GDOR (sub *S. vulgare*  
var. *megalophyllum*) T1 (idem)  
*Scytosiphon lomentaria* (Lyngb.) Link - ! HbM GDOR (sub *S. lomenta-*  
*rius*)  
*Sphaclaria cirrosa* (Roth) C.Agardh - P V - ! F  
*Sphaclaria rigidula* Kütz. - P - !  
*Sporochmus pedunculatus* Huds. (C.Agardh) - P - !  
*Stictyosiphon adriaticus* Kütz. - F  
*Stilophora tenella* (Esper) P.C.Silva - F  
*Stypocaulon scoparium* (L.) Kütz. - P V G Be - ! GE (sub *Halopteris sco-*  
*paria*) GDOR (idem) T2 (idem) R B C (idem)  
*Taonia atomaria* (J.B.Wood.) J.Agardh - P V - ! HbM GDOR C  
*Zanardinia typus* (Nardo) P.C.Silva - F

## CHLOROPHYTA

*Acetabularia acetabulum* (L.) P.C.Silva - P V G Be ! GE GDOR (sub *A.*  
*mediterranea*) T1 (idem) T3 (idem) B C F  
*Anadyomene stellata* (Wulfen) C.Agardh - V - ! F  
*Blidingia minima* (Nägeli ex Kütz.) Kylin - F  
*Bryopsis corymbosa* J.Agardh - F  
*Bryopsis cupressina* J.V.Lamour. - !  
*Bryopsis feldmannii* Gallardo et G.Furnari - F

*Bryopsis muscosa* J.V.Lamour. - P - ! HbM  
*Bryopsis plumosa* (Huds.) C.Agardh - P V - ! C  
*Caulerpa prolifera* (Forssk.) J.V.Lamour. - P - ! GDOR T1 T3  
*Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sond.) Verlaque, Huisman et  
Boudour. - V Be - ! HbM  
*Caulerpa taxifolia* (Valh) C.Agardh - HbM F  
*Chaetomorpha linum* (O.F.Müll.) Kütz. - P V - ! GDOR T1 (sub *C.*  
*aerea*) T3 (idem) F  
*Chaetomorpha mediterranea* (Kütz.) Kütz. var. *crispa* (Feldmann)  
Gallardo et al. - P - GDOR (sub *C. capillaris* var. *crispa*) T1 (sub *C.*  
*capillaris*) T3 (idem)  
*Cladophora coelotrix* Kütz. - P - !  
*Cladophora dalmatica* Kütz. - ! F  
*Cladophora echinus* (Biasol.) Kütz. - V - ! R  
*Cladophora hutchinsiae* (Dillwyn) Kütz. - F  
*Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kütz. - F  
*Cladophora lehmanniana* (Lindenb.) Kütz. - !  
*Cladophora pellucida* (Huds.) Kütz. - GE  
*Cladophora prolifera* (Roth) Kütz. - P V - ! F  
*Cladophora ruchingeri* (C.Agardh) Kütz. - P - GDOR T1 T3  
*Cladophora rupestris* (L.) Kütz. - P V - ! F  
*Cladophora sericea* (Huds.) Kütz. - F  
*Cladophora socialis* Kütz. - !  
*Codium bursa* (L.) C.Agardh - P V G Be - ! HbM GDOR T1 T2 R B  
C  
*Codium decorticatum* (J.B.Wood.) M. Howe ! GDOR  
*Codium effusum* (Raf.) Delle Chiaje - P V G Be - ! B (sub *C. adhaerens*)  
*Codium fragile* (Suringar) Hariot subsp. *tomentosoides* (Goor) P.C. Silva  
- !  
*Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje - P V G Be - ! GE GDOR R  
(sub *C. dichotomum*)  
*Dasycladus vermicularis* (Scop.) Krasser - P V G Be - ! B  
*Derbesia tenuissima* (Moris et De Not.) P. et H.Crouan - P - !  
*Enteromorpha compressa* (L.) Nees - ! GE F  
*Enteromorpha flexuosa* (Wulfen) J.Agardh - F  
*Enteromorpha intestinalis* (L.) Nees var. *intestinalis* - P V - ! HbM R  
(sub *E. intestinalis*)  
*Enteromorpha linza* (L.) J.Agardh - !  
*Enteromorpha prolifera* (O. F. Müller) J.Agardh subsp. *prolifera* - F  
*Flabellia petiolata* (Turra) Nizam. - P V G Be - ! HbM GDOR (sub  
*Udotea petiolata*) T1 (idem) T2 (idem) R (idem) B C (idem)  
*Halimeda tuna* (J.Ellis et Sol.) J.V.Lamour. - P V G Be - ! HbM  
GDOR T1 T2 R B C  
*Palmophyllum crassum* (Naccari) Rabenh. - P V G - ! T1 T2 F  
*Pedobesia simplex* (Meneg. ex Kütz.) M.J.Wynne et Leliaert - P - ! GE  
(sub *Derbesia lamourouxii*) GDOR (sub *Bryopsis balbisaniana*)  
*Penicillus capitatus* Lam. - G - B  
*Pseudochlorodesmis furcellata* (Zanardini) Børgesen var. *furcellata* - P V -  
!  
*Rhizoclonium tortuosum* (Dillwyn) Kütz. - GDOR  
*Ulva laetevirens* Aresch. - P V - ! HbM GE (sub *U. lactuca*) T3 (idem)  
*Umbraulva olivascens* (P.J.L.Dang.) Bae et I.K.Lee - F  
*Valonia macrophysa* Kütz. - C  
*Valonia utricularis* (Roth) C.Agardh - P V - ! HbM T1 R

## CONCLUSIONI

Nella lista sono enumerate 242 entità (239 specie e 3 varietà) di cui 135 sono state rinvenute nelle Aree Marine Protette liguri. Delle entità riportate, 66 sono segnalazioni inedite per la Liguria e 37 non sono elencate nella lista dell'adiacente Regione Toscana, dove gli studi ficologici, realizzati con continuità, hanno permesso il ritrovamento di 408 entità (FURNARI *et al.*, 2003). In accordo con BOUDOU-RESQUE,VERLAQUE (2002) le specie algali introdotte in Liguria risultano essere 8.

*Ringraziamenti* - Gli autori ringraziano il Prof. Ezio Paola, il Dott. Simone Bava ed il Dott. Gilles Passeron per l'aiuto sul terreno, il Dott. E. Ballesteros e la Dott. C. Rodriguez per l'aiuto nella determinazione ed il Dott. Poggi, Direttore del Museo di Storia Naturale di Genova, per la sua gentilezza e disponibilità.

## LETTERATURA CITATA

ARDISSONE F., STRAFFORELLO J., 1877 - *Enumerazione delle alghe di Liguria*. Ed. Lombarda, Milano.

- BALDUZZI, A., BIANCHI C. N., CATTANEO-VIETTI R., CERRANO C., COCITO S., COTTA S., DEGL'INNOCENTI F., DIVIACCO G., MORGIGNI M., MORRI C., PANSINI M., SALVATORI L., SENES L., SGORBINI S., TUNESI L., 1993 - *Primi lineamenti di bionomia bentica dell'Isola Gallinaria (Mar Ligure)*. Atti 10° Congr. A.I.O.L., Alassio, 4-6- Nov. 1992: 603-617.
- BOUDOURESQUE C.F., VERLAQUE M., 2002 - *Biological pollution in the Mediterranean Sea : invasive versus introduced macrophytes*. Mar. Poll. Bull., 44: 32-38.
- CATTANEO-VIETTI R., ALBERTELLI G., BAVESTRELLO G., BIANCHI C. N., CERRANO C., CHIANTORE M., GAGGERO L., MORRI C., SCHIAPARELLI S., 2002 - *Can rock composition affect sublittoral epibenthic communities?* Mar. Ecol., 23 (1): 65-77.
- FURNARI G., GIACCONE G., CORMACI M., ALONGI G., SERIO D., 2003 - *Biodiversità marina delle coste italiane: catalogo del macrofitobenthos*. Biol. Mar. Medit., 10 (1): 1-482.
- PREDA A., 1904 - *Primo contributo alla flora algologica del golfo della Spezia: Floridee*. Malpighia, 28: 59-69.
- , 1917 - *Flora algologica del golfo della Spezia. Secondo contributo*. Nuova Notarisa, 18: 76-93.
- RELINI G., ARDIZZONE G. D., BELLUSCIO A., 1986 - *Le biocenosi bentoniche costiere delle Cinque Terre (Mar Ligure Orientale)*. Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova, 52 (suppl.): 163-195.
- TORTONESE E., 1958 - *Bionomia marina della regione costiera fra Punta della Chiappa e Portofino*. Arch. Ocean. Limnol., 11: 167-210.
- , 1961 - *Nuovo contributo alla conoscenza del benthos della scogliera ligure*. Arch. Ocean. Limnol., 12 (2): 164-183.
- , 1962 - *Recenti ricerche sul benthos in ambienti litorali del Mar Ligure*. Pubbl. Staz. Zool. Napoli, 32 (suppl.): 99-116.
- VERLAQUE M., DURAND C., HUISMAN J. M., BOUDOURESQUE C. F., LE PARCO Y., 2003 - *On the identity and origin of the Mediterranean invasive Caulerpa racemosa (Caulerpales, Chlorophyta)*. Eur. J. Phycol., 38 (4): 325-339.
- VINASSA P. E., 1891a - *Contribuzione alla ficologia ligustica*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Pisa Processi Verbali, 8 Marzo : 219-230.
- , 1891b - *Seconda contribuzione alla ficologia ligustica*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Pisa Processi Verbali, 15 Novembre: 14-23.
- RIASSUNTO – Il macrofitobenthos della Liguria (Mediterraneo Nord-Occidentale) è stato oggetto di numerosi studi nel XIX secolo, fino all'inizio del XX, mentre dati recenti riguardanti questa regione sono scarsi e spesso pubblicati in letteratura grigia. Viene fornita la lista delle entità segnalate dal 1950 ad oggi per la Liguria: 242 entità, di cui 66 nuove per la regione. Questi ultimi dati derivano per la maggior parte da diversi studi realizzati nell'ambito del Programma Afrodite, un progetto nazionale sulle Aree Marine Protette (A.M.P.). La maggior parte delle entità elencate sono presenti in almeno una delle quattro A.M.P. liguri (Portofino e Cinque Terre, già istituite, Isola di Bergeggi e Isola di Gallinara, in via di istituzione).

## AUTORI

Luisa Mangialajo, Giuseppina Barberis, Riccardo Cattaneo-Viatti, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova, Corso Europa 26, 16132 Genova. luisama@dipteris.unige.it

## *Thymelaea hirsuta* in Liguria: problemi di sopravvivenza, riproduzione e conservazione

E. ROCCOTIELLO, B. BORGHESI, L. CORNARA, G. CASAZZA e L. MINUTO

**ABSTRACT** – *Thymelaea hirsuta* in Liguria: survival, reproduction and conservation problems - *Thymelaea hirsuta* (L.) End. is a circum-Mediterranean, subdioecious, evergreen shrub supposed to be an evolutionary example of the pathway from heterodichogamy to dioecy. However, discordant data concerning the pollination mechanism of the plant have been reported in different zones of the species range (France, Egypt and Italy). The present study, concerning three populations from the North Tyrrhenian Area, carries on an anatomical analysis of flowers, sex organs development, and unisexual flower differentiation. At the stage of pilose primordium all flowers are hermaphrodite and the future of these primordia then varies according to the sexual pathway followed by both the individual plant and flower. The embryo development often results in a degenerative process, whose causes are still unclear, justifying the very low percentage in seed germination recorded all over the species range. By considering also the difficulties in vegetative reproduction of the plant, it is very difficult to define conservation strategies in the North Tyrrhenian populations which show demographic decrease.

**Key words:** anemophily, dioecy, entomophily, heterodichogamy, pollination mechanism, *Thymelaea hirsuta*

### INTRODUZIONE

*Thymelaea hirsuta* (L.) End. è un arbusto perenne, sempreverde, circum-mediterraneo, che manifesta uno spiccato polimorfismo sessuale. La specie è considerata subdioica e si ipotizza che possa essere un esempio di evoluzione dall'eterodichogamia al dioicismo. Essa presenta una segregazione sessuale spaziale degli individui in ogni popolazione, quale strategia per migliorare il successo riproduttivo. Questa caratteristica è frequente nelle piante dioiche ad impollinazione anemofila, che manifestano un'espressione sessuale instabile (FREEMAN *et al.*, 1976, 1997; BIERZYCHUEDEK, ECKHART, 1988; SHEA *et al.*, 1993; EL KEBLAWY, FREEMAN, 1999). In *T. hirsuta*, tuttavia, restano da chiarire alcuni aspetti inerenti l'ecologia riproduttiva, in particolare il meccanismo di impollinazione, che sembra essere differente in diverse zone dell'areale (DOMMÉE *et al.*, 1990; EL KEBLAWY, FREEMAN, 1999). Studi palinologici su altri generi sudafricani di *Thymelaeaceae* hanno evidenziato una stretta relazione fra la morfologia del polline ed il tipo di impollinazione (BREDENKAMP, VAN WYK, 1996). Nella famiglia si riscontra un *continuum* nel tipo di ornamentazione dell'esina (tipicamente a pattern crotonoide) legato al meccanismo di impollinazione, generalmente entomofila; un esempio è fornito dal genere *Passerina*, dove la presenza di un'esina più liscia sembra essere correlata ad una

impollinazione anemofila, alla quale la pianta si sarebbe adattata in risposta all'ambiente (HUTCHINSON, 1969).

La drastica diminuzione della densità delle popolazioni di questa specie, lungo le coste del nord Tirreno, ne sta compromettendo la sopravvivenza. In questa zona si riscontra un'elevata mortalità di individui sia giovani sia maturi. Nell'unica stazione ligure rimasta, a Bergeggi (Savona), è stata registrata, nell'arco di tre anni (2000-2002), una diminuzione del 49.18% della popolazione. In parallelo, le piante hanno manifestato una riduzione dei rami verdi sia nel numero sia nel volume globale (MINUTO *et al.*, 2004). La produzione di frutti è risultata variabile stagionalmente e annualmente, ma in generale si sono registrate una bassa percentuale di frutti maturi e una percentuale di germinazione dei semi quasi nulla (0.28%). La moltiplicazione della pianta appare allo stato attuale molto difficile, in quanto le prove di germinazione effettuate *ex situ* hanno dato scarsi risultati ed i tentativi di riproduzione agamica hanno avuto esiti negativi (MINUTO *et al.*, 2004).

Al fine di definire meglio il comportamento riproduttivo della specie e la presenza di eventuali anomalie durante lo sviluppo florale e/o embrionale, nel presente studio sono state analizzate le fasi della morfogenesi dei fiori, precedentemente definite da

DOMMÉE *et al.* (1990): primordio glabro, primordio peloso, bottone florale e fiore maturo. La letteratura riporta dettagliate descrizioni dell'anatomia e dello sviluppo degli organi sessuali di altre *Thymelaeaceae* (VENKATESWARLU, 1945, 1946, 1947), mentre nessun dato è disponibile su questo argomento per *T. hirsuta*.

Nel nostro studio abbiamo analizzato lo sviluppo dei fiori unisessuati ed ermafroditi, con particolare attenzione allo sviluppo degli organi sessuali, al fine di fornire un contributo alla conoscenza dell'anatomia florale di *T. hirsuta*.

#### MATERIALI E METODI

Il materiale è stato prelevato presso le tre stazioni note per il Tirreno settentrionale (MINUTO *et al.*, 2004).

Per studiare le caratteristiche anatomiche delle strutture riproduttive, 50 fiori di ciascun tipo sono stati fissati in FAE (formalina-acido acetico-etanolo), disidratati attraverso la serie degli alcoli ed inclusi in resina Technovit 7100. Sono state eseguite, tramite microtomo Leica RM 2155, sezioni trasversali e longitudinali (spessore di 8 µm) che venivano colorate con DAPI - colorazione per il DNA - (0,001%) e con blu di anilina - colorazione per il callosio - (0,01% in tampone K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 1/15 M a pH 9). Le osservazioni sono state condotte utilizzando un microscopio Leiz Dialux 22 dotato di lampada fluorescente, con filtro UV (BP 340-380) e le immagini sono state fotografate usando una pellicola AGFA 200 CT.

Alcuni campioni, fissati e disidratati, sono stati trattati con critical point drier (Biorad EMCOPE CPD 750), montati su stub, metallizzati con oro e osservati al microscopio elettronico a scansione (SEM) Philips 515 ad un'accelerazione di 20 KV; le fotografie sono state eseguite con pellicola Kodak Technical Pan film.

In seguito a prove d'impollinazione manuale, eseguite su fiori femminili, i pistilli degli stessi sono stati prelevati a diversi intervalli di tempo (1, 2, 12 e 24 ore), fissati ed inclusi come sopra descritto. Le successive osservazioni sono servite ad indagare la capacità germinativa del polline e le eventuali fasi del processo di fecondazione.

#### RISULTATI

In tutti i fiori si forma per primo il perianzio, costituito da quattro pezzi fiorali fusi in un ipanzio. Nei fiori femminili il perianzio è piccolo (2-2,5 mm Ø) e giallo-verde, il pistillo misura 2x1,5 mm, ed è costituito da un solo carpello che contiene un ovulo anatrofo. All'antesi, il fiore evidenzia staminodi.

Il fiore maschile (3,5-4 mm Ø) ha un perianzio giallo più grande con due verticilli di quattro stami ciascuno e presenta un piccolo pistillo (1 mm). Dopo l'antesi il perianzio secca, assume consistenza pergamenacea e resta sul *capitulum*.

Il fiore ermafrodita (fiore perfetto) presenta perianzio ed androceo simili a quelli del fiore maschile e pistillo di dimensioni minori (1,8 mm) rispetto a quello

del fiore femminile.

Nei fiori pistillati (femminili ed ermafroditi), durante la formazione del frutto il perianzio perde i lobi, assume consistenza pergamenacea e, infine, si lacera lasciando il frutto nudo. I frutti sono capsule monosperme indeiscenti (2x4 mm).

In tutti i fiori si riscontra la presenza di un disco nettario ipogino, situato al di sotto del ginoforo, che ha dimensioni maggiori nei fiori femminili (1,6 mm Ø) e minori in quelli ermafroditi (1,2 mm Ø) e maschili (0,6-0,9 mm Ø). In questi ultimi esso degenera dopo la regressione dell'ovario. Il nettario, infatti, risulta funzionale solo nei fiori pistillati, nei quali sono visibili ad occhio nudo goccioline di nettare. Dopo il rilascio del secreto, il nettario collassa senza mostrare segni di lacerazione.

Nei fiori pistillati si osservano ovario, corto stilo (300-400 µm) e stigma bilobato ricco di papille. L'ovario è portato su un breve ginoforo (200 µm). Lo sviluppo dell'ovulo procede normalmente (tipo *Polygonum*) e si assiste alla formazione di un sacco embrionale, prima cenocitico e poi cellulare, senza anomalie. È presente un otturatore, struttura che si forma nella parte basale dello stilo durante la formazione dei tegumenti dell'ovulo. Esso deriva dall'allungamento delle cellule terminali del canale stilare e ha il compito di dirigere il tubetto pollinico verso il micropilo.

Il pistillo nei fiori maschili, pur essendo completo di ovario, stilo e stigma, è di dimensioni ridotte e non è funzionale. Infatti, l'ovulo si sviluppa fino al termine della prima divisione meiotica, ma la nocella e i tegumenti dell'ovulo, già completamente e correttamente formati, degenerano causando la morte delle cellule della diade. Le cellule degenerate appaiono stirate, con nuclei condensati e fortemente fluorescenti (colorazione DAPI). Alla deiscenza delle antere degenerano anche l'ovario e lo stilo, mentre lo stigma rimane vitale e completo di papille.

Le antere dei fiori staminati appaiono formate da due teche, ciascuna suddivisa in due logge, già dallo stadio di primordio peloso. Lo sviluppo dell'antera e del polline sono normali e non si è riscontrata la presenza di polline anomalo con nuclei soprannumerari. Alla deiscenza dell'antera il polline (23,6 µm Ø) è trinucleato, sferoidale, multiporato, con esina crotonoide e ricoperto da abbondante *pollenkitt*.

Le antere del fiore femminile arrestano il loro sviluppo subito dopo le prime divisioni mitotiche. Si osserva la rapida degenerazione delle cellule del tessuto sporigeno, i cui nuclei si stirano e successivamente si frammentano, similmente a quanto avviene nell'ovulo del fiore maschile. Gli staminodi permangono attaccati al perianzio.

Nei fiori pistillati si è riscontrata l'esistenza di fenomeni degenerativi a carico dell'embrione, nelle cui cellule si osserva spesso la frammentazione caotica del DNA nucleare. Immagini al SEM hanno confermato l'esistenza di embrioni degenerati in semi apparentemente normali, con tegumenti perfettamente formati (Fig. 1).

Le prove di impollinazione manuale hanno messo in

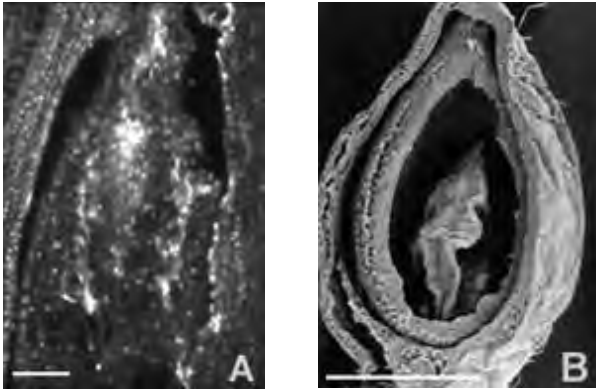


Fig. 1

Embrioni degenerati di fiori pistillati. – A) Sezione longitudinale; colorazione con DAPI, barra 100 mm. Frammentazione caotica del DNA nucleare e sua degenerazione. B) SEM, barra 1 mm. I tegumenti si sviluppano normalmente, mentre all'interno l'embrione è degenerato. Embryo degeneration in pistillate flowers. – A) Longitudinal section; DAPI staining, bar 100 mm. Chaotic fragmentation and degeneration of nuclear DNA. B) SEM, bar 1 mm. Normal development of teguments, inner embryo degeneration.

evidenza la capacità di emissione del tubetto pollinico da parte del polline una volta venuto a contatto delle papille stigmatiche. Si è osservata la discesa dei nuclei spermatici, ma non si sono documentate le fasi di completamento della fecondazione.

#### DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Negli stadi precoci di differenziamento i fiori di molte specie monoiche e dioiche sono ermafroditi e la differenziazione sessuale è legata all'arresto dello sviluppo del pistillo nei fiori maschili e degli stami in quelli femminili (DELLAPORTA, CALDERON-URREA, 1993). Sulla base delle nostre osservazioni allo stadio di primordio peloso, tutti i fiori di *T. hirsuta* risultano bisessuati. In tale fase avviene, nell'ambito dello stesso *capitulum*, la scelta del sesso florale con la degenerazione dell'organo inutile. Non è ancora chiaro quale sia il meccanismo che crea tale variazione, ma essa risulta ben sincronizzata nell'ambito di una infiorescenza, di un individuo e di una popolazione. Tale fenomeno è all'origine della segregazione sessuale già descritta in precedenza per *T. hirsuta* (DOMMÉE *et al.*, 1995; EL KEBLAWY, FREEMAN, 1999; MINUTO *et al.*, in pubbl.). Essa rappresenta un tentativo per migliorare il successo riproduttivo della specie che però, allo stato attuale, sembra non essere pienamente efficiente. Come già osservato in precedenti lavori (EL-KEBLAWY *et al.*, 1997; MINUTO *et al.*, 2004), la percentuale dei frutti che giungono a maturazione è bassa; i semi germinano in quantità molto ridotte, raggiungendo un massimo del 34% in Egitto e un minimo dello 0.28% in Liguria (MINUTO *et al.*, 2004). Le nostre osservazioni sulla degenerazione dell'embrione sembrano giustificare tale fenomeno; nella maggior parte dei casi, infatti,

sebbene i tegumenti esterni del seme siano ben formati, l'embrione presenta segni di degenerazione (ROCCOTIELLO *et al.*, 2003).

L'ecologia riproduttiva della specie sembra allo stato attuale meglio definita con la descrizione delle caratteristiche del polline (esina sculturata, presenza di *pollenkitt*) e degli accessori fiorali (nettario e secreto nettario zuccherino), che avrebbero la precisa funzione di richiamo per gli insetti, possibili vettori per il trasporto del polline (MINUTO *et al.*, 2003; CORNARA *et al.*, in pubbl.). Un nettario ben sviluppato solo nei fiori pistillati (particolarmente in quelli femminili) e la presenza di nettare zuccherino potrebbero ampliare il range dei possibili insetti impollinatori, visto che non sono stati individuati vettori specifici (CORNARA *et al.*, in pubbl.). D'altra parte, osservazioni di anemofilia effettuate su *T. hirsuta* in Egitto, potrebbero essere interpretate come un primo stadio di adattamento evolutivo della specie per migliorare il proprio successo riproduttivo (FREEMAN *et al.*, 1997). Elementi di una simile trasformazione riproduttiva sono probabilmente individuabili anche in Liguria (CORNARA *et al.*, in pubbl.). La conservazione di *T. hirsuta* nella zona più marginale del suo areale, ed in particolare nella stazione più a nord del Tirreno (Bergeggi), si presenta estremamente problematica.

L'esito negativo delle prove di riproduzione agamica, già tentate in studi precedenti, e le difficoltà riproduttive da noi evidenziate (degenerazione embrionale) rendono molto difficile pianificare interventi di conservazione della specie.

Nuovi studi dovranno essere intrapresi al più presto per dare una soluzione ad un processo di estinzione della pianta, che appare oggi quasi inevitabile.

#### LETTERATURA CITATA

- BIERZYCHUDEK P., ECKHART V., 1988 - *Spatial segregation of the sexes of plants*. Am. Nat., 132: 34-43.
- BREDENKAMP C.L., VAN WYK A.E., 1996 - *Palynology of the genus Passerina (Thymelaeaceae): relationships form and functions*. Scandinavian University Press, 35: 335-346.
- CORNARA L., BORGHESI B., CAPORALI E., CASAZZA G., ROCCOTIELLO E., TROIANO G., MINUTO L. - *Floral features and reproductive ecology in Thymelaea hirsuta (L.) Endl.* Plant. Syst. Evol. (in pubbl.).
- DELLAPORTA S. L., CALDERON-URREA A., 1993. - *Sex determination in flowering plants*. Plant Cell, 5: 1241-1251.
- DOMMÉE B., BIASCAMANO A., DENELLE N., BOMPAR J. L., THOMPSON J. D., 1995. - *Sexual tetramorphism in Thymelaea hirsuta (Thymelaeaceae): morph ratios in open-pollinated progeny*. Amer. J. Bot., 82: 734-740.
- DOMMÉE B., BOMPAR J. L., DENELLE N., 1990 - *Sexual tetramorphism in Thymelaea hirsuta (Thymelaeaceae): evidence of the pathway from heterodichogamy to dioecy at the infraspecific level*. Amer. J. Bot., 77(11): 1449-1462.
- EL-KEBLAWY A., FREEMAN D.C., 1999 - *Spatial segregation by gender of the subdioecious shrub Thymelaea hirsuta in the Egyptian desert*. Int. J. Plant Sci., 160(2): 341-350
- EL-KEBLAWY A., SHALTOUT K.H., LOVETT-DOUST J.,



- RAMADAN A., 1997. - *Population dynamics of an Egyptian desert shrub*, *Thymelaea hirsuta*. Can. J. Bot., 75: 2027-2037.
- FREEMAN D.C., KLIKOFF L.G., HARPER K.T., 1976 - *Differential resources utilisation by the sexes of dioecious plants*. Science, 193: 597-599.
- FREEMAN D. C., LOVETT-DOUST J., EL-KEBLAWY A., MIGLIA K., MC ARTHUR E. D., 1997 - *Sexual specialization and inbreeding avoidance in the evolution of dioecy*. Bot. Rev., 63: 65-92.
- HUTCHINSON J., 1969 - *Evolution and phylogeny of the flowering plants. Dictyledons: facts and theory*. Academic Press, London.
- MINUTO L., CASAZZA G., CORNARA L., ROCCOTIELLO E., BORGHESI B., TROIANO G., 2003 - *Pollen vector in Thymelaea hirsuta*. Riassunti 98° Congr. S.B.I., Catania, 24-26 sett. 2003: 206.
- MINUTO L., CASAZZA G., PROFUMO P. - *Sexual polymorphism and spatial segregation of Thymelaea hirsuta in Liguria (NW Italy)* (in pubbl.).
- , 2004 - *Population decrease of Thymelaea hirsuta (L.) Endl.: conservation problems for the North Tyrrhenian Sea*. Plant Biosystems, 138: 11-19.
- ROCCOTIELLO E., CAPORALI E., MINUTO L., CORNARA L., BORGHESI B., CASAZZA G., 2003 - *Sviluppo embrionale di fiori di Thymelaea hirsuta in relazione alla sua evoluzione verso il dioicismo*. Riassunti 98° Congr. S.B.I., Catania, 24-26 sett. 2003: 76.
- SHEA M.M., DIXON P.M., SHARITZ R.R., 1993 - *Size differences, sex ratio, and spatial distribution of male female water tupelo*, *Nyssa aquatica* (Nyssaceae). Amer. J. Bot., 80: 26-30.
- VENKATESWARLU J., 1945 - *Embryological studies in the Thymelaeaceae. I. Thymelaea arvensis Lamk.* - J. Indian Bot. Soc., 24: 45-66.
- , 1946 - *Embryological studies in the Thymelaeaceae. II. Daphne cannabina Wall. and Wikstroemia canescens Meissn.* J. Indian Bot. Soc., 24: 45-66.
- , 1947 - *Embryological studies in the Thymelaeaceae. II. Daphne cannabina Wall. and Wikstroemia canescens Meissn.* J. Indian Bot. Soc., 26: 13-39.
- RIASSUNTO - *Thymelaea hirsuta* (L.) Endl. è un arbusto sempreverde del Mediterraneo che si suggerisce quale esempio di evoluzione dall'eterodigamia al dioicismo per le piante. Ciò nonostante, i dati sul sistema di impollinazione della pianta sono discordanti e variano da zona a zona (Francia, Egitto e Italia). In questo lavoro si sono studiate tre popolazioni di *T. hirsuta* del Tirreno settentrionale e, attraverso studi anatomici, si è cercato di analizzare lo sviluppo dei fiori, l'evoluzione degli organi sessuati e la maturazione dei fiori unisessuati. Si è evidenziato che tutti i fiori sono ermafroditi sino allo stadio di primordio peloso, e che nel differenziamento dei fiori femminili e maschili si ha una precoce degenerazione degli stami mentre il pistillo regredisce più tardivamente. Evidenti problemi nello sviluppo dell'embrione giustificano le scarse possibilità di rigenerazione della specie per via sessuata. Se si considerano, infine, le note difficoltà rigenerative della specie, risultano problematiche iniziative di conservazione nelle popolazioni del Tirreno settentrionale che risultano in drastico calo demografico.

## AUTORI

Enrica Roccotiello, Barbara Borghesi, Laura Cornara, Gabriele Casazza, Luigi Minuto, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova, Corso Dogali 1M, 16136, Genova

## Ricerche floristiche nel Parco di Capanne di Marcarolo (Alessandria)

S. MARSILI, M. GRAZIANI e G. BARBERIS

**ABSTRACT** – *Floristic studies in the Capanne di Marcarolo Natural Park* - The research has been developed considering two areas characterised by all the vegetation types and altitude ranging of the Park. The flora consists of 518 entities. For these has been valued the distribution in 14 one-kilometre squares. 50 taxa are interesting for phytogeographical and ecological reasons, and for these has been calculated a vulnerability index that shows there aren't entities with very high risk. For 10 taxa, linked to the ophiolitic rocks of the park, has been calculated an index of diffusion in the squares.

*Key words:* biodiversity, Capanne di Marcarolo, serpentinophytes diffusion, vulnerability index

### INTRODUZIONE

Da diversi anni sono in corso studi floristici sul Parco di Capanne di Marcarolo (Alessandria), ma ancora non è stata pubblicata una flora completa, che richiederà ancora ricerche approfondite (BARBERIS *et al.*, in stampa). Al fine di dare una prima valutazione su come le specie vegetali si distribuiscono sul territorio e, in particolare, sul grado di vulnerabilità delle specie più rare e/o interessanti, si è svolto uno studio su una porzione ridotta del Parco.

### METODO DI LAVORO E DESCRIZIONE DEL TERRITORIO

Sono state scelte due aree campione, rappresentative della variabilità altitudinale, morfologica e vegetazionale dell'intero parco: una testata di valle fluviale, val Piota, e l'area intorno alla vetta più alta del parco, Monte delle Figne (1172 m). Le aree considerate hanno un'estensione complessiva di circa 14 km quadrati e sono comprese tra 400 e 1172 m di quota; vi sono rappresentate diverse tipologie vegetazionali: boschi (castagneto, querceto e, alle quote più elevate, faggeta), praterie montane, prati da sfalcio, vegetazione di rupi, pietraie e detriti, formazioni igrofile. Dal punto di vista litologico, la zona è caratterizzata da serpentiniti, serpentinoscisti e lherzoliti più o meno serpentinnizzate. In subordine troviamo modeste estensioni di metagabbri, calcescisti e prasiniti. Le aree, suddivise in quadrati da 1 chilometro di lato, sono state esplorate dal punto di vista floristico durante le diverse stagioni, per tre anni consecutivi. Per l'intera area e per ciascun quadrato sono stati calcolati gli spettri biologici e corologici e valutate la ricchezza floristica e la presenza e abbondanza di specie interessanti.

Sono state prese in considerazione, in particolare, quelle entità che rendono la biodiversità locale qualitativamente rilevante: serpentinofite, specie ad areale limitato, specie microterme, specie protette dalla legge regionale piemontese L.R. 32/82. Per esse si è realizzata una cartografia che ne evidenzia la diffusione sul territorio ed è stato quantificato il grado di vulnerabilità tramite un indice (modificato da SELVI, 1997); per le serpentinofite è stato inoltre elaborato un indice di diffusione.

L'indice di vulnerabilità si è ottenuto valutando per ogni specie i seguenti 10 parametri con i relativi punteggi:

1. Rilevanza tassonomica: 3 genere monospecifico; 2 specie ben distinta senza ibridi; 1 sottospecie o specie con tendenza all'ibridazione.
2. Tipo corologico: 5 endemismo; 4 areale ristretto; 3 orofilo e appenninico; 2 circumboreale o eurosiberiano; 1 altri.
3. Specificità dell'habitat: 4 molto elevata; 3 elevata; 2 media; 1 bassa.
4. Posizione rispetto alla principale area di distribuzione: 3 disgiunta; 2 al limite; 1 simpatrica.
5. Tolleranza al disturbo antropico: 4 nessuna; 3 scarsa; 2 media; 1 forte.
6. Numero di quadrati in cui è presente: 4 da uno a due; 3 da tre a sei; 2 da sette a dieci; 1 da undici a quattordici;
7. Posizione degli individui: 4 a pochi metri da strade asfaltate, case abitate; 3 aree soggette a sfalcio periodico o rimaneggiamento; 2 vicino a sentieri; 1 in siti indisturbati.
8. Vistosità e attrattiva della fioritura: 3 elevata; 2

media; 1 bassa.

9. Periodo di fioritura: 3 luglio - agosto; 2 maggio - giugno; 1 febbraio - aprile o settembre - ottobre.

10. Pressione antropica locale: 3 elevata; 2 media; 1 bassa.

Sommando i punteggi si è ottenuto, per ogni specie, l'indice di vulnerabilità; si sono stabilite le seguenti classi di vulnerabilità:

A: indice compreso tra 31 e 36: Vulnerabilità molto elevata.

B: indice compreso tra 26 e 30: Vulnerabilità elevata.

C: indice compreso tra 22 e 25: Vulnerabilità medio - alta.

D: indice compreso tra 17 e 21: Vulnerabilità media.

E: indice compreso tra 10 e 16: Vulnerabilità bassa.

L'indice di diffusione delle serpentinofite è stato ricavato sommando, per ciascun quadrato, i valori di abbondanza delle entità considerate, valutati secondo la seguente scala: 0= assente nel quadrato, 1= rara, 2= abbastanza frequente, 3= molto frequente.

#### ANALISI E DISCUSSIONE DEI DATI

Sono state censite in totale 518 entità a livello specifico e infraspecifico, corrispondenti al 67% circa della flora del parco finora nota (BARBERIS *et al.*, in stampa) e appartenenti a 74 famiglie.

Lo spettro corologico generale evidenzia la dominanza di specie a gravitazione europea in senso ampio (22,5%) che, insieme agli elementi eurasiatico (12,3%) ed europeo-caucasico (9,6%), indica un clima prevalente di tipo medioeuropeo, mentre la contemporanea presenza di specie a gravitazione mediterranea (15%) testimonia la vicinanza geografica del mare e le estati non particolarmente piovose. Consistente anche il contingente di specie eurosibiriche (7,3%) e circumboreali (9%). Lo spettro biologico è caratterizzato dalla netta predominanza delle emicriptofite (56%), seguite dalle geofite (14%); non trascurabile la presenza delle terofite (11,8%).

La valle Piota (VP), di circa 11 km quadrati, presenta 461 entità e la ricchezza floristica dei quadrati va da 107 a 334 specie. Il monte delle Figne (MF), di circa 3 km quadrati, presenta 272 entità, da 112 a 218 per quadrato (Tab. 1).

Comparando gli spettri biologici e corologici dei singoli quadrati con quelli dell'intera area si individuano alcune differenze significative; ad es. il quadrato 4 (VP) presenta un aumento delle geofite dell'8%, in buon accordo con l'estesa superficie boscata e le esposizioni prevalentemente settentrionali; nel quadrato 10 (VP) l'aumento delle specie S Europee (2,5%) e Mediterranee (3,5%) è giustificato dal fatto che qui si raggiungono le quote minime dell'area e sono prevalenti le esposizioni meridionali e occidentali; il quadrato 14 (MF) presenta un aumento considerevole delle emicriptofite (11%) e, per quel che riguarda lo spettro corologico, un incremento delle specie S Europee Montane (6%) e dell'elemento Endemico (3%), valori che ben si spiegano con l'estensione delle praterie, con le quote più elevate e con la presenza di ampi affioramenti rocciosi e di

TABELLA 1

Numero di specie per quadrato (1-11 = VP; 12-14 = MF).  
Number of species in the squares (1-11 = VP; 12-14 = MF).

Q	Specie
1	107
2	199
3	216
4	140
5	205
6	334
7	136
8	248
9	229
10	202
11	201
12	112
13	218
14	201

coltri talora esigue.

In totale (Tab. 2) sono state considerate 50 entità interessanti (41 in val Piota e 37 sul monte delle Figne). In base all'indice di vulnerabilità, il 62% delle specie rientra nella classe D, il 28% nella classe C e l'8% nella classe E, solo il 2% (1 specie) rientra nella classe B. Non risultano quindi in generale situazioni di vulnerabilità elevatissima.

Tra le serpentinofite, due sono endemiche del complesso ofiolitico detto "Gruppo di Voltri": *Cerastium utriense* e *Viola bertolonii*; oltre a queste altre due entità sono serpentinofite obbligate (*Asplenium cuneifolium* e *Minuartia laricifolia* subsp. *ophiolitica*), 4 sono preferenti (*Alyssoides utriculata*, *Linum campanulatum*, *Robertia taraxacoides* e *Sesamoides pygmaea*), 2 relitti serpentinicoli (*Daphne cneorum* e *Scorzonera austriaca*). In base all'indice di diffusione delle serpentinofite, sono risultati più ricchi i quadrati 14, 2, 1, 13, 3 (Tab. 3); questi quadrati sono risultati anche quelli dove più estese sono le aree con substrato affiorante o con suoli poco evoluti.

Le ricerche svolte hanno consentito di portare nuovi dati sulla diversità vegetale nel Parco di Capanne di Marcarolo, mettendone in particolare in evidenza gli aspetti qualitativi: tra i 518 taxa censiti sono state individuate 50 entità per diversi aspetti interessanti; di queste la maggior parte risulta non soggetta a particolari rischi e solo un 30% risulta a rischio medio-alto.

I fattori che contribuiscono maggiormente alla biodiversità nell'ambito del territorio sono in particolare: la presenza di rocce ultrabasiche, la posizione geografica al confine di aree climatiche diverse, la geomorfologia piuttosto complessa che, insieme alla secolare presenza antropica, ha favorito l'insediamento di molteplici formazioni vegetali.

TABELLA 2

Specie interessanti, Indice di vulnerabilità (I.V.), Classe di vulnerabilità (C.V.), Categoria di interesse (S= serpentinofite, A = specie ad areale limitato, M = specie microterme, P = specie protette dalla legge regionale 32/82), Quadrati in cui la specie è presente.

Interesting species, vulnerability index (I.V.), vulnerability class (C.V.), interest class (S= serpentinophytes, A= limited distribution area species, M= microthermic species, P= protected by regional law 32/82 species), squares where the species is present.

Specie	I.V.	C.V.	Cat. interesse	Quadrati
<i>Alyssoides utriculata</i> (L.) Medik.	22	C	S, P	7,8,10
<i>Anemone trifolia</i> L. subsp. <i>brevidentata</i> Ubaldi et Puppi	16	E	A	1,2,3,5,6,8,9,10,11
<i>Aquilegia atrata</i> W.D.J. Koch	19	D	P	3,5,6,8,10
<i>Aquilegia</i> gr. <i>vulgaris</i>	26	B	A, P	13
<i>Asplenium cuneifolium</i> Viv.	18	D	S	3,4,13
<i>Caltha palustris</i> L.	20	D	M	3,4,5,6,8,13
<i>Carex tendae</i> (W. Dietr.) Pawl.	19	D	A	2,14
<i>Centaurea aplolepa</i> Moretti subsp. <i>aplolepa</i>	20	D	A	1,2,3,6,8,9,10,13,14
<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.). Fritsch	18	D	P	3,6,13
<i>Cerastium utriense</i> Barberis	21	D	S, A	Tutti
<i>Convallaria majalis</i> L.	22	C	M	4,6,14
<i>Crocus ligusticus</i> Mariotti	20	D	A	2,3,6,9,10,12,13,14
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Sóo subsp. <i>fuchsii</i> (Druce) Hyl.	19	D	P	1,2,3,4,6,7,9,12,13,14
<i>Daphne cneorum</i> L.	20	D	S, P	1,2,3,4,6,7,8,9,11,12,13,14
<i>Daphne mezereum</i> L.	18	D	P	4,6,7,8,13,14
<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz.	22	C	P	5
<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck.	22	C	M	4
<i>Gentiana lutea</i> L.	23	C	P	14
<i>Gladiolus palustris</i> Gaudin	20	D	P	1,2,4,5,6,10,12,13,14
<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. Br.	20	D	P	2,6,9
<i>Iberis umbellata</i> L.	20	D	P	7,8,9,10,11,13
<i>Iris graminea</i> L.	22	C	P	2,4,5,6,7,13
<i>Leucojum vernum</i> L.	20	D	P	5,6
<i>Lilium bulbiferum</i> L. subsp. <i>croceum</i> (Chaix) Baker	23	C	P	1,2,3,5,8,9,12,13,14
<i>Linum campanulatum</i> L.	23	C	S, P	1,2,3,5,12,13,14
<i>Minuartia laricifolia</i> (L.) Schinz et Thell. subsp. <i>ophiolitica</i> Pignatti	20	D	S	14
<i>Narcissus poeticus</i> L.	24	C	P	14
<i>Narcissus pseudonarcissus</i> L.	18	D	P	1,2,7,8,9,10,11,12,13,14
<i>Omphalodes verna</i> Moench	18	D	P	2,3,4,5,6,7,8,9,12,13,14
<i>Orchis laxiflora</i> Lam.	24	C	P	6
<i>Orchis mascula</i> (L.) subsp. <i>mascula</i>	20	D	P	14
<i>Orchis morio</i> L. subsp. <i>morio</i>	21	D	P	1,2,3,4,6,7,9
<i>Orchis sambucina</i> L.	19	D	P	1,2,3,4,6,7,9,13
<i>Orchis provincialis</i> Balb.	20	D	P	14
<i>Orchis tridentata</i> Scop. subsp. <i>tridentata</i>	21	D	P	1,2,6,11
<i>Orchis ustulata</i> L.	20	D	P	1,2,3,4,6,7,13
<i>Parnassia palustris</i> L.	21	D	M	2,4,5,7,13
<i>Pedicularis comosa</i> L.	20	D	P	1,12,13,14
<i>Phyteuma scorzonerifolium</i> Vill.	16	E	A	Tutti
<i>Pinguicula vulgaris</i> L.	24	C	M	13
<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rchb.	22	C	P	1,2
<i>Pulmonaria apennina</i> Cristof. et Puppi	16	E	A	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14
<i>Quercus crenata</i> Lam.	15	E	P	9
<i>Robertia taraxacoides</i> (Loisel) DC.	21	D	S, A	1,2,3,5,6,8,9,10,11,13,14
<i>Scorzonera austriaca</i> Willd.	17	D	S	12,13,14
<i>Serapias vomeracea</i> (Burm.) Briq.	21	D	P	6
<i>Sesamoides pygmaea</i> Scheele O. Kuntze	20	D	S	Tutti
<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L.	21	D	P	5,6
<i>Tulipa australis</i> Link	24	C	P	12,13
<i>Viola bertolonii</i> Pio	24	C	S	1,2,3,4,12,13,14

TABELLA 3

Numero di serpentinofite (N.S.) e relativo Indice di diffusione (I.D.) per quadrato.

Number of serpentinophytes (N.S.) and their diffusion index (I.D.) in the squares.

Quadrati	N.S.	I.D.
14	9	17
2	6	14
1	6	13
13	7	12
3	7	12
8	5	11
11	5	11
9	4	10
12	6	10
6	4	9
4	5	6
7	5	6
10	3	6
5	4	4

## LETTERATURA CITATA

BARBERIS G., MARSILI S., ORSINO F. – *Stato delle conoscenze della flora del Parco Naturale di Capanne di Marcarolo (AL)*. Atti Workshop "Biodiversità vegetale in ambienti ofiolitici". Champdepraz (Aosta), 2-5 luglio 2003 (in stampa).

SELVI F., 1997 - *Rare plants on mount Amiata, Italy: vulnerability to extinction on an ecological "island"* – Biol. Conserv., 81: 257 – 266.

RIASSUNTO - Vengono prese in considerazione 2 aree all'interno del Parco Naturale Regionale delle Capanne di Marcarolo (Alessandria), rappresentative dei diversi ambienti in esso presenti. Il censimento floristico ha portato all'individuazione di 518 entità per le quali è stata individuata la distribuzione nell'ambito di 14 quadrati di 1Km di lato. Su 50 taxa, risultati per varie ragioni interessanti, è stato calcolato un indice di vulnerabilità che ha evidenziato come solo il 30% sia in situazione di rischio comunque non particolarmente elevato. La diversità vegetale nel territorio studiato risulta quindi abbastanza alta sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo.

## AUTORI

Stefano Marsili, Matteo Graziani, Giuseppina Barberis, Università di Genova, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Corso Dogali 1M, 16136, Genova

## Studi sulla biodiversità vegetale nel Parco Nazionale delle Cinque Terre

S. PECCENINI

**ABSTRACT** – *Plant biodiversity studies in the Cinque Terre National Park* - Botanical exploration's history in "Parco Nazionale delle Cinque Terre" are reported. The method of floristic cartography is used to study the biodiversity. Informations about distribution in Liguria of *Aposeris foetida* (L.) Less., *Galium verrucosum* Hudson and *Lotus subbiflorus* Lag. are provided.

*Key words:* Cinque Terre, flora

### INTRODUZIONE

Il Parco Nazionale delle Cinque Terre, istituito il 17.12.1999, si estende per circa 4200 ha in Liguria, in provincia di La Spezia fra Punta Mesco e Punta del Persico. La sua geomorfologia è determinata da un crinale secondario della dorsale appenninica che, mantenendo quote di 400-800 m, si avvicina notevolmente alla costa dando origine a ripidi pendii. Su di essi è stato costruito nei secoli il noto paesaggio terrazzato, con colture prevalentemente viticole.

### STUDI FLORISTICI

Lo studio della flora del suo territorio venne iniziato già nella prima metà dell'800: Gerolamo Guidoni, di Vernazza, fra il 1823 e il 1833 fornì a Bertoloni materiale delle Cinque Terre per la sua "Flora italica" (BERTOLONI, 1833-1854). Lo studio floristico di questo territorio venne ripreso più analiticamente nella prima metà del 1900. Hermann Christ, eminente esperto di felci di Basilea, soggiornando in riviera nel 1902, rilevò che la costa fra Sestri Levante e La Spezia ospitava un numero veramente notevole di felci rare e interessanti (CHRIST, 1902a, b); Agilulfo Preda erborizzò ripetutamente nelle Cinque Terre, ma pubblicò solo i reperti relativi all'isola Palmaria (PREDA, 1902, 1903, 1912). Nel 1898 Oreste Mattiolo incominciò ad esplorare botanicamente le Cinque Terre, continuando poi le ricerche negli anni seguenti in compagnia di altri botanici torinesi, quali Giuseppe Gola, Enrico Ferrari, Pietro Fontana ed Enrico Mussa (MATTIROLLO, 1912).

Le ricerche dei torinesi avvennero in due riprese, negli anni 1905-1913 e poi fra il 1923 e il 1934. Solo dopo la seconda guerra mondiale un altro botanico torinese, Giuseppe Ariello, terminò di studiare le rac-

colte dei suoi predecessori e diede alle stampe una "Flora delle Cinque Terre" che elenca 802 entità diverse (ARIELLO, 1957). In seguito TOSCO (1958) ne pubblicò una breve aggiunta e Caterina Chiovena Bensi fece osservazioni sulla flora ufficiale delle Cinque Terre (CHIOVENDA BENSI, 1960). Più recentemente CHIOSI (1940, 1978) e CUCCHI (1970) hanno reso noti alcuni loro reperti, mentre Marchetti ha esplorato più accuratamente il territorio del parco soprattutto per quanto riguarda le pteridofite (MARCHETTI, 1981, 1984, 1985a, b, 1994). MARIOTTI (1990) riporta per le Cinque Terre un elenco floristico di ben 952 entità; egli considera però la zona tra Levanto e Portovenere, includendo anche le isole Palmaria, Tino e Tinetto, con i confini dell'Area Protetta Cinque Terre (L. R. 12/85), quindi in senso leggermente più ampio dell'attuale Parco Nazionale.

### MATERIALI E METODI

Attualmente ricerche sulla flora vascolare del Parco Nazionale delle Cinque Terre sono state intraprese seguendo il metodo della cartografia floristica (NIKLFIELD, 1971); questo tipo di rilevamento permette di quantificare il patrimonio floristico accertando la distribuzione di ogni singolo elemento nelle unità cartografiche di riferimento. Si ha così la possibilità di misurare la biodiversità e confrontarla con quella di altre aree.

Per evidenziare la distribuzione e la tipologia della flora il territorio studiato è stato suddiviso, per mezzo di un reticolato di maglie di 1 km di lato, in quadrati per i quali è stata rilevata la presenza delle varie entità. I 70 quadrati, ottenuti partendo dal reti-



nea occidentale, è rara in Liguria occidentale e mai trovata in Liguria orientale. Secondo FIORI (1925) e PIGNATTI (1982) in Liguria è presente a Varazze. Sulle note manoscritte attribuite al Penzig, riportate sulla copia di DE NOTARIS (1844) conservata presso la biblioteca del Centro Servizi Bibliotecari B.T.M. dell'Università di Genova, la specie (sub *L. hispidus* Desf.) è citata di Porto Maurizio, Leca ed Albenga. Nessuna altra flora ligure recente riporta località di raccolta della specie, rarefatta probabilmente a causa delle pratiche di diserbo in atto negli oliveti. Nella località citata *Lotus subbiflorus* è presente con pochissimi esemplari insieme a infestanti degli oliveti quali *Bromus madritensis* L., *Chrysanthemum segetum* L., *Coleostephus myconis* (L.) Cass., *Micropyrum tenellum* (L.) Link, *Psilurus incurvus* (Gouan) Sch. et Th., *Rumex acetosa* L., *Vulpia bromoides* (L.) S. F. Gray, *Vulpia ciliata* (Danth.) Link, *Vulpia muralis* (Kunth) Nees, *Vulpia myuros* (L.) Gmelin.

*Ringraziamenti* - Si ringrazia il dott. Fulvio Dente per la collaborazione nelle raccolte.

#### LETTERATURA CITATA

- ARIELLO G., 1957 - *Flora delle "Cinque Terre" (Liguria di Levante)*. Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova, 69: 101-192.
- BERTOLONI A., 1833-1854 - *Flora italica*. Bologna.
- CHIOSI R., 1940 - *Contributo alla flora vascolare della Liguria orientale*. Typ. Valdarnese, S. Giovanni Valdarno.
- , 1978 - *Notizie botaniche relative alla zona costiera ed alle colline dell'immediato entroterra del Golfo della Spezia. Parte prima. Itinerari nel passato*, 23: 1-58. S. Giovanni Valdarno.
- CHIOVENDA BENSI C., 1960 - *Florula medicinale delle Cinque Terre*. Webbia, 15(2): 631-641.
- CHRIST H., 1902a - *Quelques remarques sur la végétation de la riviera di levante*. Bull. Soc. Bot. Ital., 1902: 38-44.
- , 1902b - *Encore quelques notices sur la végétation de la riviera di levante*. Bull. Soc. Bot. Ital., 1902: 71-73.
- CUCCHI C., 1970 - *Su una stazione di Quercus suber a Monterosso al mare (La Spezia)*. Ital. Forest. Mont., 25: 293-299.
- DE NOTARIS G., 1844 - *Repertorium florum ligusticae*. Regio Typ., Taurini.
- EHRENDORFER F., 1976 - *Galium L.* In: TUTIN *et al.* (eds.), *Flora Europaea*, 4: 14-36. Cambridge.
- FIORI A., 1923-1929 - *Nuova Flora analitica d'Italia*. Ricci, Firenze.
- MARCHETTI D., 1981 - *Note pteridologiche per la costa spezzina*. Boll. Mus. St. Nat. Lunig., 1(2): 75-82.
- , 1984 (1983) - *Note floristiche Tosco-liguri-emiliane. II. Piante indigene non frequenti nella Toscana nord-occidentale*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Ser. B, 90: 261-273.
- , 1985a - *Note floristiche Tosco-liguri-emiliane. I. Piante indigene, nuove o rare per le coste spezzine*. Lav. Soc. Ital. Biogeogr., n.s., 9: 135-153.
- , 1985b - *Note floristiche Tosco-liguri-emiliane. III. Pteridofite interessanti della provincia di La Spezia*. Boll. Mus. St. Nat. Lunig., 3: 37-49.
- , 1994 (1989) - *Note su alcune pteridofite di area ligure nuove o rare per l'Italia*. Mem. Acc. Lunig. Sci. "Giovanni Capellini", 59: 127-147.
- MARIOTTI M., 1990 - *Cinque Terre. Guida all'area protetta*. Musumeci, Aosta.
- MATTIROLO O., 1912 - *Risultati delle erborizzazioni nelle 5 Terre studiati in rapporto all'efficacia del fattore antropico*. Bull. Soc. Bot. Ital., 19: 243-250.
- NIKLFIELD H., 1971 - *Bericht über die kartierung der flora mitteleuropas*. Taxon, 20: 545-571.
- PIGNATTI S., 1982 - *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna.
- PRED A., 1902 - *Sulla flora della Palmaria*. Bull. Soc. Bot. Ital., 1902: 115-118.
- , 1903 - *Materiali per una flora della Palmaria*. N. Giorn. Bot. Ital., n.s., 10: 333-355.
- , 1912 - *Da quale epoca il Nerium oleander L., e il Rosmarinus officinalis L. non esistono più allo stato spontaneo nella regione delle Cinque Terre*. Bull. Soc. Bot. Ital., 1912: 54-57.
- TERZO V., VALCUVIA PASSADORE M. G., 1977 - *Flora della valle del torrente Caramagna (Porto Maurizio - Liguria occidentale)*. Atti Ist. Bot. Lab. Critt. Univ. Pavia, (6)12: 31-122.
- TOSCO U., 1958 - *Contributo alla conoscenza della flora delle "Cinque Terre"*. Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova, 70: 1-7.

RIASSUNTO - Viene tratteggiata la storia dell'esplorazione floristica nel Parco Nazionale delle Cinque Terre. Viene descritta la metodologia di studio della biodiversità mediante cartografia floristica. Vengono forniti dati sulla distribuzione in Liguria di *Aposeris foetida* (L.) Less., *Galium verrucosum* Hudson e *Lotus subbiflorus* Lag.

#### AUTORE

Simonetta Peccenini, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova, Corso Dogali 1/M, 16136 Genova