

SOCIETÀ BOTANICA ITALIANA ONLUS

GRUPPO PER LA BRIOLOGIA

V^a RIUNIONE SCIENTIFICA

SU

ASPETTI CITOLOGICI, ECOLOGICI E FITOGEOGRAFICI
DELLE BRIOFITE

Catania
18 giugno 2004

PREMESSA

Il 18 giugno 2004, presso il Dipartimento di Botanica dell'Università di Catania, si è tenuta la V Riunione Scientifica del Gruppo per la Briologia, nella quale si è riferito sugli aspetti citologici, ecologici e fitogeografici delle Briofite. L'ampiezza del tema ha consentito la partecipazione di una vasta fascia di briologi che hanno presentato comunicazioni relativamente alle loro diverse specialità con interscambio di idee, opinioni, suggerimenti e con fattiva discussione conclusiva.

Prima di dare l'avvio alle comunicazioni, il Coordinatore Michele Aleffi ha presentato il volume speciale di "Braun-Blanquetia" (34, 2004) dal titolo "Studi Briologici in onore di Carmela Cortini Pedrotti" che ha voluto rappre-

sentare un omaggio alla carriera accademica della professoressa Cortini. Il volume raccoglie 26 contributi di briologi sia italiani che stranieri, nei diversi settori della Briologia dalla floristica alla ecologia, dalla fitogeografia alla fitosociologia.

Nella Riunione scientifica sono state presentate 13 comunicazioni, di cui a seguire vengono presentate le note *in extenso* pervenute al Coordinatore; le altre saranno pubblicate altrove.

Catania, 11 Ottobre 2005

[a cura di M. PRIVITERA]

Analisi preliminare della diversità briofitica nei principali habitat della Sicilia

P. CAMPISI, M.G. DIA e P. AIELLO

ABSTRACT — *A preliminary analysis of the bryophyte diversity in main habitats of Sicily* — Bryofloristic richness and incidence of exclusive and rare bryophytes in main habitats of Sicily are analysed on the base of literature data. The greatest richness has been found in maquis and garigues (169 taxa), but considerable is also the number of taxa recorded in urban areas (147, excluding parks and main gardens) and, as to forest formations, in beechwoods (113 taxa). Peatlands have the most characteristic bryoflora, showing the highest incidence of exclusive taxa (86,6 %). Rare taxa reach 50% of bryoflora in cacuminal shrubberies and 23,7 % in fumaroles, habitats restricted on the Sicilian landscape. Several habitats, among which nearly all of agricultural systems, are unknown from bryological point of view, and other require further investigations to improve the knowledge on the Sicilian bryophyte flora.

Key words: bryophyte diversity, Sicily

PREMESSA

Sebbene nel tempo le attività umane abbiano trasformato gran parte del territorio in una moltitudine di paesaggi a vario grado antropizzati, la Sicilia mostra ancora oggi, come anche recentemente sottolineato da RAIMONDO (2004), una notevole diversità di ambienti di interesse naturalistico ed ospita una ricca e interessante flora sia fanerogamica che crittogamica.

Facendo riferimento in particolare alla componente briofitica, si rileva una notevole consistenza e diversificazione sia dal punto di vista floristico che vegetazionale, come messo in luce da numerosi lavori che hanno fornito anche dati relativi ai caratteri ecologici e corologici oltre che sullo stato delle conoscenze nei diversi settori geografici e amministrativi dell'Isola (DIA *et al.*, 1985; 1987; DIA, NOT, 1991; RAIMONDO, DIA, 1997; PRIVITERA, PUGLISI, 2004). In questo contributo viene, invece, effettuata una prima analisi dei dati finora noti per i diversi habitat, con lo scopo di valutarne ricchezza floristica, peculiarità e interesse nonché di individuare quelli poco studiati o totalmente inesplorati.

MATERIALI E METODI

L'analisi è stata condotta sulla base dei dati di letteratura su un complesso di 610 taxa.

Con il termine di habitat ci si riferisce più specificamente ai mesohabitat non essendo stati considerati nell'ambito di questi i microhabitat la cui diversità

briofitica potrà essere oggetto di future indagini.

Per valutazioni di sintesi sulle tipologie degli habitat dei quali sono stati reperiti dati in letteratura, questi sono stati riuniti nei seguenti 6 gruppi principali:

- habitat delle formazioni forestali (querceti sempreverdi, querceti caducifogli, boschi a rovere e agrifoglio, faggeti, boschi naturali di conifere, castagneti, impianti artificiali di conifere);
- habitat delle formazioni erbacee e arbustive (praterie xeriche, praterie mesofile, pascoli xerici, pascoli mesofili, macchie e garighe, arbusteti cacuminali, radure e margini di boschi, rupi e scarpate xeriche, rupi e scarpate mesofile, brecciai e ghiaioni, litorali, margini di strade);
- habitat con prevalenza di comunità crittogamiche (grotte, colate laviche recenti);
- habitat umidi (corsi e specchi d'acqua, sfagneti e paludi, valloni, fumarole, ambienti salmastri, stillicidi e cascate);
- habitat delle aree edificate (città, piccoli centri urbani e aree suburbane, siti archeologici);
- habitat delle colture (oliveti, agrumeti, nocciolati, frassineti, parchi e giardini, colture varie).

Gli habitat di macchia e di gariga sono stati considerati insieme per la difficoltà di separare i dati di letteratura e nella considerazione che, comunque, gli ambienti di macchia in Sicilia sono in genere più o meno degradati. Si ritiene opportuno inoltre precisare che i parchi e giardini urbani di notevoli dimen-

sioni sono stati analizzati unitamente a quelli extraurbani, che con il termine sfagneti ci si riferisce ad ambienti umidi di dimensioni molto ridotte con piccole comunità a sfagni, che le cascate in Sicilia sono sempre di altezza e portata molto modeste e che l'habitat indicato come "colture varie" riunisce i dati genericamente riferiti ai campi coltivati.

Per le elaborazioni relative ai taxa rari ci si è riferiti a quelli riportati in CAMPISI *et al.* (2003); per i taxa non più ritrovati in Sicilia dopo il 1950 a ALEFFI, SCHUMACKER (1995) e a CORTINI PEDROTTI (2001). Il complesso dei dati è stato oggetto di elaborazioni mediante un data base in ambiente Microsoft® Access.

RISULTATI

I dati reperiti in letteratura hanno consentito di riferire i taxa della brioflora siciliana a 36 differenti habitat, per i quali è stata calcolata la ricchezza floristica, l'incidenza di taxa esclusivi e di taxa rari in Sicilia.

Con riferimento agli habitat delle formazioni forestali, l'analisi della ricchezza floristica di ciascun habitat ha evidenziato che la più elevata diversità specifica ed infraspecifica si registra nei faggeti, nei quali sono stati rilevati 113 taxa (Fig. 1). Inaspettatamente molto elevato è anche il numero complessivo di taxa (102) segnalati negli impianti artificiali di conifere. Riguardo a questi è opportuno però precisare che le briofite sono state rinvenute prevalentemente in alcune aree boscate di antico impianto, nelle quali si

osservano processi molto avanzati di rinnovazione naturale e ricolonizzazione da parte delle specie autoctone, mentre nella maggior parte degli altri casi si tratta di habitat alquanto poveri. I querceti caducifogli e quelli sempreverdi mostrano valori di ricchezza floristica alquanto significativi (90 e 87 taxa rispettivamente); meno consistenti risultano, invece, le flore briofitiche dei castagneti (50 taxa). Riguardo ai valori molto bassi riscontrati per i boschi di rovere e agrifoglio e i boschi naturali di conifere, in base all'esame dei dati di letteratura, si ritiene siano da attribuire piuttosto ad una insufficiente conoscenza delle rispettive brioflore per l'assenza di lavori specifici su questi habitat.

I risultati di questa analisi sulla ricchezza floristica degli habitat forestali sono essenzialmente determinati dalla componente muscinale, mentre andamenti differenti si registrano per le epatiche che sono maggiormente rappresentate nei querceti sempreverdi e nelle formazioni forestali artificiali (18 taxa in entrambi) rispetto ai faggeti (11 taxa).

Riguardo agli habitat delle formazioni erbacee ed arbustive si registrano in alcuni casi valori straordinariamente alti di ricchezza floristica; la più alta diversità si raggiunge negli ambienti di macchia e di gariga (169 taxa), seguiti da quelli delle rupi e scarpate mesofile (124 taxa) (Fig. 2). Entrambi questi habitat si caratterizzano inoltre per l'elevato numero di epatiche che ospitano (43 taxa). Anche le rupi e scarpate xeriche, con un totale di 92 taxa, risultano essere piuttosto ricche in briofite ed in generale si

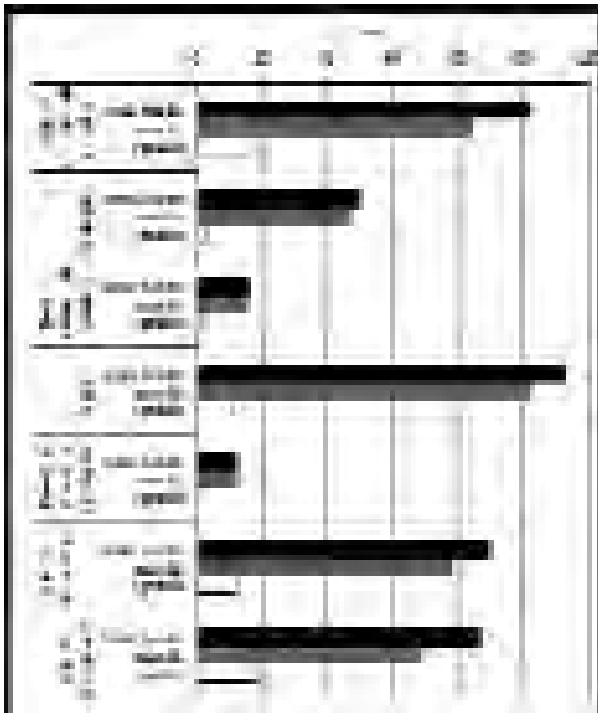


Fig. 1
Ricchezza briofloristica degli habitat delle formazioni forestali.
Bryofloristic richness in the habitats of forest formations.

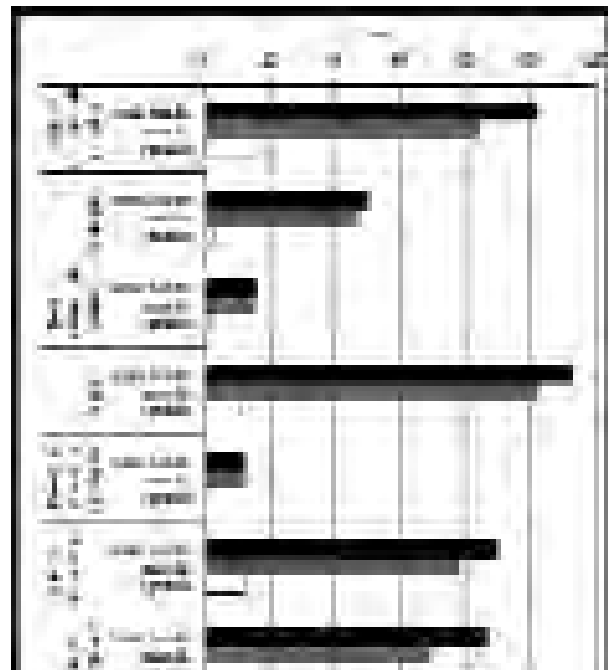


Fig. 2
Ricchezza briofloristica degli habitat delle formazioni erbacee ed arbustive.
Bryofloristic richness in the habitats of herbaceous and shrubby formations.

osserva che buona parte degli habitat di questo gruppo presenta valori mediamente elevati di consistenza briofloristica che superano spesso i 50 taxa.

Con riferimento agli ambienti dominati da vegetazione crittogamica, è opportuno sottolineare che essi sono in generale poco rappresentati in Sicilia rispetto ai gruppi precedenti. I dati reperiti in letteratura riguardano esclusivamente le colate laviche recenti dell'Etna, per le quali sono riportati 30 taxa, e le grotte, anch'esse prevalentemente rappresentate sull'Etna, che, considerata la loro limitata estensione, ospitano una brioflora indubbiamente alquanto ricca costituita da 100 taxa, dei quali 89 muschi ed 11 epatiche (Fig. 3).

Negli habitat umidi, certamente tra quelli più interessanti in Sicilia per il loro valore ambientale e naturalistico, non si raggiungono valori particolarmente elevati di ricchezza floristica. Si tratta tuttavia, secondo quanto viene confermato anche dalla presente analisi, di habitat molto rilevanti dal punto di vista briologico, che presentano, come verrà meglio precisato più avanti, flore peculiari e con un'alta incidenza di taxa rari.

La maggiore ricchezza floristica con riferimento sia ai muschi che alle epatiche è da riferire all'habitat di stillicidi e cascate (88 taxa) e in misura di poco inferiore a quello degli sfagneti e paludi (80 taxa) e a quello dei corsi e specchi d'acqua (77 taxa) (Fig. 4). Valori più bassi si registrano per i valloni (28 taxa) e per gli habitat molto localizzati e selettivi delle fumarole (38 taxa) e degli ambienti salmastri (8 taxa).

Per quanto attiene alle aree edificate, la Fig. 5 mostra che negli ambienti urbani è noto un numero particolarmente elevato di taxa (147); ciò è dovuto sia alla ricchezza che alla diversificazione delle flore delle città siciliane, messe in evidenza da una recente analisi comparativa delle brioflore di ambienti urbani dell'area mediterranea (DIA *et al.*, 2003). In questo gruppo di habitat è da sottolineare altresì la ricchezza floristica dei siti archeologici, i quali, nonostante siano stati oggetto finora soltanto di indagini sulle briofite epilittiche che causano degrado ai manufatti

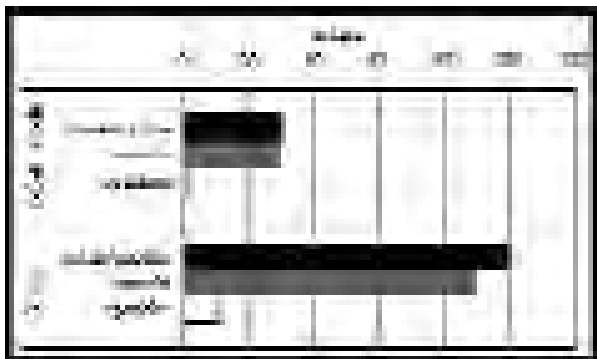


Fig. 3
Ricchezza briofloristica degli habitat con prevalenza di comunità crittogamiche.
Bryofloristic richness in the habitats characterized by a cryptogamic vegetation.

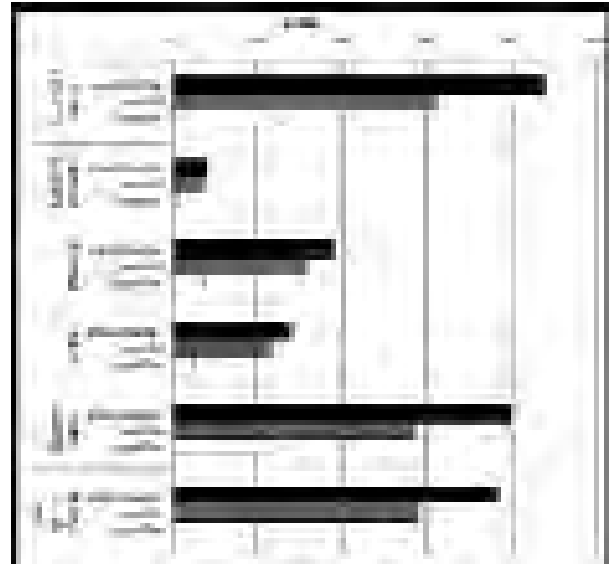


Fig. 4
Ricchezza briofloristica degli habitat umidi.
Bryofloristic richness in the humid habitats.



Fig. 5
Ricchezza briofloristica degli habitat delle aree edificate.
Bryofloristic richness in the habitats of built areas.

(GUELI *et al.*, 2005), presentano una flora che consiste di 82 taxa.

Nell'ambito dei sistemi colturali esiste allo stato attuale un significativo divario tra lo stato delle conoscenze relative da una parte a parchi e giardini e dall'altra a tutti gli agroecosistemi. Dall'analisi, infatti, emerge che indubbiamente i contesti agrari sono ancora poco studiati dal punto di vista briofloristico e per di più gli esigui dati che si posseggono spesso non sono riferiti a sistemi colturali ben precisi. L'habitat dei parchi e giardini presenta, invece, una flora molto ricca (106 taxa) costituita da 86 muschi e 20 epatiche (Fig. 6).

Per avere un quadro d'insieme della ricchezza floristica dei diversi tipi di habitat, sono state inoltre calcolate e messe a confronto le consistenze floristiche

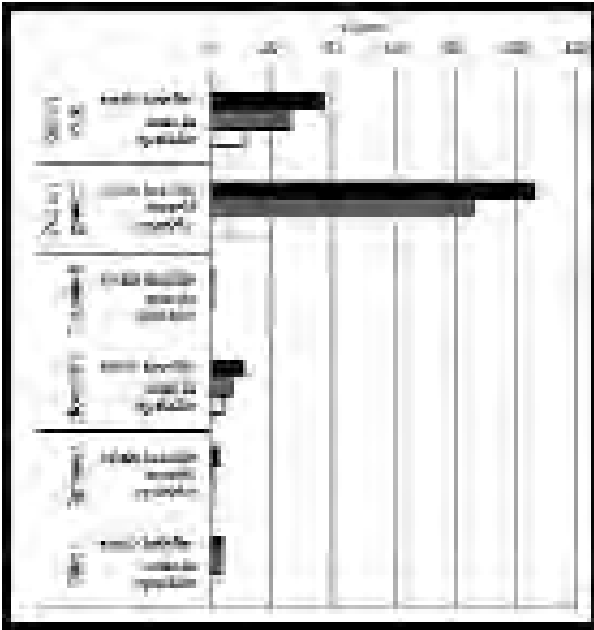


Fig. 6
Ricchezza briofloristica degli habitat delle colture.
Bryofloristic richness in the habitats of cultivated areas.

complessive di ciascun gruppo di habitat. Come si osserva in Fig. 7 gli habitat erbacei ed arbustivi sono quelli che complessivamente ospitano il più alto numero sia di epatiche (70 taxa) che di muschi (267 taxa) con un totale di 337 taxa briofitici, che costituiscono più della metà della brioflora siciliana. Seguono le formazioni forestali con 261 taxa e gli ambienti umidi con 199. La differenza nel numero di taxa tra questi due gruppi di habitat è da attribuire alla diversa consistenza della componente muscinale che è più ricca nelle formazioni forestali, mentre ugualmente rappresentata in entrambi i tipi di habitat è la componente epaticologica (47 taxa) che negli habitat umidi costituisce quasi un quarto della brioflora. Nell'ambito degli habitat antropici si registrano valori significativi di consistenza briofloristica nelle aree edificate (177 taxa), dove comunque si osserva una relativa povertà della componente epaticologica.

È interessante sottolineare che mentre dall'esame dei singoli habitat l'ambiente delle macchie e garighe – in assoluto il più ricco in taxa – è seguito da quello urbano, dall'analisi d'insieme emerge invece che dopo le formazioni erbacee ed arbustive sono le formazioni forestali e gli ambienti umidi i tipi di habitat più ricchi e non già le aree edificate.

Al fine di fornire ulteriori dati di valutazione della diversità briofitica dei differenti habitat siciliani, è stata calcolata, inoltre, l'incidenza percentuale in ciascuno di essi dei taxa esclusivi e dei taxa rari in Sicilia. I risultati, illustrati in Fig. 8, indicano che sfagneti e paludi, arbusteti cacuminali, nonché ambienti salmastri e fumarole, che in generale, come detto, non presentano flore particolarmente ricche, sono habitat

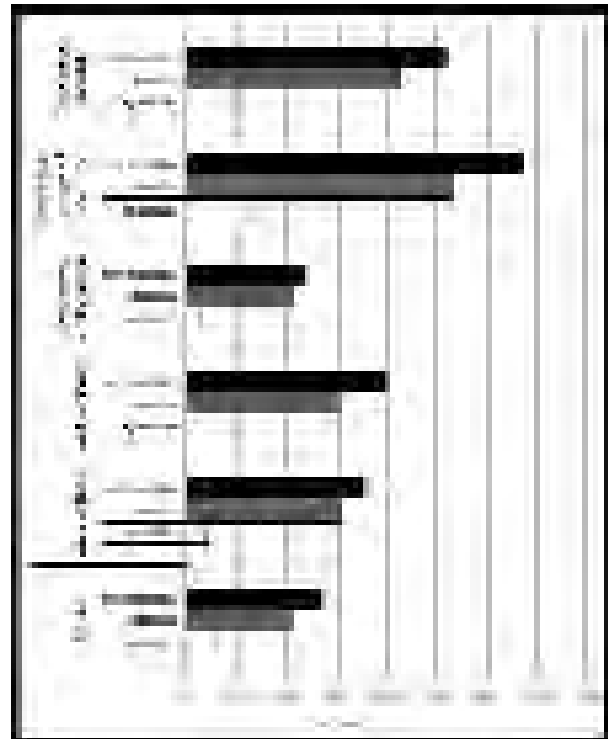


Fig. 7
Ricchezza briofloristica delle diverse tipologie di habitat.
Bryofloristic richness in each type of habitats.

molto peculiari. Infatti in questi ambienti le incidenze percentuali dei taxa esclusivi sono pari rispettivamente al 86,6 %, 85,7 %, 33,3 % e 18,4 %. Tra di essi arbusteti cacuminali, fumarole, nonché sfagneti e paludi si caratterizzano anche per l'alta incidenza di taxa rari (nell'ordine 50 %, 23,7 % e 20%). Inoltre elevate percentuali di taxa rari si osservano negli habitat delle colate laviche e dei boschi naturali di conifere (20 % in entrambi). Al contrario, ambienti quali le praterie, le macchie e garighe, i pascoli o i contesti urbani e suburbani, per quanto ricchi in specie, ospitano flore più banali, per lo più costituite da taxa ad ampia diffusione.

Oltre che fornire dati di diversità briofitica, l'indagine condotta ha consentito anche di acquisire dati sul grado di conoscenza dei differenti habitat del territorio siciliano. Come si evince anche da quanto riportato finora, infatti, alcuni habitat sono risultati ad oggi poco studiati dal punto di vista briofloristico; è il caso dei querceti a rovere e agrifoglio, dei boschi naturali di conifere e di alcuni coltivi quali i frassineti, gli agrumeti e gli oliveti. Inoltre è risultato che alcuni habitat non sono mai stati esplorati. Si tratta, tra le formazioni forestali naturali, dell'habitat molto peculiare e localizzato delle ripisilve e, tra quelle artificiali, degli eucalitteti che sono molto rappresentati nel territorio siciliano. Nessun dato è altresì emerso per alcune colture, quali i vigneti, le colture orticole e i seminativi, nonostante la loro diffusione molto ampia in Sicilia.

I risultati ottenuti forniscono inoltre un utile orien-

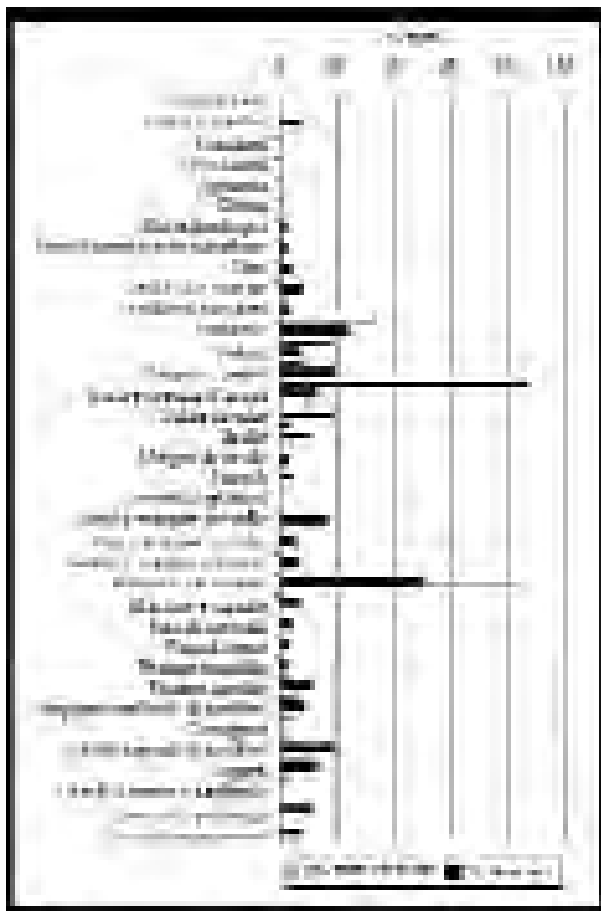


Fig. 8
Incidenza percentuale dei taxa rari ed esclusivi in ciascun habitat.
Percentage of rare and exclusive taxa in each habitat.

tamento per future ricerche da rivolgere a specifici taxa non più ritrovati in Sicilia dopo il 1950 e a taxa ad oggi poco noti in Sicilia ma diffusi in area mediterranea, come alcune briofite dell'ambiente urbano. Gli habitat verso i quali rivolgere tale attenzione sono elencati in Tab. 1.

CONCLUSIONI

Nel complesso l'analisi ha evidenziato che in Sicilia l'habitat in assoluto più ricco in taxa, sia di muschi che di epatiche, è quello delle macchie e garighe, in accordo con quanto è stato evidenziato da studi sulla flora vascolare in altre aree della regione mediterranea (Francia meridionale) che riportano per ambienti disturbati quali le garighe valori di ricchezza specifica maggiori rispetto agli altri habitat (PIGNATTI, 1987).

Similmente, gli ambienti urbani accolgono in Sicilia un numero straordinariamente elevato di taxa. Le brioflore di questi habitat, così come quelle delle garighe, tuttavia, sono costituite per lo più da specie ad ampia diffusione nell'Isola, mentre i taxa più interessanti si trovano negli habitat più selettivi e meno ricchi.

TABELLA 1

Habitat nei quali effettuare ricerche per particolari taxa.
Habitats requiring investigations for particular taxa.

Habitat	A	B
Faggeti	8	-
Querceti caducifogli	4	2
Querceti sempreverdi	1	2
Boschi a rovere e agrifoglio	1	-
Boschi naturali di conifere	1	-
Impianti forestali artificiali	1	2
Macchie e garighe	6	7
Pascoli mesofili	5	2
Praterie mesofile	1	-
Radure e margini di boschi	3	2
Rupi e scarpate mesofile	14	-
Rupi e scarpate xeriche	6	5
Litorali	-	2
Margini di strade	2	3
Colate laviche	5	4
Grotte	3	-
Sfagneti e paludi	8	-
Corsi e specchi d'acqua	5	2
Stillicidi e cascate	3	-
Città	2	8
Piccoli centri urbani e aree suburbane	2	3
Siti archeologici	-	4
Parchi e giardini	3	8

A: numero di taxa non più ritrovati in Sicilia dopo il 1950.

B: numero di taxa poco noti in Sicilia ma diffusi nella regione mediterranea.

Dall'analisi, nel contempo, emerge che ambienti di maggior valore naturalistico, quali quelli delle formazioni forestali, pur non presentando singolarmente flore particolarmente consistenti, sono nel loro complesso un gruppo di habitat più ricco di quello delle aree edificate.

Certamente significativo appare il divario tra le conoscenze relative ai sistemi naturali o seminaturali e quelli più o meno fortemente antropizzati, soltanto da alcuni anni oggetto di ricerche briofloristiche. In particolare, richiederebbero ulteriori studi i sistemi colturali che, pur costituendo una componente significativa del territorio siciliano, sono pressoché del tutto sconosciuti dal punto di vista briologico. L'indagine ha fornito infine dati utili ad orientare le ricerche future al fine di accertare la presenza e la distribuzione di specifici taxa e migliorare le conoscenze sull'intera brioflora siciliana.

Ringraziamenti – Un sentito ringraziamento al prof. Francesco Maria Raimondo per gli utili suggerimenti forniti.

Lavoro effettuato con fondi dell'Ateneo di Palermo (ex quota 60%).

LETTERATURA CITATA

- ALEFFI M., SCHUMACKER R., 1995 – *Check-list and red-list of the liverworts (Marchantiophyta) and hornworts (Anthocerotophyta) of Italy*. Fl. Medit., 5: 73-161.
- CAMPISI P., AIELLO P., DIA M.G., 2003 – *A preliminary Red List of Sicilian bryophytes*. Proc. International Seminar on The Harmonization of Red Lists for threa-

- tened species in Europe. Leiden, 27-28 November 2002: 241-275.
- CORTINI PEDROTTI C., 2001 – *New Check-list of the Mosses of Italy*. Fl. Medit., 11: 23-107.
- DIA M. G., LO GIUDICE R., PRIVITERA M., 2003 – *Diversité bryophytique dans des aires urbaines de la Sicile*. Bocconea, 16: 115-132.
- DIA M. G., MICELI G., NOT R., 1985 – *Check-list delle Epatiche note in Sicilia*. Webbia, 39(1): 163-177.
- DIA M. G., MICELI G., RAIMONDO F. M., 1987 – *Check-list dei muschi noti in Sicilia*. Webbia, 41(1): 61-123.
- DIA M. G., NOT R., 1991 – *Chorological and ecological analysis of the bryophyte flora in Sicily*. Fl. Medit., 1: 143-156.
- GUELI L., LO GIUDICE R., DIA M. G., CAMPISI P., 2005 – *Biodeteriogeni vegetali (Tracheofite, Briofite) in siti archeologici e complessi monumentali della Sicilia*. Inform. Bot. Ital., 37 (1, parte A): 82-83.
- PIGNATTI S., 1987 – *The relationships between natural vegetation and social system in the Mediterranean basin*. In: MIYAWAKI A. et al. (eds.), *Vegetation ecology and creation of new environments*: 35-45. Tokai Univ. Press, Tokyo.
- PRIVITERA M., PUGLISI M., 2004 – *La vegetazione briofitica della Sicilia*. Braun Blanquetia, 34: 129-141.
- RAIMONDO F. M., 2004 – *Landscape and floristic features of Sicily*. Bocconea, 17: 55-64.
- RAIMONDO F. M., DIA M. G., 1997 – *Nouvel inventaire de la bryoflore sicilienne, actualisé sur la base de contributions récentes*. Bocconea, 5: 885-894.

RIASSUNTO – Sono illustrati i risultati di una analisi, condotta sulla base dei dati di letteratura, della ricchezza briofloristica e della incidenza dei taxa esclusivi e dei taxa rari nei differenti habitat della Sicilia. La più alta ricchezza floristica è stata riscontrata nell'habitat delle macchie e garighe (169 taxa) ma considerevole è anche il numero di taxa delle aree urbane (147, escludendo i parchi e i giardini) e, tra le formazioni forestali, dei faggeti (113 taxa). Sfagneti e paludi presentano la brioflora più peculiare, con la più alta incidenza di taxa esclusivi (86,6%), mentre gli arbusteti cacuminali e le fumarole, ospitano le brioflore che hanno le più alte percentuali di taxa rari (50% e 23,7% rispettivamente). Alcuni habitat, tra i quali molti dei sistemi culturali, risultano essere poco conosciuti dal punto di vista briologico ed altri richiederebbero ulteriori ricerche per migliorare la conoscenza della flora briofitica siciliana nel suo complesso.

AUTORI

Patrizia Campisi, Maria Giovanna Dia, Paola Aiello, Dipartimento di Scienze Botaniche, Università di Palermo, Via Archirafi 38, 90123 Palermo, e-mail: mgdia@unipa.it.

Su alcuni nuovi o interessanti reperti della brioflora sarda

A. COGONI, C. ADAMO e F. FLORE

ABSTRACT - *On some new and interesting findings of Sardinian bryoflora* – On the findings of six bryophytes new to Sardinia [*Cryphaea heteromalla* (Hedw.) D. Mohr, *Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp., *Pseudotaxiphyllum elegans* (Brid.) Z. Iwats., *Fissidens fontanus* (La Pyl.) Steud., *Grimmia hartmanii* Schimp., *Tortula israelis* Bizot & Bilewsky], some of them very interesting from the phytogeographical point of view, is herein reported. The presence of *Petalophyllum ralfsii* (Wilson) Nees & Gottsche a liverwort accounted as doubt by Bischler, Jovet-ast (1973) is confirmed. Data about chorology and ecology of species are also given. The increase of bryological patrimony relative to the last 12 years is besides reported.

Key words : bryophytes, distribution, ecology, Sardinia

INTRODUZIONE

L'ultima analisi relativa allo stato delle conoscenze sulla brioflora sarda risale ad un lavoro di COGONI *et al.* (1999) che, rifacendosi alle check-lists di CORTINI PEDROTTI (1992) e ALEFFI, SCHUMACKER (1995), riferisce sulla presenza in Sardegna di 479 entità, di cui 393 *Musci*, 84 *Hepaticae* e 2 *Anthocerotae*.

Successivamente il ritrovamento di *Acaulon fontique-rianum* Casas & Sérgio (COGONI, SCRUGLI, 2000) nell'Isola dei Cavoli si è rivelato di notevole interesse fitogeografico poiché ne ridefinisce l'areale di distribuzione nel bacino del Mediterraneo, in quanto rappresenta un ponte tra la Sicilia, il Mediterraneo occidentale e le aree atlantiche. Conferma, inoltre, l'ecologia della specie connessa ad habitats aridi e degradati, con suoli rimaneggiati da pregresse attività agricole e pastorali, e attualmente interessati dalla pressione turistica.

Due nuove entità per la Sardegna sono state reperite anche nell'Isola di Serpentara (COGONI *et al.*, 2000) mentre le ricerche sul Monte Limbara (COGONI *et al.*, 2002) hanno portato al ritrovamento di ben 8 muschi e 7 epatiche nuove per l'Isola oltre alla conferma della presenza di 5 epatiche ritenute dubbie da BISCHLER, JOVET-AST (1973).

Al 2002 quindi il contingente briofitico ammontava a 504 entità: 406 *Bryophyta*, 94 *Marchantiophyta* e 4 *Anthocerotophyta*.

In questa nota si riferisce su 6 *Bryophyta* nuove per la brioflora sarda, alcune delle quali di notevole interesse fitogeografico e si conferma la presenza di *Petalophyllum ralfsii* (Wilson) Nees & Gottsche, un'epatica ritenuta dubbia nell'Isola da BISCHLER,

JOVET-AST (1973).

Si riporta inoltre un elenco di 17 muschi la cui segnalazione, secondo le check-lists (CORTINI PEDROTTI 1992, 2001a), risultava precedente al 1950 e che sono state reperite dagli Autori anche durante recenti indagini floristiche.

Di seguito vengono riportate le schede delle specie con informazioni relative alla distribuzione (DÜLL, 1983, 1984, 1985, 1992), all'ecologia (DIEREN, 2001) e alle caratteristiche degli ambienti di raccolta in Sardegna.

Cryphaea heteromalla (Hedw.) D. Mohr

È una specie che predilige cortecce porose e capaci di trattenere l'acqua, con un pH da moderatamente acido a subneutro, in situazioni sia esposte che ombreggiate e in ambienti mesotermi fino a moderatamente termofili. Moderatamente nitrofila e alotollerante, viene indicata come specie sensibile all'inquinamento atmosferico. In Sardegna è stata raccolta alla base di *Quercus suber* L. ad Assai (Neoneli, Oristano) con *Syntrichia virescens* (De Not.) Ochyra e *Tortula subulata* Hedw.; su *Quercus ilex* L. nel Monte Maggiore (Arbus, Cagliari) insieme a *Hypnum resupinatum* Taylor, *Metzgeria furcata* (L.) Dumort., *Neckera pumila* Hedw., *Syntrichia virescens* e *Orthotrichum* sp.; in entrambi i casi in leccete ben conservate. È stata reperita anche su *Salix purpurea* L. lungo il Riu Perda Melas (Villa San Pietro, Cagliari), con *Frullania dilatata* (L.) Dumort., *Leptodon smithii* (Hedw.) Weber & D. Mohr e *Orthotrichum diaphanum* Brid.; questo albero è stato

recentemente abbattuto durante i lavori di costruzione di una diga.

Si tratta di una specie oceanico-mediterranea ma con distribuzione prevalentemente oceanica (SÉRGIO *et al.*, 1990); ampiamente diffusa in Italia (CORTINI PEDROTTI, 2001a), a livello mondiale è presente nell'Europa Centrale, Occidentale e Meridionale, Canarie, Madeira e America del Nord.

Dicranella heteromalla (Hedw.) Schimp.
[syn.: *Dicranum heteromallum* Hedw.]

Dicranella heteromalla appartiene al corotipo temperato, predilige substrati acidi, in habitat da moderatamente ombreggiati a moderatamente esposti e mesici. È prevalentemente terricola, frequente su suoli disturbati, occasionale su legno marcescente, rocce argillose e detriti lungo sentieri; si tratta infatti di una specie con strategia di vita *colonist* (DURING, 1979). In Sardegna è stata raccolta su una scarpata lungo un sentiero ai bordi di una lecceta in località Assai (Neoneli, Oristano).

In Italia è presente quasi ovunque ed è largamente diffusa anche a livello mondiale.

Pseudotaxiphyllum elegans (Brid.) Z. Iwats.
[syn.: *Isopterygium elegans* (Brid.) Lindb., *Plagiothecium elegans* (Brid.) Schimp.]

Specie mesofila, che predilige substrati acidi e ombreggiati, tipica di rocce con humus o superfici nude, è occasionale su ceppi marcescenti alla base di tronchi d'albero. A conferma di ciò è stata ritrovata su metaquarziti acide paleozoiche in anfratti rocciosi con elevata inclinazione e umidità a Punta Su Aingiu Mannu (Capoterra, Cagliari). Si tratta di una specie suboceanica in Italia rinvenuta in Piemonte, Trentino Alto Adige, Toscana, Abruzzo, Sicilia e Calabria. È largamente distribuita in Europa ed è presente anche in Macaronesia, N America, NE, E e C Asia, Melanesia, Micronesia e Polinesia.

Fissidens fontanus (La Pyl.) Steud.

[syn.: *Fontinalis juliana* Savi, *Octodiceras julianum* Brid., *Conomitrium julianum* Mont., *F. julianus* (Cand.) Schimp., *Octodiceras fontanum* (Bach. Pyl.) Lindb.]

Fissidens fontanus è una specie tipica di pietre e pareti di fontane, bordi di corsi d'acqua; da galleggiante a sommersa, predilige acque lente e non inquinate e decresce in acque eutrofizzate. Talvolta può essere reperita in acque salmastre. In Sardegna è stata ritrovata in un lavatoio di cemento lungo il Rio Cispiri (Tramatza, Oristano). È una specie submediterranea, abbastanza diffusa in Europa mentre in Italia le segnalazioni più recenti risultano essere quella per la Toscana e per la Sicilia (PRIVITERA, PUGLISI, 1994), le altre sono tutte antecedenti al 1950 (CORTINI PEDROTTI, 2001a). Se il ritrovamento in Sicilia estendeva l'area di distribuzione della specie alle regioni centro-mediterranee (PRIVITERA, PUGLISI, 1994) la sua presenza in Sardegna ne è un'ulteriore conferma.

Grimmia hartmanii Schimp.

[syn.: *Dryptodon hartmanii* (Schimp.) Limpr.]

Presente in Sardegna secondo la check-list dei muschi del 1992, poiché segnalata da CORTINI PEDROTTI (1966) per il Monte Fumai (Supramonte di Baunei), scompare nella check-list del 2001 in quanto il campione è stato revisionato dallo stesso Autore come *Grimmia trichophylla* Grev. *Grimmia hartmanii* è stata reperita su roccia granitica ai bordi della lecceta di Assai (Neoneli, Oristano), in condizioni prevalentemente ombreggiate. Specie subboreale-montana, la cui distribuzione comprende l'Italia centro-settentrionale, la Calabria e la Sicilia; è diffusa in Europa e a livello mondiale in Asia, N Africa e N America.

Tortula israelis Bizot & Bilewsky

[syn.: *T. muralis* Hedw. var. *israelis* (Bizot & F. Bilewsky) Bizot, *T. muralis* Hedw. var. *baetica* Casas & Oliva, *T. baetica* (Casas & Oliva) J. Guerra & Ros]

Si tratta di una specie con areale ricadente nel bacino del Mediterraneo (Italia, Israele, Cipro, Turchia, Spagna), con sporadiche segnalazioni in alcune aree oceaniche della Spagna (Fig. 1).

Descritta nel 1955 come *Tortula israelis* (BILEWSKY, NACHMONY, 1955), è stata abbassata nell'anno successivo a rango di varietà [*T. muralis* Hedw. var. *israelis* (Bizot & F. Bilewsky) Bizot] (BIZOT, 1956) e solo di recente è stata rivalutata la sua autonomia specifica (CANO *et al.*, 1996). Morfologicamente è molto simile a *Tortula muralis* Hedw. con la quale vive e dalla quale si distingue per la presenza di mammille o papille di forma cilindro-conica, ben visibili nella sezione trasversale della foglia. Sulla sua ecologia si sa ancora poco; è stata campionata su suolo, muri e rocce in ambienti nitrofilo, nel piano planiziario (CORTINI PEDROTTI, 2001b). In Sardegna è stata reperita all'Isola dell'Asinara (Porto Torres, Sassari), presso Cala d'Oliva nelle fessure della pavimentazione dei cortili; nei colli di Cagliari (San Michele, Buoncammino, Sant'Elia) sia su roccia che su terra; a Capo Carbonara (Villasimius, Cagliari) su roccia con accumulo di terra. I campioni sono stati raccolti sempre in ambienti costieri e soleggati. In Italia è segnalata per il Lazio (OLIVA, 1999) e la Sicilia (AIELLO DIA, 2000; GUELI *et al.*, 2001), raccolta in



Fig. 1

Distribuzione di *Tortula israelis* nel bacino del Mediterraneo.

Distribution of *Tortula israelis* in the Mediterranean basin.

entrambi i casi in aree urbane.

Il ritrovamento della specie in diverse aree della Sardegna conferma l'ipotesi che il suo areale nel bacino del Mediterraneo possa rivelarsi più esteso di quanto risulti oggi soprattutto in funzione del fatto che si tratta di un'entità facilmente reperibile in aree antropizzate.

Petalophyllum ralfsii (Wilson) Nees & Gottsche

Petalophyllum ralfsii veniva riportata da HERZOG (1905) per la zona di Santa Margherita di Pula (Pula, Cagliari) ma poiché il dato non era supportato da un campione d'erbario, la presenza della specie nell'Isola era considerata dubbia da BISCHLER, JOVET-AST (1993). Ciò anche in relazione al fatto che durante una loro escursione in Sardegna non avevano reperito nessun campione di tale epatica nemmeno presso la località segnalata da Herzog. Il mancato ritrovamento potrebbe essere legato al fatto che gli Autori hanno visitato quella zona a fine aprile quando presumibilmente *Petalophyllum ralfsii* poteva avere già iniziato il periodo di dormienza. Tale periodo, che in Sardegna inizia generalmente intorno a fine aprile per concludersi intorno ad ottobre, viene superato dalla specie grazie alle spore e all'emissione di tuberi sotterranei; per questo motivo viene considerata una specie a strategia di vita *short-lived shuttle* con anche caratteristiche anche di *annual shuttle* (SIM-SIM *et al.*, 2000). Tale ipotesi potrebbe essere supportata dal fatto che le nostre raccolte sono state effettuate proprio in corrispondenza di questi periodi limite. Il campione reperito a Marganai (Domusnovas, Cagliari) a metà aprile era infatti parte di una piccolissima quantità presente su terra umida ai bordi di una lecceta; al contrario il campione trovato a Montevecchio (Guspini, Cagliari) a metà novembre era parte di una popolazione decisamente più abbondante e vitale, vegetante su terra umida fangosa in ambiente di macchia (Fig.2).

Ecologicamente si tratta di una specie subneutrofila, moderatamente igrofila, considerevolmente eliofila, moderatamente alotollerante e piuttosto sensibile all'impatto antropico.

Elenco delle *Bryophyta* segnalate prima del 1950 e ritrovate anche di recente.

- *Acaulon triquetrum* (Spruce) Müll. Hal.
- *Barbula convoluta* var. *commutata* (Jur.) Husn.
- *Brachythecium albicans* (Hedw.) Bruch & al.
- *Crossidium crassinerve* (De Not.) Jur.
- *Dicranella howei* Renauld & Cardot
- *Dicranella subulata* (Hedw.) Schimp.
- *Funaria pulchella* H. Philib.
- *Grimmia elatior* Bruch ex Bals. & De Not.
- *Gyroweisia tenuis* (Hedw.) Schimp.
- *Homalothecium lutescens* (Hedw.) H. Rob.
- *Neckera pumila* Hedw.
- *Oxystegus tenuirostris* (Hook. & Taylor) A. J. E. Sm.
- *Pottia recta* (With.) Mitt.
- *Timmia barbuloidea* (Brid.) De Not.

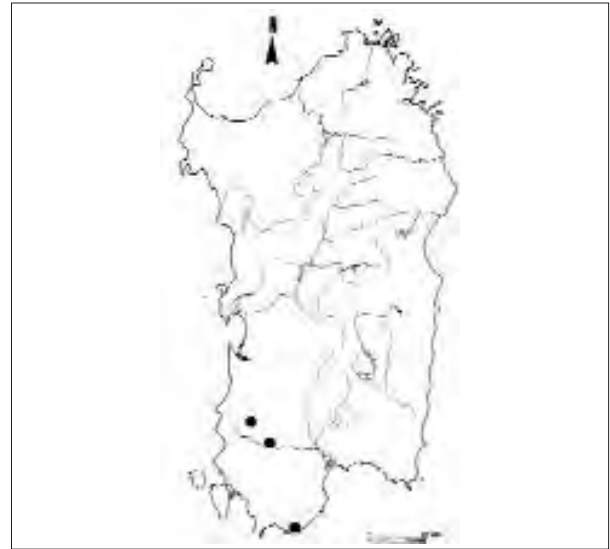


Fig. 2

Distribuzione di *Petalophyllum ralfsii* in Sardegna.
Distribution of *Petalophyllum ralfsii* in Sardinia.

- *Tortula muralis* var. *aestiva* Hedw.
- *Tortula vahliana* (Schultz) Mont.
- *Weissia controversa* var. *crispata* (Nees & Hornsch.) Nyholm

CONCLUSIONI

Ad oggi il totale delle briofite presenti in Sardegna ammonta a 510 entità di cui 412 *Bryophyta*, 94 *Marchantiophyta* e 4 *Anthocerotophyta*. L'incremento percentuale nell'arco degli ultimi 12 anni circa (check-lists 1992; 1995; 2001) è stato del 7,1% e sarà presumibilmente destinato ad aumentare in futuro poiché sono numerose le aree dell'Isola che non sono state ancora interessate da esplorazioni briologiche.

LETTERATURA CITATA

- AIELLO P., DIA M. G., 2000 - *Tortula israelis* (Pottiaceae, Musci) found in Sicily. *Fl. Medit.*, 10: 377-380.
- ALEFFI M., SCHUMACKER R., 1995 - *Check-list and red-list of the liverworts (Marchantiophyta) and hornworts (Anthocerotophyta) of Italy*. *Fl. Medit.*, 5: 73-161.
- BILEWSKY F., NACHMONY S., 1955- *A contribution to the bryophyte flora of Palestine*. *Bull. Res. Council Israel. Section D, Botany*: 47-58.
- BISCHLER H., JOVET-AST S., 1973 - *Les Hépatiques de Sardaigne. Énumération, notes écologiques et biogéographiques*. *Rev. Bryol. Lichénol.*, 38: 325-419.
- BIZOT M., 1956 - *Nouvelles remarques sur Tortula papillosa* (Copp.) Broth. *Rev. Bryol. Lichénol.*, 21: 11-23.
- CANO M. J., GUERRA J., ROS R.M., 1996 - *Identity of Tortula baetica (Casas & Oliva) J. Guerra & Ros with Tortula israelis Bizot & F. Bilewsky*. *J. Bryol.*, 19 (1): 183-185.
- COGONI A., ALEFFI M., SCRUGLI A., 1999 - *Sardinia's bryological flora. the state of knowledge and chorological considerations*. *Webbia*, 53 (2): 381-392.
- COGONI A., FLORE F., ADAMO C., SCRUGLI A., 2000 - *Le briofite dell'isola di Serpentara (Sardegna sud orientale)*.

- INTERREG II, Environnement et identité en Méditerranée, Corte 13-16 Juin 2000.
- COGONI A., FLORE F., ALEFFI M., 2002 - *Survey of bryoflora on Monte Limbara (Northern Sardinia)*. Cryptog., Bryol., 23 (1): 73-86.
- COGONI A., SCRUGLI A., 2000 - *Acaulon fontiquerianum Casas et Sérgio (Musci, Pottiaceae) new to Sardinia*. Cryptog., Bryol., 21 (4): 285-288.
- CORTINI PEDROTTI C., 1966 - *Nuovi reperti della flora briologica della Sardegna*. Atti Ist. Bot. Lab. Crit. Univ. Pavia, 2: 9-32.
- , 1992 - *Check list of the Mosses of Italy*. Fl. Medit., 2: 119-221.
- , 2001a - *New Check-list of the Mosses of Italy*. Fl. Medit., 11: 23-107.
- , 2001b - *Flora dei muschi d'Italia (Sphagnopsida, Andreaeopsida, Bryopsida)*. I parte. Antonio Delfino Editore.
- DIERBEN K., 2001 - *Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes*. J. Cramer Berlin. Stuttgart.
- DÜLL R., 1983 - *Distribution of the European and Macaronesian liverworts (Hepaticophytina)*. Part I. Bryol. Beitr., 2: 1-115.
- , 1984 - *Distribution of the European and Macaronesian mosses (Bryophytina)*. Part I. Bryol. Beitr., 4: 1-113.
- , 1985 - *Distribution of the European and Macaronesian mosses (Bryophytina)*. Part II. Bryol. Beitr., 5: 110-232.
- , 1992 - *Distribution of the European and Macaronesian mosses (Bryophytina)*. Annotations and Progress. Bryol. Beitr., 8/9: 1-223.
- DURING H. J., 1979 - *Life strategies of Bryophytes*. Lindebergia, 5: 2-18.
- GUELI L., DIA M. G., LO GIUDICE R., 2001 - *New or interesting records for the Sicilian moss flora*. Fl. Medit., 11: 5-10.
- HERZOG TH. 1905 - *Ein Beitrag zur Kenntnis der Laub- und Lebermoosflora von Sardinien*. Ber. Schweiz. Bot. Ges., 15: 41-66.
- OLIVA R., 1999 - *Tortula israelis Bizot & F. Bilewsky (Bryophyta, Musci) novedad para Italia*. Bol. Soc. Esp. Briol., 15: 23.
- PRIVITERA M., PUGLISI, M. 1994 - *Octodiceras fontanum (Musci): a new record from Sicily*. Fl. Medit., 4: 171-174.
- SÉRGIO, C., SIM-SIM M., SANTOS-SILVA C., 1990 - *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 46 (2): 457-467.
- SIM-SIM M., JONES M. P., SÉRGIO C. 2000 - *Petalophyllum ralfsii (Wilson) Nees & Gottsche, a threatened liverwort present in Portugal. Morphological and ecological data, directins for future conservation*. Lindbergia, 25: 101-105.
- RIASSUNTO - In questa nota si riferisce sul ritrovamento di 6 briofite nuove per la Sardegna [*Cryphaea heteromalla* (Hedw.) D. Mohr, *Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp., *Pseudotaxiphyllum elegans* (Brid.) Z. Iwats., *Fissidens fontanus* (La Pyl.) Steud., *Grimmia hartmanii* Schimp., *Tortula israelis* Bizot & Bilewsky], alcune delle quali di notevole interesse fitogeografico, e si conferma la presenza nell'Isola di *Petalophyllum ralfsii* (Wilson) Nees & Gottsche epatica considerata dubbia da BISCHLER, JOVET-AST (1973). Per ogni specie segnalata si riportano i dati corologici ed ecologici. Si fa riferimento inoltre all'incremento del patrimonio briofitico relativamente agli ultimi 12 anni.

AUTORI

Annalena Cogoni, Cristiana Adamo, Francesca Flore, Dipartimento di Scienze Botaniche, Università di Cagliari, Viale San Ignazio 13, 09123 Cagliari

Crescita, produzione primaria e struttura di popolazione di *Polytrichastrum sexangulare* (Brid.) G. L. Smith al Passo di Gavia (Alpi Retiche)

A. PETRAGLIA

ABSTRACT – Growth, net production and population structure of *Polytrichastrum sexangulare* (Brid.) G. L. Smith at the Gavia Pass (Rhaetian Alps) – Growth, net primary production, spatial density and population structure of the chionophilous moss *Polytrichastrum sexangulare* were studied at Gavia Pass (Stelvio National Park) in the *Polytrichetum sexangularis*, a snow-bed community where this bryophyte is the dominant species. Annual growth is about 5.05 (\pm 0.10) mm, net primary production is about 143.68 (\pm 11.60) g * m⁻² and the number of living and dead shoots, respectively, is about 76023 (\pm 7622) and 77969 (\pm 8990) shoots * m⁻². The age of the moss was established with the help of innate markers of growth. The maximum age of the moss that is about 6 years old and the population structure is conditioned by high frequencies of first three years shoots, which amount to 89.40%. Correlations between some measured variables were calculated. Regression curves were plotted for some significant correlations. Results confirm the trend of annual growth to decrease with increasing of spatial density recorded for some other species of mosses and liverworts. This can be explained considering that bryophytes activity is limited by water availability and a dense turf will hold water more efficiently than a turf made up of loosely packed shoots. Finally, it can be hypothesized that morphology of the turf influence the annual growth in *Polytrichastrum sexangulare*, similarly to what was observed for other bryophytes living at different habitats.

Key words: Alps, bryophytes, *Polytrichastrum sexangulare*, population density, population structure, snowbeds

INTRODUZIONE

Le briofite costituiscono una componente fondamentale in un gran numero di comunità vegetali che si sviluppano nella fascia alpina (GEISSLER, 1982; ELLENBERG, 1996). Nonostante le prime annotazioni ecologiche relative alle briofite di alta montagna siano rinvenibili già in alcuni scritti risalenti al XIX secolo (HOPPE, HORNSCHUCH, 1818; MOLENDO, 1865, 1866-1867; PFEFFER, 1869), il numero di studi sull'ecologia di questi organismi ha subito un incremento solo alla fine dello scorso secolo. Ciò è dovuto principalmente ad indagini fitosociologiche finalizzate alla descrizione di comunità briofitiche o dominate da briofite che hanno fornito, comunque, soprattutto dati di tipo indiretto.

Per questa ragione, le conoscenze sull'ecologia delle briofite alpine restano ancora molto limitate e si basano fondamentalmente sulla sintesi pubblicata da GEISSLER (1982), cui hanno fatto seguito pochi ulteriori contributi (GEISSLER, VELLUTI, 1995; ZECHMEISTER, 1995a, b; BRAGAZZA, 1997; GERDOL *et al.*, 2002).

Negli ultimi anni le ricerche sull'ecologia delle specie e delle comunità di alta montagna hanno trovato un nuovo impulso, motivato prevalentemente dalla comprovata sensibilità di questi ecosistemi alle variazioni dei principali parametri ambientali, in particolare alle variazioni della copertura nevosa che stanno interessando le aree soprasilvatiche delle Alpi modificando in modo significativo la distribuzione delle specie vegetali (GOTTFRIED *et al.*, 1999a, b).

Comunque, la maggior parte di questi studi sono stati fino ad ora condotti sulle piante vascolari o sulle briofite che colonizzano ambienti al di sotto del limite degli alberi. Gli studi concernenti le briofite che colonizzano le aree soprasilvatiche, la cui particolare sensibilità nel rispondere ai cambiamenti microambientali legati alle variazioni della copertura nevosa è stata messa in evidenza da diversi autori (BATES, FARMER, 1992; GIGNAC, 2001), sono ancora in numero relativamente ridotto (WOOLGROVE, WOODIN, 1994; SANDVIK, HEEGAARD, 2003).

Negli ambienti d'alta quota le briofite sono impor-

tanti in diversi stadi successionali e possono addirittura formare comunità stabili, come quelle che si formano nelle vallette nivali più estreme (GEISSLER, 1982; HEEGAARD, 1997, 2001; SANDVIK, HEEGAARD, 2003).

Una di queste fitocenosi è dominata dal muschio acrocarpo *Polytrichastrum sexangulare* (Brid.) G. L. Smith. Questo muschio, con distribuzione articoalpina, acidofilo (raramente subneutrofilo), chionofilo e relativamente igrofilo (DIERBEN, 2001), forma estesi tappeti di colore verde scuro in siti in cui la neve permane per 9-10 mesi all'anno (RÜBEL, 1911; BRAUN, 1913; FREY, 1922; GUINOCHE, 1938; OBERDORFER, 1977; DIERBEN, 1984; GRABHERR, MUCINA, 1993). Dal punto di vista compositivo la fitocenosi (*Polytrichetum sexangulare* Frey 1922) è caratterizzata da un'elevata diversità briofitica e da una presenza limitata di fanerogame chionofile appartenenti alla classe *Salicetea herbaceae* (BRAUN-BLANQUET, 1964; DIERBEN, 1984; GRABHERR, MUCINA, 1993), mentre le specie vascolari trasgressive dalle fitocenosi circostanti ricorrono solo sporadicamente e spesso non arrivano al compimento del loro ciclo riproduttivo.

Le attuali conoscenze ecologiche relative a *Polytrichastrum sexangulare* si limitano alla caratterizzazione delle comunità in cui il muschio è presente o dominante, mentre mancano del tutto analisi qualitative e quantitative sulla crescita, la produzione primaria, la densità e la struttura della popolazione.

Il presente lavoro, focalizzato su popolazioni di *Polytrichastrum sexangulare* che si sviluppano nel loro ambiente ottimale e realizzato nel territorio del Parco Nazionale dello Stelvio, nella zona del Passo di Gavia (Alpi Retiche meridionali), si propone i seguenti obiettivi: i) misurare la crescita annua, ii) la produzione primaria, iii) la biomassa, iv) calcolare la densità, v) la struttura di popolazione di questa briofita. Inoltre, viene posta una particolare attenzione sugli effetti della densità spaziale dei gametofiti nei confronti della crescita annuale dei gametofiti stessi, allo scopo di fornire ulteriori informazioni sulla struttura del tappeto muscinale ed indicazioni sulle probabili cause dei differenti pattern di crescita.

AREA DI STUDIO

L'area di studio è rappresentata dal Passo di Gavia (2651 m s.l.m.), situato all'interno del Parco Nazionale dello Stelvio, al confine tra la provincia di Brescia e quella di Sondrio. I siti di campionamento sono localizzati lungo i due versanti che delimitano la testata della Valle di Gavia, un ampio corridoio vallivo lungo circa 2 km compreso tra 2550 e 2700 m di altitudine, disposto in senso Nord-Sud e circondato ad Est e ad Ovest da vette di altezza considerevole (Pizzo S. Matteo 3685 m, Pizzo Tresero 3603 m, M. Gavia 3223 m). Le formazioni geologiche rinvenibili nella zona sono la Formazione a Paragneis-Micascisti di Lasa, costituita da paragneis e micascisti biotitici con muscovite e staurolite

(HAMMER, 1906) e la Formazione Filladica del Cevedale composta prevalentemente da quarzo, muscovite e clorite, cui si associano biotite, granati e plagioclasti albitici (ANDREATTA, 1954). Dal punto di vista pedologico nella zona del Passo di Gavia le basse temperature, unitamente all'azione dell'acqua e del vento ed alla prolungata copertura nevosa, frenano le possibilità d'evoluzione pedogenetica, per cui la maggior parte dei suoli sono del tipo Litosuoli o Protoranker. Tuttavia, nei siti in cui si sviluppa il *Polytrichetum sexangulare*, le particolari condizioni micromorfologiche favoriscono il ristagno idrico e l'accumulo di materiali fini, potendosi così rinvenire suoli definiti idromorfi. Questi suoli presentano elevati contenuti di sostanza organica, reazione acida (pH tra 4 e 5) e composizione granulometrica prevalentemente sabbiosa (ALBERTINI, 1955; PETRAGLIA, dati inediti). Nella zona del Passo di Gavia il clima è di tipo temperato-continentale, con inverni particolarmente rigidi e massimi pluviometrici in estate e in autunno. La stazione meteorologica più vicina al sito sperimentale è quella situata nei pressi del ghiacciaio dei Forni (2180 m s.l.m.), nel comune di Valfurva, che presenta precipitazioni medie annue di circa 700 mm e temperature medie annue di 1.6°C. Luglio è il mese più caldo, con una temperatura media mensile di 15.2 °C, e dicembre è il mese più freddo, con una temperatura media mensile di -13.3 °C (Dati Idrometeorologici forniti dal Centro Monitoraggio Geologico, Regione Lombardia, 1987-2002).

MATERIALI E METODI

Alla fine della stagione vegetativa del 2003 sono stati prelevati 22 campioni di 32 cm² da popolazioni omogenee di *Polytrichastrum sexangulare* a quote comprese tra 2500 e 2800 m s.l.m. I gametofiti presenti in ognuno dei 22 campioni raccolti sono stati contati e suddivisi in vitali e non vitali e ad ognuno dei gametofiti vivi è stata attribuita l'età sfruttando la presenza di markers innati di crescita presenti in questa specie, come in altre appartenenti allo stesso genere o a generi affini (WATSON, 1975; COLLINS, 1976). Per 14 dei 22 campioni raccolti sono stati presi a caso 20 gametofiti vitali che sono stati reidratati per 24 h e per i quali sono state misurate sia la lunghezza dell'intero gametofito, sia quella del segmento annuale cresciuto durante il 2003. I segmenti apicali del gametofito, corrispondenti alla crescita avvenuta nel 2003, sono stati staccati, seccati in stufa a 60 °C per 24 h e pesati. Da questi dati è stato possibile ricavare la produzione annua del campione, ottenuta moltiplicando il peso medio dei segmenti apicali del gametofito dei 20 individui selezionati a caso per il numero totale degli individui vivi nel campione. Tutti i gametofiti vitali sono stati seccati in stufa a 60 °C per 24 h e pesati, allo scopo di misurare la biomassa dell'intero campione raccolto.

Infine, sono state valutate le correlazioni esistenti tra i) la lunghezza del segmento sviluppatosi durante il 2003, ii) il peso del segmento stesso, iii) la produzio-

ne primaria e iv) la densità della popolazione; per alcune delle correlazioni risultate significative sono state calcolate le rette di regressione.

RISULTATI

La Tab. 1 riporta i dati relativi al numero totale dei gametofiti, al numero dei gametofiti vivi e a quello dei gametofiti morti rinvenuti nei 22 campioni raccolti. La densità di popolazione, calcolata per estrapolazione da questi dati, varia tra un minimo di 60313 gametofiti * m⁻² fino ad un massimo di 359688 gametofiti * m⁻², con una media di 153991 (± 13664) gametofiti * m⁻². Il numero di individui vitali varia tra 16563 e 175000 gametofiti * m⁻², con una media di 76023 (± 7622) gametofiti * m⁻² e il numero di gametofiti morti varia tra 8125 e 184688 gametofiti * m⁻², con una media di 77969 (± 8990) gametofiti * m⁻².

I dati relativi alle frequenze percentuali per ciascuna classe di età (Tab. 2) mettono in evidenza l'elevata incidenza degli individui più giovani che, nonostante presentino consistenti oscillazioni in alcuni stand, tendono, comunque, a rivestire un ruolo dominante nella struttura di popolazione. Le cacciate vegetative del primo e del secondo anno, infatti, rappresentano mediamente il 66.81% della popolazione; se a questo valore si somma il valore medio delle cacciate vegetative del terzo anno, la percentuale media sale all'89.40%. Gli individui più longevi, di 4, 5 o 6 anni (età massima rinvenuta), sono relativamente rari, con una frequenza percentuale media non superiore al 10% (raramente raggiungono il 20%).

I valori relativi a crescita annua, lunghezza del gametofito, produzione primaria e biomassa sono riportati in Tab. 3. La crescita annua varia da un minimo di 2.5 mm ad un massimo di 11.7 mm, con un valore medio di 5.05 (± 0.10) mm e la lunghezza del gametofito varia da un minimo di 3.1 mm ad un massimo di 52.9 mm, con il 50% dei valori compresi tra 6.1 mm e 14.6 mm; l'altezza dei tappeti muscinali rilevati, mediamente, è compresa tra questi due valori. La biomassa varia da un minimo di 182.41 g * m⁻² fino ad un massimo di 558.16 g * m⁻², con un valo-

TABELLA 1

Media (± E.S.), valore minimo e valore massimo del numero totale dei gametofiti e dei gametofiti vivi e morti nei 22 stand campionati. I valori riportati si riferiscono ai campioni di 32 cm² effettivamente raccolti e per i quali sono stati effettuati i conteggi.

Mean (± S.E.), minimum and maximum of total number of shoots, living shoots and dead shoots at 22 stands. Values are for a core of 32 cm².

Gametofiti totali	492.77 (± 43.72)
(Min - Max)	193 - 1151
Gametofiti vivi	243.27 (± 24.38)
(Min - Max)	53 - 560
Gametofiti morti	249.76 (± 28.76)
(Min - Max)	26 - 591

TABELLA 2

Media (± E.S.), valore minimo e valore massimo delle frequenze percentuali di ciascuna classe di età di Polytrichastrum sexangulare nei 22 stand campionati.

Mean (± S.E.), minimum and maximum values for age classes frequencies of Polytrichastrum sexangulare at 22 stands.

	%
I anno	35.00 (± 3.19)
(Min - Max)	12.84 - 65.38
II anno	31.81 (± 1.54)
(Min - Max)	12.45 - 41.21
III anno	22.63 (± 1.80)
(Min - Max)	5.88 - 35.56
IV anno	8.12 (± 1.67)
(Min - Max)	0 - 29.57
V anno	2.06 (± 0.70)
(Min - Max)	0 - 13.23
VI	0.38 (± 0.22)
(Min - Max)	0 - 4.28

TABELLA 3

Media (± E.S.), valore minimo e valore massimo di crescita, lunghezza del gametofito, produzione primaria netta e biomassa in 14 stand di Polytrichastrum sexangulare. I valori riportati in tabella si riferiscono ai campioni di 32 cm² effettivamente raccolti e per i quali sono stati effettuate le misure. I valori medi (± E.S.) relativi alla crescita e alla lunghezza del gametofito sono stati calcolati su 280 misure.

Mean (± S.E.), minimum and maximum values for annual growth, shoot length, primary production and biomass at 14 stands of Polytrichastrum sexangulare. Values are for a core of 32 cm². Means (± S.E.) for annual growth and shoot length were calculated from 280 measures.

Crescita (mm)	5.05 (± 0.10)
(Min - Max)	2.5 - 11.7
Lunghezza del gametofito (mm)	11.32 (± 0.22)
(Min - Max)	3.1 - 52.9
Produzione primaria netta (g)	0.4598 (± 0.0371)
(Min - Max)	0.2431 - 0.7239
Biomassa (g)	1.2079 (± 0.1040)
(Min - Max)	0.5837 - 1.7861

re medio di 377.46 (± 32.50) g * m⁻². La produzione primaria varia tra un minimo di 75.96 g * m⁻² fino ad un massimo di 226.23 g * m⁻² con un valore medio pari a 143.68 (± 11.60) g * m⁻².

La Tab. 4 riporta la matrice delle correlazioni di Pearson per alcuni dei parametri misurati. La densità di popolazione è risultata correlata sia con la crescita annuale, che con il peso medio dei segmenti apicali (P<0.01). Con l'aumentare della densità di popolazione la crescita del segmento apicale diminuisce (Fig. 1a). Allo stesso modo, il peso secco medio del segmento apicale cresciuto durante il 2003 diminuisce con l'aumentare della densità (Fig. 1b).

La Tab. 4 mostra una correlazione positiva tra la produzione primaria e la crescita (P<0.05), mentre la

TABELLA 4

Matrice delle correlazioni di Pearson calcolata fra i seguenti parametri: densità = numero di gametofiti rinvenuti nei campioni di 32 cm²; crescita = lunghezza media dei segmenti apicali cresciuti durante il 2003; peso = peso medio dei segmenti apicali; produzione = produzione primaria netta. Le correlazioni significative tra le variabili sono indicate con * ($P < 0.05$) e ** ($P < 0.01$).

Pearson correlation matrix of the following parameters: density = number of shoots counted within the 32 cm² cores; growth = average length of the apical segments grown during 2003; weight = average weight of apical segments; production = net primary production. Significant correlations between variables are noted by * ($P < 0.05$) and ** ($P < 0.01$).

	Densità	Crescita	Peso	Produzione
Densità	1	-0.704**	-0.686**	-0.372
Crescita	-0.704**	1	0.749**	0.541*
Peso	-0.686**	0.749**	1	0.704**
Produzione	-0.372	0.541*	0.704**	1

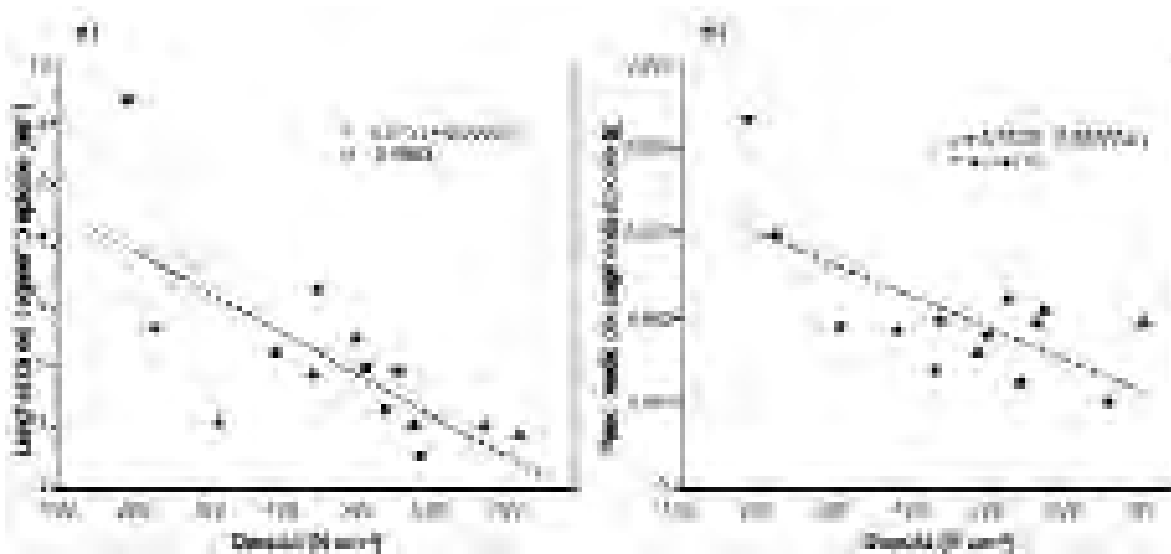


Fig. 1

Correlazioni tra la densità spaziale delle cacciate vegetative di *Polytrichastrum sexangulare* e la lunghezza media dei segmenti apicali cresciuti durante il 2003 (a) e il peso secco medio dei segmenti apicali cresciuti durante il 2003 (b).
Relationships between the spatial density of shoots of *Polytrichastrum sexangulare* and the length of the current growth increment (a) and the mean dry weight of the apical segments grown during 2003 (b).

densità di popolazione e la produzione primaria non sono correlate ($P = 0.191$). Il fatto è probabilmente spiegabile considerando che, nonostante la crescita diminuisca con l'aumentare della densità di popolazione, la biomassa prodotta dal maggior numero di gametofiti vitali rinvenuti nell'unità di superficie compensa il deficit di crescita del singolo gametofito.

DISCUSSIONE

La crescita annua e la produzione primaria di *Polytrichastrum sexangulare* presentano valori simili a quelle riscontrate in specie affini, quali *Polytrichum strictum* in Antartide (LONGTON, 1970; COLLINS, 1976) e *Polytrichum commune* nel Connecticut (WATSON, 1975).

Resta comunque da sottolineare che la crescita di *Polytrichum commune* avviene durante tutto l'anno (WATSON, 1975), mentre la stagione vegetativa per *Polytrichum strictum* in Antartide (LONGTON,

GREENE, 1967) e per *Polytrichastrum sexangulare* nelle vallette nivali delle Alpi risulta di gran lunga più breve a causa della presenza, per buona parte dell'anno, della copertura nevosa. Nella fattispecie, la stagione vegetativa 2003 negli stand di *Polytrichastrum sexangulare* campionati, calcolata a partire dallo scioglimento della neve fino al giorno in cui è stata effettuata la raccolta dei campioni, ha avuto una durata media di circa 85 giorni.

La struttura di popolazione è comparabile con quella delle altre specie appartenenti alla stessa famiglia (WATSON, 1979) eccezion fatta per *Polytrichum piliferum* che risulta meno longevo, in quanto verosimilmente limitato dalla maggiore aridità del substrato (WATSON, 1979).

Il fenomeno per cui la dimensione degli individui e la loro crescita vengono influenzate dalla densità di popolazione è già stato ampiamente studiato e sintetizzato sulle piante superiori (YODA *et al.*, 1963;

WHITE, HARPER, 1970), mentre le indagini sullo stesso argomento svolte sulle briofite sono relativamente poche (CLYMO, 1970; COLLINS, 1976; KOSIBA, SAROSIEK, 1993; ØKLAND, ØKLAND, 1996). I risultati di questo studio confermano le correlazioni negative di crescita annua e peso con la densità di popolazione, così come già evidenziato in altri studi focalizzati su specie differenti (CLYMO, 1970; ØKLAND, ØKLAND, 1996; POHJAMO, LAAKALINDBERG, 2004) o su specie affini come *Polytrichum strictum* (COLLINS, 1976), *Polytrichastrum formosum* e *Polytrichum juniperinum* (WANSTALL, 1964).

Il fenomeno può essere spiegato considerando che l'attività delle briofite è essenzialmente limitata dalla disponibilità idrica e che un tappeto fitto e denso mantiene l'acqua in modo molto più efficiente di un tappeto formato da individui distanti tra di loro (GIMINGHAM, SMITH, 1971; COLLINS, 1976). Poiché l'evaporazione può avvenire sull'intera superficie della pianta, un tappeto denso consente di diminuire le perdite d'acqua del singolo individuo e di migliorarne le prestazioni (PROCTOR, 1980; DURING, VAN DER HOEVEN, 1997).

Poiché i ritmi con i quali l'ambiente perde acqua o la riacquista possono essere critici per il controllo della crescita e della distribuzione dei muschi e poiché la morfologia del tappeto muscinale può influire fortemente su questi ritmi (TALLIS, 1959; COLLINS, 1976), è quindi ipotizzabile che, come per *Polytrichum strictum* in Antartide (COLLINS, 1976), anche per *Polytrichastrum sexangulare* nelle vallette nivali del Passo di Gavia i tappeti più densi si formino in quei siti più sottoposti a stress idrico, e quelli più lassi si formino dove lo stress idrico è più limitato.

Ringraziamenti – L'autore ringrazia il Prof. Marcello Tomaselli per i preziosi suggerimenti nella pianificazione del lavoro e per la revisione critica del testo, il Sig. Cristian Ardenghi e il Sig. Michele Carbognani per la collaborazione durante i campionamenti.

LETTERATURA CITATA

- ALBERTINI R., 1955 – *Contributo alla conoscenza della morfologia crionivale del Gruppo Ortles-Cevedale*. Studi sui fenomeni crionivali nelle Alpi Italiane. Fondazione per i problemi montani dell'Arco Alpino. Pubbl. n. 11, Parma.
- ANDREATTA C., 1954 – *La val di Pejo e la catena Vioz-Cevedale*. Acta Geologica Alpina, n. 5. Bologna. 336 pp.
- BATES J.W., FARMER A.M., 1992 – *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*. Oxford Science Publications, Oxford.
- BRAGAZZA L., 1997 – *Sphagnum niche diversification in two oligotrophic mires in the southern Alps of Italy*. Bryologist, 100 (4): 507-515.
- BRAUN J., 1913 – *Die Vegetationsverhältnisse der Schneestufe in den Rätisch-Lepontischen Alpen*. Neue Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges., Zürich, 48: 1-339.
- BRAUN-BLANQUET J., 1964 – *Pflanzensoziologie*. 3. Auflage. Springer, Wien.
- CLYMO R.S., 1970 – *The growth of Sphagnum: methods of measurement*. J. Ecol., 58: 13-49.
- COLLINS N.J., 1976 – *Growth and population dynamics of the moss Polytrichum alpestre in the maritime Antarctic*. Oikos, 27: 389-401.
- DIERSSEN K., 1984 – *Vergleichende vegetationskundliche Untersuchungen an Schneeböden*. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 97: 359-382.
- , 2001 – *Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes*. Bryophytorum Bibliotheca Band 56 Cramer, Berlin and Stuttgart.
- DURING H.J., VAN DER HOEVEN E.C., 1997 – *The effect of density on size frequency distributions in chalk grassland bryophyte populations*. Oikos, 80: 533-539.
- ELENBERG H., 1996 – *Die Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht*. 5. Auflage. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- FREY E., 1922 – *Die Vegetationsverhältnisse der Grimselgegend im Gebiet der zukünftigen Stauseen*. Mitt. Naturforsch. Ges., Bern, 1921: 85-265.
- GEISSLER P., 1982 – *Alpine communities*. In: SMITH A.J.E. (ed.), *Bryophyte Ecology*: 167-189. Chapman and Hall, London.
- GEISSLER P., VELLUTI C., 1995 – *Ecology of Alpine bryophytes*. Giorn. Bot. Ital., 129 (1): 199-204.
- GERDOL R., BRAGAZZA L., MARCHESINI R., 2002 – *Element concentrations in the forest moss Hylocomium splendens: variation associated with altitude, net primary production and soil chemistry*. Environ. Pollut., 116 (1): 129-135.
- GIGNAC L.D., 2001 – *Bryophytes as indicators of climate change*. Bryologist, 104: 410-420.
- GIMINGHAM C.H., SMITH R.I.L., 1971 – *Growth form and water relations of mosses in the maritime Antarctic*. British Antarctic Survey Bull., 25: 1-21.
- GOTTFRIED M., PAULI H., GRABHERR G., 1999a – *Prediction of vegetation patterns at the limits of plant life: a new view of the alpine-nival ecotone*. Arct. Alp. Res., 30: 207-221.
- GOTTFRIED M., PAULI H., REITER K., GRABHERR G., 1999b – *A fine-scaled predictive model for changes in species distribution patterns of high mountain plants induced by climate warming*. Divers. Distrib., 5: 241-251.
- GRABHERR G., MUCINA L., 1993 – *Die Pflanzengesellschaften Österreichs*. Fischer, Jena.
- GUINOCHE M., 1938 – *Études sur la végétation de l'étage alpin dans le bassin supérieur de la Tinée*. Comm. S.I.G.M.A., Montpellier, 59: 1-458.
- HAMMER W., 1906 – *Geologische Beschreibung der Laasergruppe*. Jahrb. k.k. Geol. Reichsanst., 56: 497-538.
- HEEGAARD E., 1997 – *Ecology of Andreaea in western Norway*. J. Bryol., 19: 527-636.
- , 2001 – *A model of alpine species distribution in relation to snowmelt time and altitude*. J. Veg. Sci., 13: 493-504.
- HOPPE D.H., HORNSCHUCH F., 1818 – *Tagebuch einer Reise nach den Küsten des adriatischen Meeres und den Gebirgen von Krain, Kärnten, Tyrol, Salzburg, Baiern und Böhmen*. Rotermundt. Regensburg.
- KOSIBA P., SAROSIEK J., 1993 – *Growth as a function of density of population of some selected species of mosses*. Crypt. Bot., 3: 117-122.
- LONGTON R.E., 1970 – *Growth and productivity of the moss Polytrichum alpestre Hoppe in Antarctic regions*.

- In: HOLDGATE M.W. (ed.), *Antarctic ecology*: 818-837. Academic Press, London.
- LONGTON R.E., GREENE S.W., 1967 – *The growth and reproduction of Polytrichum alpestre Hoppe on South Georgia*. In: SMITH J.E. (organizer), *A discussion on the terrestrial Antarctic ecosystem*. Phil. Trans. R. Soc., Ser. B, 252: 295-322.
- MOLENDO L., 1865 – *Moosstudien aus den Allgäuer Alpen*. Ber. Naturhist. Verein Augsburg, 18: 77-240.
- , 1866-67 – *Bryologische Reisebilder aus den Alpen*. Neubauer, Regensburg. (Ristampa da Flora 49, 50).
- OBERDORFER E., 1977 – *Klasse: Salicetea herbaceae Br.-Bl. et al. 47*. In: OBERDORFER E. (Hrsg.), *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. Teil I. 2. Aufl.: 214-220. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- ØKLAND R.H., ØKLAND T., 1996 – *Population biology of the clonal moss Hylocomium splendens in Norwegian boreal spruce forests. II. Effects of density*. J. Ecol., 84: 63-69.
- PEFFER W., 1869 – *Bryogeographische Studien aus den Rhätischen Alpen*. Neue Denkschr. Allg. Schweiz. Ges. Gesamten Naturwiss., 24 (5): 1-142.
- POHJAMO M., LAAKA-LINDBERG S., 2004 – *Demographic population structure of leafy epixylic hepatic Anastrophyllum hellerianum (Nees ex Lindenb.) R.M. Schust.* Plant Ecology, 173: 73-81.
- PROCTOR M.C.F., 1980 – *Diffusion resistances in bryophytes*. In: GRACE J., FORD E., JARVIS P.G. (eds), *Plants and their atmospheric environment*: 219-229. Blackwell, Oxford.
- RÜBEL E., 1911 – *Pflanzengesellschaften der Erde*. Hans Huber, Bern.
- SANDVIK S.M., HEEGAARD E., 2003 – *Effects of simulated environmental changes on growth and growth form in a late snowbed population of Pohlia wahlenbergii (Web. & Mohr) Andr.* Arct. Antarct. Alp. Res., 35: 341-348.
- TALLIS J.H., 1959 – *Periodicity of growth in Rhacomitrium lanuginosum*. J. Linn. Soc. London, Bot., 56: 212-217.
- WANSTALL P.J., 1964 – *The growth and structure of carpets of Polytrichum formosum and Polytrichum juniperinum*. Trans. Brit. Bryol. Soc., 4: 753.
- WATSON M.A., 1975 – *Annual periodicity of incremental growth in the Moss Polytrichum commune*. Bryologist, 78: 414-422.
- , 1979 – *Age structure and mortality within a group of closely related mosses*. Ecology, 60: 988-997.
- WHITE J., HARPER J.L., 1970 – *Correlated changes in plant size and number in plant populations*. J. Ecol., 58: 467-485.
- WOOLGROVE C.E., WOODIN S.J., 1994 – *Relationships between the duration of snowlie and the distribution of bryophyte communities within snowbeds in Scotland*. J. Bryol., 18: 253-260.
- YODA K., KIRA T., OGAWA H., HOZUMI K., 1963 – *Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions*. J. Biol., Osaka City University, 14: 107-129.
- ZECHMEISTER H.G., 1995a – *Correlation between altitude and heavy-metal deposition in the Alps*. Environ. Pollut., 89 (1): 73-80.
- , 1995b – *Growth rates of five pleurocarpous moss species under various climatic conditions*. J. Bryol., 18: 455-468.

RIASSUNTO - La crescita, la produzione primaria, la densità e la struttura di popolazione del muschio chionofilo *Polytrichastrum sexangulare* sono state studiate al Passo di Gavia (Parco Nazionale dello Stelvio) all'interno del *Polytrichetum sexangularis*, l'associazione di valletta nivale in cui questa briofita è dominante. La crescita annua è risultata pari a 5.05 (\pm 0.10) mm, la produzione primaria è risultata pari a 143.68 (\pm 11.60) g * m⁻² e il numero di individui vivi e morti è risultato, rispettivamente, pari a 76023 (\pm 7622) e 77969 (\pm 8990) gametofiti * m⁻². I markers innati di crescita, individuabili in questo muschio, permettono di valutare l'età delle cacciate vegetative. Ciò ha consentito di stabilire che l'età massima raggiunta dal muschio è pari a 6 anni e che la struttura di popolazione è condizionata dall'elevata presenza degli individui dei primi tre anni, la cui somma delle frequenze percentuali medie raggiunge l'89.40%. Infine, sono state valutate le correlazioni tra alcune delle variabili misurate e la densità di popolazione. Per alcune correlazioni significative sono state tracciate le rette di regressione che hanno permesso di confermare la tendenza, già individuata in altre specie di muschi ed epatiche, alla diminuzione della crescita annua con l'aumentare della densità di popolazione. Il fenomeno può essere spiegato considerando che l'attività delle briofite è essenzialmente limitata dalla disponibilità idrica e che un tappeto fitto e denso mantiene l'acqua in modo molto più efficiente di un tappeto formato da individui distanti tra di loro. Quindi è ipotizzabile che anche per *Polytrichastrum sexangulare* al Passo di Gavia, come per altre briofite di ambienti differenti, la morfologia del tappeto muscinale possa influire sui ritmi di crescita e sulla struttura di popolazione.

AUTORE

Alessandro Petraglia, Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale, Università di Parma, Parco area delle Scienze 11/a, 43100 Parma, e-mail: alessandro.petraglia@tin.it

Emergenze briofloristiche e briovegetazionali nel territorio siciliano

M. PRIVITERA e M. PUGLISI

ABSTRACT – *Bryophyte floristic and vegetational accounts of the Sicilian territory* - The bryophyte species and the associations, interesting for their rarity and vulnerability, are here emphasized. As regards the floristic accounts, some species belonging to the Circum-Tethyan and Xerothermic-Pangaeian elements, as well as some alpine, tropical and endemic species, are cited. Quite interesting is the set of the nitrophilous species, some of which occurring in urban habitats. Some liverworts are emphasized too. As regards the vegetational accounts, some associations belonging to the phytosociological classes *Racomitrietea heterostichi*, *Cladonio-Lepidozietea reptantis*, *Barbuletea unguiculatae* are noteworthy. The hope is that natural or anthropic factors don't reduce the interesting floristic and vegetational biodiversity of the Sicilian territory.

Key words: bryofloristic accounts, briovegetational accounts, Sicily

INTRODUZIONE

La Sicilia, per un complesso di fattori correlati alla posizione geografica, alle vicende storiche, alla diversità lito-morfologica e bioclimatica, presenta una moltitudine di peculiari habitat che accolgono una biodiversità attenzionabile sia quantitativamente che qualitativamente.

Fra i taxa specifici e infraspecifici rinvenuti in Sicilia, oltre 650, si riscontra infatti un contingente di specie termo-xerofile di pertinenza dell'elemento Circum-Tetiano, risalenti probabilmente all'antica flora del Terziario, attualmente relegati nelle aree più secche; nell'Isola si ritrova altresì un esiguo numero di specie iperxerofile ascrivibili al modello di distribuzione xerothermico-pangeanico, nel quale convergono i taxa delle zone più aride del globo. Tali contingenti di specie, di indubbio valore fitogeografico, hanno comunque in Sicilia una distribuzione frammentaria o puntiforme essendo legate ad habitat o microhabitat peculiari alcuni dei quali interpretati quali stazioni di rifugio.

Agli esempi di cui sopra, concentrati nella fascia termomediterranea, si contrappone un altro esiguo ma interessante contingente di specie alpine relegate nelle aree cacuminali dei massicci montuosi siciliani; la componente alpina riveste un significato in quanto presente in un'isola ubicata nel cuore del Mediterraneo.

A questi set floristici nel territorio siciliano se ne aggiungono altri legati alla presenza di particolari habitat, come le stazioni fumaroliche, interessate da fenomeni di vulcanismo secondario, dove trovano rifugio alcune specie tropicali, relitti della flora ter-

ziaria.

Così come per alcuni taxa, allo stesso modo per determinati sintaxa si devono delle attenzioni particolari o perché rari o perché rari e vulnerabili.

I dati briosociologici relativi al territorio siciliano (91 associazioni, incluse in 10 classi fitosociologiche), recentemente censiti e revisionati (PRIVITERA, PUGLISI, 2004), si identificano in parte con sintaxa ampiamente diffusi in centro Europa, in gran parte con sintaxa a distribuzione prevalentemente mediterranea come quelli dei *Barbuletea unguiculatae* Mohan 1978. Del tutto particolari ed insoliti sono alcuni aspetti vegetazionali strettamente legati agli ambienti fumarolici inseriti nella classe fitosociologica *Campylopodetea vaporarii* descritta da BRULLO *et al.* (2004). Tra tutti i sintaxa rilevati, se ne annoverano alcuni degni di nota, la cui presenza, per quanto possibile, deve essere salvaguardata allo scopo di non compromettere la loro persistenza nel tempo.

EMERGENZE FLORISTICHE

Fra le emergenze floristiche va citato un cospicuo gruppo di xerofite, alcune molto rare in Italia, altre segnalate solo nel territorio siciliano e comunque tutte di significato fitogeografico. A riguardo si ricorda *Pterygoneurum subsessile* (Brid.) Jur., considerata da GIACOMINI (1950) una specie tipica del contingente continentale steppico; rara in Italia, è stata segnalata solo per il Trentino e nell'entroterra siciliano nei pressi di Niscemi (LO GIUDICE, GALESÌ, 1997). *Pseudocrossidium replicatum* (Taylor) R. H.

Zander è una specie xerotermico-pangeanica, le cui stazioni di rinvenimento ubicate in Calabria (Capo dell'Armi) e nel territorio siciliano a Palermo e a Linosa (isole Pelagie) (DIA *et al.*, 2003), sono le uniche in Europa. Altro taxon degno di nota è *Grimmia capillata* De Not., elemento Circum-Tetiano, la cui presenza in Italia è documentata dalle segnalazioni per la Sardegna dove si trova il *locus classicus* (DE NOTARIS, 1838), per la Sicilia (LO GIUDICE, CRISTAUDO, 1999) e per la Calabria (PRIVITERA, PUGLISI, 2002). Un'altra specie circum-tetiana è *Tortula brevissima* Schiffn., in Italia rinvenuta in condizioni xeriche nel Sud della Calabria e in Sicilia nella città di Siracusa e a Linosa (PRIVITERA, PUGLISI, l.c.). Simili esigenze ecologiche presenta *Acaulon fontiquerianum* Casas & Sérgio, descritto per il sud della Spagna e riscontrato nel territorio italiano in Sicilia in provincia di Caltanissetta (LO GIUDICE, 1995) e in Sardegna (COGONI, SCRUGLI, 2000).

Fra i taxa i cui unici record italiani sono quelli segnalati in Sicilia, si ricorda *Entosthodon hungaricus* (Boros) Loeske, rinvenuta (sub *Physcomitrium maroccanum* Meylan) presso Mazzarino nel territorio di Caltanissetta su sedimento calcareo (HÉBRARD, LO GIUDICE, 1996). Si ricordano inoltre *Bryum gemmilucens* R. Wilczek & Demaret, riscontrato anch'esso nell'entroterra siciliano su substrato arenaceo nei pressi di Niscemi (LO GIUDICE, 1996), *Syntrichia handelii* Schiffn., citata per il bosco di Ficuzza (BLOCKEEL, 2000) e per il territorio di Enna (LO GIUDICE, CRISTAUDO, 2004), *Gygaspermum mouretii* Corb., specie circum-tetiana riportata per Capaci in provincia di Palermo (CARRATELLO, ALEFFI, 1998). Molte delle specie sopra elencate sembrano prediligere habitat disturbati, come *Acaulon fontiquerianum*, *Tortula brevissima*, *Pseudocrossidium replicatum*; a queste è da aggiungere un altro gruppo di rare ed interessanti specie riscontrate in aree urbane come *Tortula israelis* Bizot & F. Bilewsky, specie circum-tetiana segnalata in Italia solo a Roma e in Sicilia ad Agrigento, Militello V.C. (Catania) e Enna (AIELLO, DIA, 2000; GUELI *et al.*, 2001; LO GIUDICE, CRISTAUDO 2004); *Syntrichia bolanderi* (Lesq. & James) R. H. Zander, la cui segnalazione siciliana lungo i bordi di strada nei pressi di Caltagirone (Catania) è l'unica per l'Italia e seconda per l'Europa (BLOCKEEL, 1995).

Da citare sono ancora *Trichostomopsis aaronis* (Lor.) Agnew & Towensend, *T. australasiae* (Hook. & Grev.) Robins, *T. umbrosa* (Müll. Hal.) Robins, i cui report siciliani sono gli unici in Italia. In particolare, *Trichostomopsis aaronis* è segnalata per Palermo (DIA, RAIMONDO, 1994) ed Acireale in provincia di Catania (LO GIUDICE, POLIZZI, 1997), *T. australasiae* ancora per Palermo (DIA, RAIMONDO, l.c.), *T. umbrosa* per Catania ed Agrigento (GUELI *et al.*, 2001). Secondo una recente revisione effettuata da JIMÉNEZ *et al.* (2005) sul genere *Trichostomopsis*, le specie ivi incluse andrebbero trasferite al genere *Didymodon*, come già proposto da ZANDER (1978) e di queste solo *T. australasiae* e *T. umbrosa* avrebbero una autonomia specifica.

Per quanto riguarda il contingente artico-alpino è da evidenziare l'interessante e quanto mai insolita presenza di *Bryum veronense* De Not., rinvenuto lungo la riva del Belice vicino Roccamena (Palermo) (DIA, 1991). Da segnalare ancora un altro gruppo di specie orofile che, lontane dal loro centro di gravitazione trovano rifugio nelle parti alte dell'Etna, con distribuzione per lo più puntiforme a ca. 1900 m di altitudine. Si tratta di *Brachythecium collinum* (Müll. Hal.) Bruch & al., specie artico-alpina, *Desmatodon latifolius* (Hedw.) Brid., *Grimmia torquata* Hornsch. ex Grev., *Mielichhoferia mielichhoferiana* (Funck) Loeske, specie subartico subalpina, *M. elongata* Hoppe & Hornsch., specie subartico-alpina (PRIVITERA, PUGLISI, 1997a, 2002).

Di indubbio valore fitogeografico è inoltre la presenza delle specie tropicali *Calymperes erosum* Müll. Hal., precedentemente nota come *C. sommierii* Bott., unica rappresentante in Europa del genere *Calymperes*, dove è conosciuta solo per le fumarole di Pantelleria, *Trematodon longicollis* Michx., presente in Italia solo nelle fumarole di Ischia e Pantelleria, oltre che a Creta e nelle Azzorre; a queste sono da aggiungere le endemiche *Rhynchostegium strongylense* (Bott.) Buck & Privitera, nota in precedenza come *Barbella strongylensis* Bott. (BUCK, PRIVITERA, 1999), e *Campylopus pilifer* Brid. ssp. *vaporarius* (De Not.) Brullo, Privitera & Puglisi, presenti entrambe a Pantelleria e a Ischia (BRULLO *et al.*, 2001).

Meno corposo è l'elenco delle epatiche; a riguardo si vogliono ricordare alcune specie che figurano come minacciate o rare nella check-list e red-list delle Epatiche e Antocerote d'Italia (ALEFFI, SCHUMACKER, 1995), quali *Athalamia spathysii* (Lindenb.) S. Hatt., *Exormotheca pustulosa* Mitt., presenti in Italia in Campania e in Sicilia, *Riccia trabutiana* Steph., nota in Italia solo per Pachino in provincia di Ragusa (BAUDOIN *et al.*, 1984), *Riella notarisii* (Mont.) Mont., segnalata a Gela in pozze periodicamente inondate (PRIVITERA, PUGLISI, 1997b) e in Sardegna dove si trova il suo "locus classicus".

EMERGENZE VEGETAZIONALI

Nell'ambito dei sintaxa della classe fitosociologica *Racomitrietea heterostichi* Neumayr 1971 si vuole ricordare l'associazione *Racomitrio heterostichi-Grimmietum donnianae* Privitera, Puglisi 1996, di pertinenza dell'alleanza a carattere subalpino ed alpino *Andreaeion rupestris* v. Krusenstjerna & ?marda in Klika & Hadàc ex Klika 1948; l'associazione, epilittica ed orofila, rinvenuta sull'Etna nella fascia oromediterranea tra 1900 e 2000 m, rappresenta l'esempio di radiazione più meridionale dell'alleanza nella regione mediterranea (PRIVITERA, PUGLISI, 1996). Per quanto attiene ancora i sintaxa orofili un altro interessante aspetto briovegetazionale è rappresentato dall'associazione casmofila *Pohlio crudae-Bartramietum ithyphyllae* Privitera & Puglisi 1996 dei *Cladonio-Lepidozietea reptantis* Jezek & Vondráček 1962 em. Marstaller 1993; detta associazione, segnalata per l'Etna, risulta la più orofila fra

tutte quelle segnate in Sicilia raggiungendo la quota record di 2350 m. Altra associazione orofila descritta per l'Etna è *Pohlio crudae-Amphidietum mougeotii* Privitera & Puglisi 1996, degna di nota anche per il carattere troglofilo essendo stata riscontrata all'interno di diverse grotte di quota (PRIVITERA, PUGLISI, l.c.). Per le formazioni dunali costiere del versante sud-orientale dell'Isola sono, di contro, da ricordare alcuni aspetti di vegetazione edafofila di pertinenza dell'alleanza *Tortellion flavovirentis* Guerra ex Guerra & Puche 1984, di cui la più pioniera è *Tortello-Bryetum dunensis* Guerra & Puche 1984 (PRIVITERA, LO GIUDICE, 1988); nell'entroterra dell'Isola su substrato sabbioso si segnala, ancora nell'ambito del *Tortellion flavovirentis*, la presenza dell'associazione *Acaulo fontiqueriani-Bryetum gemmilucentis* Lo Giudice 2001 (LO GIUDICE, GALESI, 2001), rinvenuta nella fascia termomediterranea come del resto la gran parte delle associazioni di detta alleanza in Sicilia.

Per gli aspetti vegetazionali più xerofili è da segnalare la presenza di due sintaxa che al momento rappresentano gli unici esempi dei *Tortulo brevissimae-Aloinetalia bifrontis* Ros & Guerra 1987 in Sicilia: *Crossidio crassinervis-Aloinetum aloidis* Frey, Herrnstadt & Kürschner 1990 e *Pterygoneuretum subsessilis* Brullo, Privitera & Puglisi 1991, entrambe riscontrate in provincia di Caltanissetta in condizioni di xericità (LO GIUDICE, GALESI, l.c.).

Fra le emergenze vegetazionali da evidenziare sono, infine, tutti gli aspetti delle stazioni fumaroliche, dove si verificano condizioni microclimatiche di tipo tropicale. Considerata la peculiarità dei siti di rinvenimento e i relativi contingenti floristici, in mancanza di riferimenti bibliografici adeguati, detti aspetti sono stati inseriti nella classe fitosociologica *Campylopodetea vaporarii* appositamente descritta per le stazioni fumaroliche dell'area mediterranea (BRULLO *et al.*, 2004) e qui convalidata nell'appendice sintassonomica che segue il presente lavoro. In seno a tale sintaxon si ricordano le associazioni *Campylopodetum vaporarii*, caratteristica del bordo delle aperture, e *Calymperetum erosi*, trovata unicamente in alcune cave dove all'alta umidità dei fumi caldi si aggiunge una forte umidità ambientale.

Tutti i taxa e i sintaxa citati ed altri, che col progredire delle ricerche sicuramente si aggiungeranno, avranno modo di resistere nel tempo se ci si unisce nello sforzo di tutelare la biodiversità, sia essa propria di ambienti naturali che di ambienti artificiali. Le ragioni della scomparsa di taxa o sintaxa di habitat naturali sono generalmente da imputare all'alterazione, alla frammentazione o alla scomparsa degli habitat medesimi ad opera dell'uomo, come l'impianto di colture, il turismo, gli incendi, fenomeni questi ultimi molto frequenti nella regione mediterranea. Per quanto attiene i taxa nitrofilii, gli interventi di tutela della biodiversità devono essere mirati alla protezione e alla salvaguardia della singola emergenza floristica nell'ambito dell'habitat artificiale che deve comunque essere mantenuto. Simili problematiche sussistono per la flora che si instaura in un sito

archeologico per il quale devono convergere interventi di tutela sia del patrimonio artistico che del patrimonio naturalistico se rappresentato quest'ultimo da taxa di alta rilevanza.

La riduzione della biodiversità può verificarsi ancora per cause naturali dovute ad eventi incontrollati ed incontrollabili, come le eruzioni vulcaniche che nel territorio siciliano rappresentano un serio e costante pericolo per la sopravvivenza di alcuni importanti taxa e sintaxa. A riguardo si citano le emergenze floristiche e vegetazionali del gruppo artico-alpino o quelle di tipo tropicale che rivestono un indubbio significato scientifico e che di certo contribuiscono ad impreziosire il patrimonio storico naturale della Sicilia.

NOTE SINTASSONOMICHE

Nella presente appendice si precisa che in BRULLO *et al.* (2004) "Bryophyte vegetation of fumaroles from some Mediterranean and Macaronesian territories" sono stati descritti nuovi sintaxa, che in base alla modifica all'art. 5 del Codice di Nomenclatura Fitosociologica (WEBER *et al.*, 2000), risultano invalidi. Vengono, pertanto, qui di seguito validamente pubblicati.

Campylopodetea vaporarii Brullo, Privitera & Puglisi class. nov.

Holotypus: *Campylopodetalia vaporarii* Brullo, Privitera & Puglisi ord. nov., hoc loco
Sin.: *Campylopodetea vaporarii* Brullo, Privitera & Puglisi 2004, Nova Hedwigia 78 (3-4): 372, *nom. inval.* (art. 5).

Campylopodetalia vaporarii Brullo, Privitera & Puglisi ord. nov.

Holotypus: *Campylopodion vaporarii* Brullo, Privitera & Puglisi all. nov., hoc loco
Sin.: *Campylopodion vaporarii* Brullo, Privitera & Puglisi 2004, Nova Hedwigia 78 (3-4): 372, *nom. inval.* (art. 5).

Campylopodion vaporarii Brullo, Privitera & Puglisi all. nov.

Holotypus: *Campylopodetum vaporarii* Brullo, Privitera & Puglisi ass. nov., hoc loco
Sin.: *Campylopodion vaporarii* Brullo, Privitera & Puglisi 2004, Nova Hedwigia 78 (3-4): 373, *nom. inval.* (art. 5).

Campylopodetum vaporarii Brullo, Privitera & Puglisi ass. nov.

Holotypus: rel. 3 tab. 1, Brullo, Privitera & Puglisi (2004), hoc loco
Sin.: *Campylopodetum vaporarii* Brullo, Privitera & Puglisi 2004, Nova Hedwigia 78 (3-4): 373, *nom. inval.* (art. 5).

- subass. *typicum* Brullo, Privitera & Puglisi subass. nov.

Holotypus: vedi associazione

Sin.: *typicum* Brullo, Privitera & Puglisi 2004,

- Nova Hedwigia 78 (3-4): 373, *nom. inval.* (art. 5).
- subass. *campylopodetosum pyriformis* Brullo, Privitera & Puglisi subass. nov.
Holotypus: ril. 3 tab. 2, Brullo, Privitera & Puglisi (2004), hoc loco
Sin.: *campylopodetosum pyriformis* Brullo, Privitera & Puglisi 2004, Nova Hedwigia 78 (3-4): 373, *nom. inval.* (art. 5).
- Calymperetum erosi* Brullo, Privitera & Puglisi ass. nov.
Holotypus: ril. 7 tab. 3, Brullo, Privitera & Puglisi (2004), hoc loco
Sin.: *Calymperetum erosi* Brullo, Privitera & Puglisi 2004, Nova Hedwigia 78 (3-4): 373, *nom. inval.* (art. 5).
- Isopterygio teneri-Cyperetum polystachyi* Brullo, Privitera & Puglisi ass. nov.
Holotypus: ril. 6 tab. 4, Brullo, Privitera & Puglisi (2004), hoc loco
Sin.: *Isopterygio teneri-Cyperetum polystachyi* Brullo, Privitera & Puglisi 2004, Nova Hedwigia 78 (3-4): 375, *nom. inval.* (art. 5).
- subass. *typicum* Brullo, Privitera & Puglisi subass. nov.
Holotypus: vedi associazione
Sin.: *typicum* Brullo, Privitera & Puglisi 2004, Nova Hedwigia 78 (3-4): 375, *nom. inval.* (art. 5).
 - subass. *epipterygietosum tozeri* Brullo, Privitera & Puglisi subass. nov.
Holotypus: ril. 3 tab. 5, Brullo, Privitera & Puglisi (2004), hoc loco
Sin.: *epipterygietosum tozeri* Brullo, Privitera & Puglisi 2004, Nova Hedwigia 78 (3-4): 376, *nom. inval.* (art. 5).
 - subass. *grimmietosum lisae* Brullo, Privitera & Puglisi subass. nov.
Holotypus: ril. 2 tab. 6, Brullo, Privitera & Puglisi (2004), hoc loco
Sin.: *grimmietosum lisae* Brullo, Privitera & Puglisi 2004, Nova Hedwigia 78 (3-4): 376, *nom. inval.* (art. 5).
- Campylopodetum polytrichoidis* Giacomini 1950
- subass. *dicranelletosum variae* Brullo, Privitera & Puglisi subass. nov.
Holotypus: ril. 5 tab. 7, Brullo, Privitera & Puglisi (2004), hoc loco
Sin.: *dicranelletosum variae* Brullo, Privitera & Puglisi 2004, Nova Hedwigia 78 (3-4): 379, *nom. inval.* (art. 5).
 - subass. *campylopodetosum introflexi* Brullo, Privitera & Puglisi subass. nov.
Holotypus: ril. 8 tab. 8, Brullo, Privitera & Puglisi (2004), hoc loco
Sin.: *campylopodetosum introflexi* Brullo, Privitera & Puglisi 2004, Nova Hedwigia 78 (3-4): 381, *nom. inval.* (art. 5).
- LETTERATURA CITATA
- AIELLO P., DIA M.G., 2000 - *Tortula israelis* (Pottiaceae, Musci) found in Sicily. *Fl. Medit.*, 10: 377-380.
- ALEFFI M., SCHUMACKER R., 1995 - *Check-list and red-list of the liverworts (Marchantiophyta) and hornworts (Anthoceroophyta) of Italy*. *Fl. Medit.*, 5: 73-161.
- BAUDOIN R., BISCHLER H., JOVET-AST S., HÉBRARD J. P., 1984 - *Une banque de données phytocécologiques des Hépatiques de la région méditerranéenne (BRYOMED)*. *Webbia*, 38: 385-396.
- BLOCKEEL T. L., 1995 - *Some bryophytes from southern Italy, including new records of Syntrichia bolanderi and Aschisma carniolicum*. *Cryptogamie Bryol. Lichénol.*, 16 (2): 105-110.
- , 2000 - *New national and regional bryophyte records, 2*. *Syntrichia handelii (Schiffn.) Bach*. *J. Bryol.*, 22: 68-70.
- BRULLO S., PRIVITERA M., PUGLISI M., 2001 - *Phytogeographical considerations on the fumarole bryoflora from Mediterranean and Macaronesian areas*. *Boccone*, 13: 329-336.
- , 2004 - *Bryophyte vegetation of the fumaroles from some Mediterranean and Macaronesian territories*. *Nova Hedwigia*, 78 (3-4): 367-387.
- BUCK W. R., PRIVITERA M., 1999 - *Taxonomic remarks on Rhynchostegium strongylense (Bott.) comb. nov., rare endemic from the Mediterranean area*. *Cryptogamie, Bryol.*, 20 (1): 11-15.
- CARRATELLO A., ALEFFI M., 1998 - *Gigaspermum mouretii Corb.* (Gigaspermaceae, Musci), a new species from Italy. *Acta Bot. Malacitana*, 23: 203-207.
- COGONI A., SCRUGLI A., 2000 - *Acaulon fontiquerianum Casas et Sérgio* (Musci, Pottiaceae) new to Sardinia (Italy). *Cryptogamie, Bryol.*, 21(4): 285-288.
- DE NOTARIS G., 1838 - *Syllabus muscorum in Italia et in insulis circumstantibus hucusque cognitorum*. Ex typ. Canfari. Torino.
- DIA M. G., 1991 - *Primo rinvenimento in Sicilia di Bryum veronese De Not.* *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Pisa Mem. B.*, 98: 153-157.
- DIA M. G., PRIVITERA M., PUGLISI M., 2003 - *New reports of Pseudocrossidium replicatum (Pottiaceae, Musci) from Sicily*. *Fl. Medit.*, 13: 297-301.
- DIA M. G., RAIMONDO F. M., 1994 - *First record of two species of Trichostomopsis (Pottiaceae) from Sicily*. *Fl. Medit.*, 4: 21-24.
- GIACOMINI V., 1950 - *Ricerche sulla flora briologica xerothermica delle Alpi Italiane*. *Vegetatio*, 3: 1-123.
- GUELI L., DIA M. G., LO GIUDICE R., 2001 - *New or interesting records for the Sicilian moss flora*. *Fl. Medit.*, 11: 5-10.
- HÉBRARD J. P., LO GIUDICE R., 1996 - *Physcomitrium maroccanum Meylan in Sicily, new to the European bryoflora*. *J. Bryol.*, 19: 325-332.
- JIMÉNEZ J. A., ROS R. M., CANO M. J., GUERRA J., 2005 - *A new evaluation of the genus Trichostomopsis (Pottiaceae, Bryophyta)*. *Bot. J. Linnean Soc.*, 147: 117-127.
- LO GIUDICE R., 1995 - *Acaulon fontiquerianum Casas & Sérgio* (Pottiaceae, Bryophytina), new to the bryoflora of Italy. *Fl. Medit.*, 5: 69-72.
- , 1996 - *On the Bryum bicolor complex in Italy including Bryum gemmilucens Wilcz. & Dem., new species to the Italian bryological flora*. *Fl. Medit.*, 6: 61-67.
- LO GIUDICE R., CRISTAUDDO A., 1999 - *Italian distribution and first record for Sicily of Grimmia capillata De Not.* (Grimmiaceae). *Fl. Medit.*, 9: 125-129.

- , 2004 - *Chorological and ecological survey on the vascular and bryophytic flora in Enna territory (Erei Mountains, C-Sicily)*. Fl. Medit., 14: 357-417.
- LO GIUDICE R., GALESÌ R., 1997 - *A second record of Pterygoneurum subsessile (Brid.) Jur. in Italy*. Fl. Medit., 7: 139-143.
- , 2001 - *Synecology, syntaxonomiy and syndynamism of terrestrial bryophyte communities of southern Sicily*. Nova Hedwigia, 72 (3-4): 503-530.
- LO GIUDICE R., POLIZZI M. D., 1997 - *Dati ecologici e corologici sulla flora tracheofitica e briofitica dei complessi monumentali e archeologici di Acireale (Sicilia orientale)*. Arch. Geobot., 3 (1): 81-94.
- PRIVITERA M., LO GIUDICE R., 1988 - *Sulla briovegetazione psammofila della Sicilia sud-orientale*. Doc. Phytosoc. n.s., 11: 433-446.
- PRIVITERA M., PUGLISI M., 1996 - *La vegetazione briofitica dell'Etna (Sicilia, Italia)*. Braun Blanquetia, 19: 59 pp.
- , 1997a - *Noteworthy orophilous mosses from Mount Etna (Sicily)*. Bocconea, 5: 905-911.
- , 1997b - *Riella notarisii (Mont.) Mont.* (Hepaticae, Riellaceae), *rediscovered in Italy*. Fl. Medit., 7: 149-152.
- , 2002 - *Some interesting records for the Italian moss flora*. Cryptogamie, Bryol., 23 (2): 171-179.
- , 2004 - *La vegetazione briofitica della Sicilia*. Braun Blanquetia, 34: 129-141.
- WEBER H. E., MORAVEC J., THEURILLAT J.-P., 2000 - *International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition*. J. Veg. Sci., 11: 739-768.
- ZANDER R. H., 1978 - *New combinations in Didymodon (Musci) and a key to the taxa in North America north of Mexico*. Phytologia, 41: 11-32.

RIASSUNTO – Vengono evidenziati in questo lavoro i taxa e i sintaxa briofitici che, per la loro rarità e vulnerabilità, sono da considerare delle emergenze da salvaguardare. Si tratta di alcune specie alpine, tropicali, endemiche, e di alcune appartenenti agli elementi Circui-Tetiano e Xerothermico-Pangeanico. Piuttosto interessanti sono anche le specie nitrofila, alcune delle quali presenti in habitat urbani. Per quanto concerne gli aspetti vegetazionali, sono meritevoli di attenzione alcune associazioni appartenenti alle classi *Racomitrietea heterostichi*, *Cladonio-Lepidozietea reptantis*, *Barbuletea unguiculatae*. Ci si augura che fattori naturali o antropici non riducano questa interessante biodiversità floristica e vegetazionale del territorio siciliano.

AUTORI

Maria Privitera, Marta Puglisi, Dipartimento di Botanica, Università di Catania, Via A. Longo 19, 95125 Catania

Lineamenti della vegetazione briofitica dell'Aspromonte (Italia meridionale)

M. PUGLISI

ABSTRACT – *Outlines of the Bryophyte vegetation from the Aspromonte massif (S Italy)* – A survey on the bryovegetation of the massif is presented. The aquatic bryovegetation refers to the phytosociological class *Platyhypnidio-Fontinaletea antipyreticae*, and the hygrophilous vegetation to the class *Adiantetea* and to the alliances *Cardamino-Montion* and *Cratoneurion commutati* of the class *Montio-Cardaminetea*. The terricolous bryovegetation of the lower altitudes is included in the class *Barbuletea unguiculatae*, mainly represented by communities of the alliances *Grimaldion fragrantis*, *Homalothecio aurei-Pleurochaetion squarrosae*; instead, the montane, terricolous and acidophilous bryovegetation, widespread in Aspromonte, is included in the classes *Cladonio-Lepidozietea reptantis* and *Ceratodonto-Polytrichietea piliferi*. As regards the epilithic bryovegetation, some associations of the classes *Grimmietea anodontis* and *Neckeretea complanatae* and above all of the class *Racomitrietea heterostichi* are present. The epiphytic bryovegetation refers to the order *Orthotrichetalia* of the class *Frullanio dilatatae-Leucodontetea sciuroidis*.

Key words: bryophytes, vegetation, Aspromonte massif, S Italy

INTRODUZIONE

L'Aspromonte, con una superficie complessiva di 3000 kmq, rappresenta l'ultima propaggine dell'Appennino calabro collegato alla Sila tramite la catena delle Serre. Sotto il profilo geologico, fa parte dell'Arco Calabro-Peloritano, complesso di rocce cristalline di origine alpina. La parte centrale del massiccio, che rappresenta il nucleo fondamentale, è costituita da rocce (gneiss, micascisti) del Paleozoico, su cui si sono poi riversati o addossati altri substrati silicei, quali filladi e graniti. Queste rocce sono identiche a quelle che costituiscono i Monti Peloritani, a riprova del collegamento esistente tra le due zone prima della formazione dello stretto di Messina. I substrati di natura basica (calcarei coralligeni, marne, gessi, arenarie, ecc.) sono meno diffusi e si trovano soprattutto lungo il versante ionico a quote piuttosto basse. Per quanto concerne la rete idrografica del massiccio, essa risulta costituita in genere da corsi d'acqua piuttosto brevi, con piccoli bacini idrografici e con un regime di tipo torrentizio. Tra i principali corsi d'acqua si ricordano il Petrace, che scorre nel versante settentrionale, diverse fiumare distribuite principalmente nel versante meridionale, i torrenti Listi, Menta, Vasi, localizzati nell'area montana. Per quanto concerne il clima, esso risulta molto vario sia in relazione all'altitudine che all'esposizione dei versanti. In generale il regime termo-pluviometrico

consente di ascrivere il clima al tipo mediterraneo e, nella parte più elevata, al tipo temperato.

VEGETAZIONE BRIOFITICA

Lungi da una dettagliata trattazione degli aspetti briovegetazionali, in questo breve contributo si vuole tracciare una panoramica della vegetazione briofitica, sulla base di alcuni dati bibliografici e di dati inediti. La briovegetazione, a differenza della vegetazione fanerogamica che è stata oggetto di un'ampia monografia (BRULLO *et al.*, 2001), risulta al momento molto poco conosciuta; da citare a riguardo sono solo frammentari contributi che riguardano la briovegetazione basifila del versante meridionale del massiccio (PUGLISI, 1995), gli aspetti termo-xerofili calanchivi del litorale meridionale (PRIVITERA, PUGLISI, 1999), la vegetazione igro-idrofila (PRIVITERA, PUGLISI, 1995), a cui si aggiungono alcune notizie che si possono trarre da lavori a carattere generale riguardanti la vegetazione fanerogamica (SIGNORELLO, 1986; BRULLO *et al.*, l.c.).

La vegetazione igrofila risulta rappresentata prevalentemente da aspetti brio-pteridofitici o brio-cormofitici, raramente prettamente briofitici, riconducibili rispettivamente alle classi *Adiantetea* Br.-Bl. & R. Tx. ex Br.-Bl. 1948 e *Montio-Cardaminetea* Br.-Bl. & R. Tx. ex Br.-Bl. 1948 (PRIVITERA, PUGLISI, 1995). Le

associazioni della classe *Adiantetea* si sviluppano soprattutto nelle fasce termo e mesomediterranea ad ombroclima compreso tra secco e umido nell'ambito della vegetazione forestale dei *Quercetea ilicis* Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950; gli ambienti tipicamente colonizzati da detti sintaxa sono pareti fortemente inclinate solcate da percolamenti di acque freatiche o di scorrimento ricche in carbonati. Nelle stazioni montane le associazioni di questa classe sono sostituite dalle comunità della classe *Montio-Cardaminetea*, adattate a condizioni ambientali più fredde. Questo syntaxon, a carattere orofilo, è rappresentato in Aspromonte da comunità acidofile dell'alleanza *Cardamino-Montion* Br.-Bl. 1926, riscontrate in massima parte all'interno di formazioni boschive dei *Querceto-Fagetea* Br.-Bl. & Vliieger in Vliieger 1937 caratterizzate da un ombroclima fortemente umido, e da comunità basifile dell'alleanza *Cratoneurion commutati* W. Koch 1928. Gli habitat su cui si insediano le cenosi sono pareti rocciose ricoperte da uno strato più o meno spesso di terreno e percorse da acque, piccole cascate e, preferibilmente, sponde di corsi d'acqua dove raggiungono la loro massima espressione.

La vegetazione idrofila, distribuita nei piani collinare e montano, è rappresentata da fitocenosi paucispecifiche che si insediano in ambienti puramente acquatici; la classe di loro pertinenza è *Platyhypnidio-Fontinaletea antipyrethicae* Philippi 1956, con aspetti dell'ordine *Leptoctyetalia riparii* Philippi 1956 e dell'ordine *Brachythecietalia plumosi* Philippi 1956, syntaxon quest'ultimo presente ad alte quote. Le comunità dei *Brachythecietalia plumosi*, in condizioni di minore apporto idrico, vengono sostituite da aspetti dei *Montio-Cardaminetea*, e questi, a loro volta, in condizioni di minore igrofilia, si arricchiscono di specie dei *Diplophylletalia albicantis* Philippi 1963 (PRIVITERA, PUGLISI, l.c.).

La vegetazione epilitica rientra in gran parte nella classe *Racomitrietea heterostichi* Neumayr 1971, a carattere acidofilo e pertanto abbastanza diffusa sul massiccio montuoso per la prevalenza di rocce di natura acida. Il syntaxon si sviluppa in un ampio range altitudinale, essendo rappresentato dal piano collinare, dove si riscontrano gli aspetti più termofili, al piano montano in corrispondenza delle faggete di altitudine e dei cespuglieti pulvinati orofili dei *Cerastio-Carlinetea nebrodensis* Brullo 1984, raggiungendo la quota record di 1800 m (PUGLISI, in stampa). Non mancano aspetti epilitici a carattere basifilo di pertinenza della classe *Grimmietea anodontis* Hadac et Vondráček in Jezek et Vondráček 1962, di cui alcuni localizzati sui pochi affioramenti di calcari e calcareniti del versante ionico-meridionale (PUGLISI, 1995). Ben rappresentati, nonostante la natura acida del substrato, sono gli aspetti dei *Neckeretea complanatae* Marstaller 1986, a carattere strettamente basifilo e più esigenti in umidità edafica e soprattutto atmosferica, presenti questi ultimi su rocce ombreggiate in stazioni di sottobosco.

La vegetazione terricola è rappresentata da numerose associazioni, tra cui alcune molto diffuse, di perti-

nenza delle classi *Barbuletea unguiculatae* Mohan 1978, *Cladonio-Lepidozietea reptantis* Jezek & Vondráček 1962 em. Marstaller 1993 e *Ceratodonto-Polytrichetea piliferi* Mohan 1978. La classe *Barbuletea unguiculatae* è ampiamente diffusa dal piano basale al collinare. Nell'ambito di questo syntaxon sono stati rinvenuti aspetti tipici di ambienti disturbati o molto disturbati come alcune associazioni del *Grimaldion fragrantis* ?marda & Hadac 1944 (PUGLISI, 1995; PRIVITERA, PUGLISI, 1999). Gli aspetti terricoli di ambienti naturali poco disturbati sono, per lo più, da riferire all'alleanza *Homalothecio aurei-Pleurochaetion squarrosae* (Ros & Guerra 1987) Marstaller 1993. In Aspromonte si rinvencono anche le fitocenosi più xerofitiche della classe *Barbuletea unguiculatae* rappresentate da associazioni dell'ordine *Tortulo brevissimae-Aloinetalia bifrontis* Ros & Guerra 1987. Si tratta di associazioni termofile e marcatamente xerofile, rinvenute sporadicamente nelle stazioni calanchive del litorale meridionale del massiccio montuoso in corrispondenza delle praterie steppiche dei *Lygeo-Stipetea* Rivas Martinez 1978 dove all'aridità climatica si aggiunge la marcata aridità del tipo di substrato (PRIVITERA, PUGLISI, l.c.).

La briovegetazione terricola e acidofila di quota è da riferire alle classi *Ceratodonto-Polytrichetea piliferi* e *Cladonio-Lepidozietea reptantis*. Nella prima convergono gli aspetti xerofili e fotofili caratteristici di suoli secchi e sciolti di stazioni aperte ed esposte; nella seconda, molto più rappresentata, si inquadrano le comunità a carattere prevalentemente mesofilo, riscontrate su suoli più maturi sia in aree boschive aperte che in ambiente di sottobosco, nell'ambito soprattutto delle faggete ascrivibili al *Doronicofagion* Ubaldi et al. ex Ubaldi 1995 e al *Campanulo trichocalycinae-Fagion* Ubaldi ex Brullo, Scelsi & Spampinato 2001.

Gli aspetti briovegetazionali epifittici individuati rientrano nell'ordine *Orthotrichetalia* Hadac in Klika & Hadac 1944 della classe *Frullanio dilatatae-Leucodontetea sciuroidis* Mohan 1978. Si tratta di comunità xerofile e xero-mesofile di pertinenza dell'alleanza *Syntrichion laevipilae* Ochsner 1928 e comunità dell'alleanza *Fabronion pusillae* (Barkman 1958) Gil & Guerra 1981, le ultime complessivamente più esigenti in umidità atmosferica. Gli aspetti del *Syntrichion laevipilae* risultano più rappresentati nel piano collinare e submontano, a differenza delle briocenosi del *Fabronion pusillae* che trovano, invece, la massima espressione nel piano montano in ambiente di faggeta.

LETTERATURA CITATA

- BRULLO S., SPAMPINATO G., SCELSI F., 2001 - *La vegetazione dell'Aspromonte. Studio fitosociologico*. Baruffa Editore, Reggio Calabria. 368 pp.
- PRIVITERA M., PUGLISI M., 1995 - *Osservazioni fitosociologiche sulla briovegetazione igro-idrofila dell'Aspromonte (Calabria)*. Inform. Bot. Ital., 27 (1): 144-152.
- , 1999 - *Bryophyte vegetation of the badlands from the Aspromonte massif (S Italy)*. Nova Hedwigia, 69 (1/2): 195-210.

- PUGLISI M., 1995 - *Note sulla briovegetazione basifila del versante meridionale dell'Aspromonte (Calabria)*. Arch. Geobot., 1 (1): 35-43.
- SIGNORELLO P., 1986 - *Osservazioni fitosociologiche sulla vegetazione dell'Aspromonte*. Pubbl. Ist. Bot. Univ. Catania. 20 pp.

RIASSUNTO - Viene presentato un quadro sulla vegetazione briofitica dell'Aspromonte. Si tratta di aspetti briovegetazionali acquatici riferiti alla classe *Platyhypnidio-Fontinaletea antipyreticae*, aspetti igrofilo inquadrati nella classe *Adiantetea* e nelle alleanze *Cardamino-Montion* e *Cratoneurion commutati* dei *Montio-Cardaminetea*. La

briovegetazione terricola di bassa quota è da riferire principalmente ad alcune comunità delle alleanze *Grimaldion fragrantis*, *Homalothecio aurei-Pleurochaetion squarrosae* della classe *Barbuletea unguiculatae*; la vegetazione montana, terricola, acidofila è, invece, da riferire alle classi *Cladodio-Lepidozietea reptantis* e *Ceratodonto-Polytrichetea piliferi*. Per quanto riguarda gli aspetti epilitici, questi sono da riferire alle classi *Grimmietea anodontis*, *Neckeretea complanatae* e soprattutto *Racomitrietea heterostichi*. La vegetazione epifitica, infine, è inquadrata nell'ordine *Orthotrichetalia* della classe *Frullanio dilatatae-Leucodontetea sciuroidis*.

AUTORE

Marta Puglisi, Dipartimento di Botanica, Università di Catania, Via A. Longo 19, 95125 Catania, e-mail: puglisi@dipbot.unict.it

Variabilità genetica nel muschio *Leptodon smithii* mediante marcatori ISSR in relazione a gradienti ecologici

V. SPAGNUOLO, L. MUSCARIELLO, S. TERRACCIANO, R. CASTALDO COBIANCHI e S. GIORDANO

ABSTRACT – *Genetic variability in the moss Leptodon smithii detected by ISSR markers in relation to ecological gradients* - Genetic diversity, detected by ISSR (internal simple sequence repeats) primers, and trace element contents were measured in moss *Leptodon smithii* gathered in five stations, two located in urban parks of Naples city and three in extra-urban *Quercus ilex* woods of southern Italy. Whole gametophytes were collected from *Quercus ilex* trunks in each sampled site and analysed by ISSR primers; representative samples of shoots and superficial soil were gathered in each site and analysed by ICP-MS to detect elemental composition of plant and soil matrices and the enrichment factors (EF) with reference to Al. The results obtained show that genetic diversity is lower in the urban sites, where fewer haplotypes and lower frequency/cover values are observed. At the same time, moss shoots from urban sites show significantly higher EF compared to extraurban sites suggesting that genetic diversity observed seems strongly influenced by environmental disturbance.

Key words: bryophytes, enrichment factor, epiphytes, genetic diversity, ISSR, *Leptodon smithii*, trace elements

INTRODUZIONE

Sin dagli anni '60 le briofite, per la loro sostanziale dipendenza dall'ambiente atmosferico, sono ampiamente utilizzate sia come bioindicatori della qualità dell'aria, sia come bioaccumulatori di inquinanti, in particolare metalli pesanti (GERDOL, CENCI, 1998). Nell'utilizzo delle briofite come bioindicatori viene sfruttata la loro sensibilità ai contaminanti atmosferici; i biomonitori più sensibili agli inquinanti possono infatti manifestare alterazioni morfo-fisiologiche, danni genetici, modificazioni delle modalità riproduttive, con conseguente riduzione della biodiversità, intesa sia come ricchezza in specie e composizione delle comunità che come variabilità genetica intraspecifica.

L'utilizzo dei muschi indigeni e trapiantati come bioaccumulatori di elementi in traccia consente l'allestimento di fitte reti di monitoraggio su vaste aree e permette, sulla base di valutazioni degli effetti additivi e sinergici degli inquinanti atmosferici sui biomonitori, di pianificare opportuni interventi di recupero.

In questo lavoro vengono presentati i dati preliminari sulla diversità genetica e sul contenuto di elementi in traccia in cinque popolazioni del muschio *Leptodon smithii* raccolte in differenti condizioni ecologiche e di impatto antropico.

MATERIALI E METODI

Leptodon smithii è un muschio dioico, pleurocarpo, epifita facoltativo. Il suo habitat ideale nell'area mediterranea è rappresentato dalla corteccia degli alberi in boschi chiusi e umidi. Secondo la classificazione proposta da DURING (1979), questo muschio rientra tra le specie perennial stayer, caratterizzate da lungo ciclo vitale e basso tasso di riproduzione sessuale e asessuale, strategia maggiormente diffusa tra quelle specie che, come *L. smithii*, mostrano la massima frequenza e copertura durante gli stadi successionali avanzati.

Lo studio è stato condotto in Campania dove sono state individuate 5 stazioni di campionamento: 3 sono localizzate in aree extraurbane, con bassi livelli di contaminazione, lontane da grandi città e situate in aree protette (Stazioni Ot, SS, Ve); le altre 2 stazioni (Stazioni Fp, Cp) sono situate nell'area urbana di Napoli, in due parchi storici circondati da strade ad intenso traffico veicolare.

Per l'analisi della variabilità genetica sono stati selezionati 3 alberi di *Quercus ilex* per ogni sito, preferendo quelli con la massima copertura briofitica, e su ognuno sono stati prelevati 10 gametofiti. Il DNA ottenuto da ciascuno di essi è stato amplificato con 5 primers ISSR (internal simple sequence repeats); dai

profili di bande ottenuti mediante elettroforesi su gel d'agarosio è stata ricavata una matrice binaria, successivamente analizzata mediante 2 software specifici, Arlequin version 2000 (SCHNEIDER *et al.*, 2000) e Syn-Tax 2000 (PODANI, 2001).

Per quanto riguarda l'analisi degli elementi in traccia, in ogni sito è stato raccolto da diversi tronchi circa 1 grammo di *L. smithii*; similmente, il suolo è stato prelevato in più punti nello strato superficiale. Sia il materiale vegetale che il suolo sono stati polverizzati, digeriti con una miscela di acido nitrico, acido fluoridrico e perossido di idrogeno e infine sottoposti ad analisi ICP-MS (inductively coupled plasma-mass spectrometry) per la determinazione del contenuto dei seguenti elementi: As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Ti, V, Zn. Per ogni elemento è stato calcolato il Fattore di Arricchimento (EF) che rappresenta la normalizzazione dei valori di concentrazione dei metalli pesanti nei suoli e nei biomonitors rispetto ad un elemento conservativo come l'alluminio, per consentire di discriminare l'apporto antropico da quello terrigeno (BARGAGLI, 1998).

RISULTATI E DISCUSSIONE

I risultati ottenuti evidenziano una minore variabilità genetica (valutata sulla base del numero di aplotipi ed altri indici di diversità genetica), e contemporaneamente più elevati valori del EF nelle popolazioni di *L. smithii* provenienti dai siti urbani rispetto a quelle dei siti extra-urbani.

La riduzione della biodiversità evidenziata dai dati molecolari nei siti urbani concorda con la riduzione della copertura vegetale, con il decremento demografico e con le caratteristiche fenologiche già emerse in precedenti lavori condotti tra il 1963 ed il 2004 sulle briofite epifite presenti nei parchi urbani di Napoli e in alcune leccete della Campania. Questi hanno evidenziato, nel tempo, un decremento progressivo del numero totale di specie e dei valori di frequenza/copertura, l'incremento della riproduzione asessuale rispetto a quella sessuale e l'incremento delle specie acrocarpe rispetto a quelle pleurocarpe. In particolare, per *L. smithii* si è osservata una diminuzione dei valori di frequenza e copertura (Cp dal 100% al 86,6%, Fp dal 66,6% al 33,3%) e l'assenza di sporofiti nei siti Fp e Ve negli ultimi 40 anni (CASTALDO COBIANCHI *et al.*, 1993; GIORDANO *et al.*, 2004).

I risultati molecolari mostrano anche un'evidente correlazione inversa con gli EF di alcuni elementi in traccia ($r=-0.80$): infatti, i valori più alti di EF per elementi di origine antropica quali Pb, Cu, Cd e Zn sono stati evidenziati nei tessuti di *L. smithii* raccolti nei siti urbani Fp e Cp, laddove è stata anche riscontrata la minore variabilità genetica (Fig. 1). La stretta correlazione tra il grado di alterazione ambientale e la riduzione della biodiversità può essere spiegata come conseguenza non solo dello stress dovuto ai livelli elevati di inquinanti atmosferici, ma anche dei cambiamenti microclimatici che l'urbanizzazione produce.

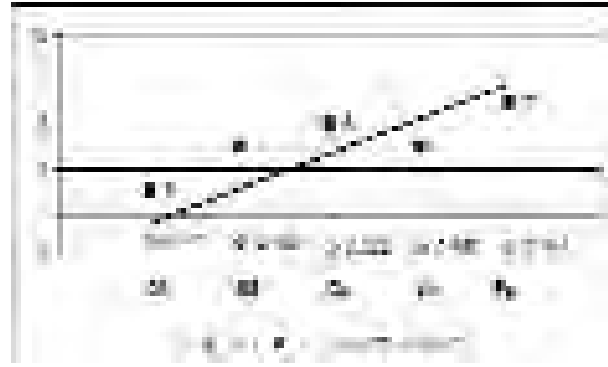


Fig. 1

Correlazione tra diversità genetica (GD) e fattore di arricchimento (EF) nei cinque siti studiati; i valori indicano l'EF medio per sito e l'indice di diversità genetica nell'intervallo 0-1.

Correlation between genetic diversity (GD) and enrichment factor (EF) in the investigated sites; values indicate the average EF of each site and gene diversity within the interval 0-1.

Inoltre, il livello di diversità molecolare risulta fortemente influenzato da fattori come le dimensioni (SLATKIN, 1987) e l'età (CRONBERG, 2002) della popolazione, la struttura del bosco e la strategia di vita della specie. Le spore rappresentano le uniche unità di dispersione di questo muschio, e la loro assenza comporta l'interruzione del flusso genico e quindi l'isolamento delle colonie.

Le differenze molecolari osservate tra i siti urbani ed extraurbani, possono quindi essere imputate alla perdita di cloni per frammentazione dell'habitat e all'azione della deriva genetica, che subentra in seguito all'interruzione del flusso genico.

L'utilizzo di marcatori ISSR in popolazioni naturali di muschi sembra quindi un utile strumento per inferire la struttura genetica, ricostruire relazioni filogeografiche recenti e monitorare le trasformazioni indotte dall'impatto antropico.

LETTERATURA CITATA

- BARGAGLI R., 1998 - *Trace elements in terrestrial plants: an ecophysiological approach to biomonitoring and biorecovering*. Springer-Verlag, Berlin.
- CASTALDO COBIANCHI R., GIORDANO S., ESPOSITO A., GRANATO M., 1993 - *La brioflora epifita dei parchi urbani di Napoli: 1963 - 1993. Un confronto a distanza di 30 anni*. Giorn. Bot. Ital., 127: 538.
- CRONBERG N., 2002 - *Colonization dynamics of the clonal moss *Hylocomium splendens* on islands in a Baltic land uplift area: reproduction, genet distribution and genetic variation*. J. Écol., 90: 925-935.
- DURING H.J., 1979. *Life strategies of bryophytes: a preliminary review*. Lindbergia, 5: 2-18.
- GERDOL R., CENCI R. M., 1998 - *Impiego di Briofite per il monitoraggio della qualità dell'aria: problematiche generali e stato dell'arte in Italia*. Atti Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale": 79-93. Roma, 26-27 novembre 1998.
- GIORDANO S., SORBO S., ADAMO P., BASILE A., SPAGNUOLO V., CASTALDO COBIANCHI R., 2004 -

- Biodiversity and trace element content of epiphytic bryophytes in urban and extraurban sites of southern Italy.* Plant Ecol., 170: 1-14.
- PODANI J., 2001. Syn-Tax 2000 - *Computer programs for data analysis in ecology and systematics.* Scientia Publishing, Budapest.
- SCHNEIDER S., ROESSLI D., EXCOFFIER L., 2000 - *Arlequin ver. 2000. A software for population genetics data analysis.* Genetics and Biometry Laboratory, University of Geneva, Switzerland.
- SLATKIN M., 1987 - *The average number of sites separating DNA sequences shown from a subdivided population.* Theor. Popul. Biol., 32: 42-49.
- RIASSUNTO - In cinque popolazioni del muschio epifita *Leptodon smithii*, raccolto in siti della Campania a diverso impatto antropico, sono stati valutati la diversità genetica tramite primers ISSR e l'arricchimento in elementi in traccia rispetto all'Al del suolo. Risultati preliminari indicano che la diversità genetica è minore nei siti urbani dove si registrano contemporaneamente valori di frequenza/coertura più bassi e fattori di arricchimento in elementi in traccia più elevati.

AUTORI

Valeria Spagnuolo, Stefano Terracciano, Simonetta Giordano, Dipartimento di Biologia Strutturale e Funzionale, Università di Napoli "Federico II", Complesso Universitario Monte S. Angelo, Via Cintia 4, 80126 Napoli
Livio Muscariello, Laboratorio di Biotecnologie Applicate, Dipartimento di Scienze Anestesiologiche, Chirurgiche e dell'Emergenza, SUN, Via Costantinopoli 16, 80135 Napoli
Rosa Castaldo Cobianchi, Dipartimento delle Scienze Biologiche, Sezione Biologia Vegetale, Università di Napoli "Federico II", Via Foria 223, 80139 Napoli

Analisi del patrimonio naturale nelle Aree Protette: monitoraggio della diversità briofitica nella Riserva naturale "Montagna di Torricchio"

R. TACCHI

ABSTRACT - *Analysis of the natural patrimony of protected areas: monitoring the bryophyte diversity of the "Montagna di Torricchio" Nature Reserve* – In this study a method of biodiversity estimation and monitoring in protected areas, proposed for phanerogams and adapted for bryophytes, was used. The data were compared with those obtained through traditional species survey, in order to evaluate both methodologies. The goal of the study was to assess whether an estimation method can represent the bryophyte biodiversity of the "Montagna di Torricchio" Nature Reserve, and to learn what information it can provide.

Key words: bryophytes, biodiversity, Marche, Nature Reserve "Montagna di Torricchio"

INTRODUZIONE

La conservazione di un elevato livello di biodiversità degli ecosistemi è oggi un principio ampiamente accettato, perché rappresenta non solo un bene da trasmettere alle generazioni future per il miglioramento della qualità della vita, ma anche un bene in se stesso, che ha diritto alla propria esistenza.

Il miglior modo per difendere la biodiversità è quello di conoscerla, valutarne le componenti, comprendere i processi che la influenzano e cercare di prevedere le conseguenze di un'eventuale riduzione.

Un metodo di stima e di monitoraggio di dati di biodiversità, basato su un approccio rigoroso, permetterà di misurarne le dinamiche qualitative e quantitative in modo oggettivo.

DESCRIZIONE DELL'AREA

La Riserva naturale "Montagna di Torricchio" è stata istituita nel 1970, dopo la sua donazione all'Università di Camerino da parte del Marchese Mario Incisa della Rocchetta, ed è gestita in regime di riserva integrale.

È situata nella dorsale centro-meridionale dell'Appennino marchigiano e rientra quasi completamente nel bacino idrografico del Fiume Chienti (versante adriatico), con una piccola porzione compresa nell'alta Val Nerina (versante tirrenico). Si estende per una superficie di circa 317 ha ad un'altitudine compresa fra 820 e 1491 m s.l.m. nella Val di Tazza, ed è delimitata dalle pendici dei monti Fema (1575 m), Cetrognola (1491 m) e Torricchio (1444 m).

Nonostante la limitata estensione, la Riserva è carat-

terizzata da una considerevole varietà di ambienti (BALLELLI, FRANCALANCIA, 1982)

Dal punto di vista geologico sono rappresentate le formazioni di tipo calcareo, calcareo marnoso e marnoso, che vanno dal periodo Giurassico inferiore fino all'era Quaternaria (DEIANA, PIERUCCINI, 1976).

Il territorio della Riserva è interessato da due serie di vegetazione (VENANZONI, KWIATKOWSKI, 1994) rispettivamente per il piano collinare (*Scutellario-Ostryeto carpinifoliae* sigmetum) e quello montano (*Polysticho-Fageto* sigmetum). La serie del piano collinare occupa il fondo della Val di Tazza lungo il tratto compreso tra Le Porte e la zona Fontanelle, per risalire fino a quote abbastanza elevate sulle pendici sud-orientali del Monte Cetrognola. Nei versanti più scoscesi o alterati, lo *Scutellario-Ostryeto carpinifoliae* si presenta aperto con le specie arboree più isolate e presenza di *Quercus pubescens* Willd. subsp. *pubescens*. Dove la copertura forestale è stata completamente distrutta si rinvencono due associazioni di pascolo: *Asperulo purpureae-Brometum erecti* Biondi & Ballelli 1981 ex Biondi, Ballelli, Allegrezza & Zuccarello 1995 e *Seslerio nitidae-Brometum erecti* Bruno 1968. La prima rappresenta un pascolo xerico che si sviluppa su suoli meno evoluti dei versanti sud orientali dei monti Cetrognola e Torricchio fino ad una altitudine di 1200 m ca.; la seconda, a carattere fortemente pioniero, è limitata ad alcune piccole aree con forte pendenza, interne alla formazione precedente. Tutte le aree pascolive, a causa dell'abbandono delle attività antropiche, sono soggette alla coloniz-

zazione di arbusti come *Cytisophyllum sessilifolium* (L.) Lang, *Spartium junceum* L. e *Prunus spinosa* L. subsp. *spinosa*, che hanno un ruolo fitosociologico nell'ambito dell'associazione *Spartio juncei-Cytisetum sessilifolii* Biondi, Allegrezza & Guitian 1988.

La serie del piano montano, compresa tra 800-900 e 1491 m, limite altimetrico della Riserva, ricopre quasi totalmente i versanti rivolti a nord della Val di Tazza mentre diviene più frammentaria in altre zone, dove in passato si è maggiormente deforestato per favorire il pascolo. Per la maggior parte si tratta di un bosco ceduo con molte superfici governate a ceduo matricinato, alcune avviate all'alto fusto. Le praterie sono rappresentate dall'associazione *Campanulo glomeratae-Cynosuretum* Ubaldi 1978, riscontrata in prossimità del Casale Piscini su suoli profondi e freschi dove viene ancora mantenuto lo sfalcio, e da *Brizo mediae-Brometum erecti* Biondi & Ballelli 1982, rinvenuta prevalentemente sulle sommità dei monti Cetrognola e Fema su suolo ancora più evoluto. Un tipo di pascolo più xerico rispetto al precedente è rappresentato da *Asperulo purpureae-Brometum erecti* Biondi & Ballelli 1981 ex Biondi, Ballelli, Allegrezza & Zuccarello 1995 *teucrietosum montani* Biondi & Ballelli 1981, riscontrato nei versanti acclivi su suoli meno evoluti a causa dei processi di erosione in atto; sui versanti fortemente acclivi dei monti Rotondo, Fema e Cetrognola in parte, si rinviene infine la comunità a *Sesleria nitida* Ten. e *Bromus erectus* Huds.

La fisiografia è infine completata da una serie di ambienti particolari come pareti rocciose, zone detritiche, aree antropizzate, luoghi ruderali, fontanili, pozze di risorgiva, ecc.

Da un punto di vista climatico il comprensorio della Montagna di Torricchio, secondo RIVAS-MARTINEZ (1987), si colloca a cavallo della fascia montana inferiore e superiore.

METODO DI STUDIO

È stato utilizzato un metodo di "Stima e monitoraggio della Biodiversità in aree protette", proposto per fini conservazionistici della flora fanerogamica (CHIARUCCI *et al.*, 2001), adattato in questa ricerca al rilevamento della diversità briofitica. L'obiettivo principale è quello di verificare se tale metodologia è in grado di rappresentare la diversità briofitica della Riserva naturale "Montagna di Torricchio" e quali informazioni è in grado di fornire.

I dati sono stati confrontati con quelli ottenuti mediante il rilevamento briofloristico tradizionale, condotto nell'arco di diversi anni, al fine di ottenere

una valutazione oggettiva di entrambe le metodologie.

Oltre alla ricchezza specifica, è stata valutata la diversità morfologico-funzionale della componente briofitica, così da acquisire maggiori informazioni circa l'ecologia e la funzionalità nel sistema in cui essa gravita.

Per ogni taxon sono stati riportati i valori degli indici ecologici relativamente a luminosità, umidità e pH del suolo tratti da DÜLL (1992), le strategie secondo le categorie proposte da DURING (1979, 1992), le forme di crescita di MÄGDEFRAU (1982) e l'elemento corologico secondo DÜLL (1983, 1984, 1985).

I dati ottenuti mediante il campionamento floristico classico derivano da raccolte effettuate da diversi Autori (Mucina, Cortini, Tacchi) negli anni 1976, 2001, 2002 e 2003. Il metodo di CHIARUCCI *et al.* (2001) si basa su un approccio multiscalare di quantificazione della biodiversità vegetale, intesa come diversità specifica; i rilievi, eseguiti con questa metodologia, sono stati effettuati nel mese di aprile del 2002 e nel mese di maggio del 2003, per un totale di 10 giorni. Sono stati redatti degli elenchi relativi alle diverse scale di campionamento e ad ogni taxon sono stati attribuiti gli stessi indici impiegati nel campionamento classico. Alcuni di questi indici sono stati utilizzati per l'elaborazione di tabelle, al fine di confrontare i risultati ottenuti dalle due metodologie.

RISULTATI

In Tab. 1 viene mostrato un prospetto riassuntivo dove è indicato il numero delle specie censite con il metodo di campionamento classico e con il metodo di censimento campionario multiscalare.

Da una prima osservazione appare evidente il minor numero di entità censite con il metodo di censimento campionario, che rappresenta il 63% circa della flora briologica ottenuta con il rilevamento classico. Questo secondo approccio, pur avendo sottostimato la ricchezza briofloristica, ha permesso la raccolta di 21 *taxa* non rilevati precedentemente, dei quali 5, secondo la check-list di CORTINI PEDROTTI (2001), risultano essere nuovi per la regione Marche [*Bryum dunense* A.J.E. Sm. & Whitehouse, *Didymodon ferrugineus* (Schimp. ex Besch.) M. O. Hill, *Phascum cuspidatum* Hedw. var. *piliferum* (Hedw.) Hook & Taylor, *Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch & Schimp., *Syntrichia calcicolens* Amann, *Weissia longifolia* Mitt.].

La raccolta di specie non censite precedentemente è imputabile alla differenza con cui vengono eseguiti i due tipi di campionamento. Il rilevamento floristico

TABELLA 1

Prospetto riassuntivo delle Briofite campionate.
Summary of Bryophytes collected.

	CAMPIONAMENTO METODO CLASSICO	CAMPIONAMENTO CASUALE MULTISCALE
n° epatiche	17	6
n° muschi	140	93
Totale Briofite	157	99

classico viene svolto solitamente seguendo il gradiente di diversi parametri ambientali, con un background che condiziona le aspettative di rilevare determinate specie; nell'altro tipo di campionamento le aree vengono scelte casualmente e al loro interno viene compiuta una raccolta minuziosa di tutte le specie presenti.

Da questa prima analisi emerge che il censimento multiscale ha sottostimato la ricchezza floristica, permettendo tuttavia il rinvenimento di più della metà delle specie inventariate, in un'area di appena 0.32 ha, circa lo 0.1% dell'intera superficie della Riserva, in soli 10 giorni.

Per ciascun taxon sono state calcolate, successivamente, la frequenza assoluta e la frequenza percentuale con cui esso compare nel territorio della Riserva e le frequenze sono state, quindi, raggruppate in classi. Dall'analisi della Tab. 2 risulta che le specie con una frequenza "rara" sono le più rappresentate, con il 72.61% nel rilevamento floristico classico, il 65.66% nel campionamento casuale a scala dei plot e il 74.63% alla scala dei subplot. Seguono le altre categorie con delle percentuali pressoché simili. Da evidenziare la mancanza della categoria delle specie con frequenze da 19 a 25 nel campionamento multiscale a livello dei subplot.

Le frequenze più alte sono quelle di *Homalothecium sericeum* (Hedw.) Bruch *et al.*, con 39 presenze, nel rilevamento floristico classico e *Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr., con 48 presenze, nel campionamento casuale. Tale distribuzione delle frequenze rappresenta una conferma della regola secondo la quale la maggior parte delle specie è poco frequente, mentre poche di esse sono diffuse ampiamente. Questa regola riveste particolare significato per quanto concerne i campionamenti che hanno come obiettivo il monitoraggio e la stima della biodiversità vegetale; infatti, le specie rilevate con maggior frequenza saranno quelle più comuni, mentre potranno sfuggire la maggior parte delle specie rare, le quali contribuiscono, con percentuali anche considerevoli, alla diversità floristica di un sito.

L'andamento delle frequenze può essere attribuito a

diverse cause, una di queste è ravvisabile nel fatto che l'area della Riserva mostra un'elevata eterogeneità ambientale, che nel campionamento casuale multiscale è generalmente poco rappresentata.

Verificato che il metodo multiscale ha una discreta capacità di stimare la biodiversità come ricchezza specifica, è utile esaminare anche la sua rappresentatività in merito ad altri parametri.

Gli elementi corologici attribuiti ad ogni specie sono stati riuniti in categorie secondo SÉRGIO *et al.* (1994).

Dall'analisi della Tab. 3 emerge la prevalenza dell'elemento temperato sugli altri elementi in entrambi i campionamenti. Nel rilevamento floristico classico segue l'elemento boreale (19.74%) mentre nel campionamento multiscale sia a livello dei subplot che a livello dei plot segue l'elemento oceanico-mediterraneo (rispettivamente con il 19% e il 14.08%).

Da notare inoltre la diversa frequenza percentuale dell'elemento mediterraneo-oceanico e mediterraneo nelle due tecniche: mentre nel censimento classico l'elemento mediterraneo-oceanico è l'1.99% e l'elemento mediterraneo il 3.48%, nel campionamento casuale multiscale sono maggiori sia a livello dei subplot che dei plot. Nel rilevamento floristico classico l'elemento oceanico (6.12%) è maggiore rispetto ad entrambi i livelli del campionamento casuale multiscale, inoltre l'elemento continentale (3.31%), presente nel censimento floristico classico, manca a livello dei subplot ed è presente con una bassa percentuale a livello dei plot (0.21%). Quindi le due tecniche hanno dato informazioni analoghe a livello generale, evidenziando la prevalenza dell'elemento temperato, ma presentano dissonanze a scala minore. Le cause sono individuabili nella mancanza di siti di campionamento nelle aree più umide e fresche o rupestri della Riserva, nel caso del campionamento multiscale che ha sottostimato gli elementi oceanico e continentale; di contro, la presenza di molti plot nelle aree di prato pascolo (5 aree su 8) ha sovrastimato le specie di ambienti aridi e secchi con elementi corologici del tipo mediterraneo, submediterraneo, mediterraneo-oceanico. Le informazioni

TABELLA 2

Classi di frequenza relative alle due scale di campionamento.
Frequency classes for each sampling scale.

CLASSI DI FREQUENZA		CAMPIONAMENTO METODO CLASSICO		CAMPIONAMENTO CASUALE MULTISCALARE			
		n° specie	frequenza %	Scala del subplot (1m x 1m)		Scala del plot (10m x 10m)	
				n° specie	frequenza %	n° specie	frequenza %
da 1 a 3	molto rara	114	72.61	50	74.63	65	65.66
da 4 a 7	rara	22	14.01	9	13.43	16	16.16
da 8 a 13	non molto comune	12	7.64	6	8.96	9	9.09
da 14 a 18	abbastanza comune	5	3.19	1	1.49	3	3.03
da 19 a 25	comune	3	1.91	0	0	4	4.04
> di 25	dominante	1	0.64	1	1.49	2	2.02
N° totale di specie		157	100	67	100	99	100

TABELLA 3

Spettro corologico.
Chorological spectrum.

ELEMENTO COROLOGICO	CAMPIONAMENTO METODO CLASSICO		CAMPIONAMENTO CASUALE MULTISCALARE			
	frequenza	frequenza %	Scala del subplot (1m x 1m)		Scala del plot (10m x 10m)	
			frequenza	frequenza %	frequenza	frequenza %
temperato	347	57.55	128	57.92	293	60.66
boreale	119	19.74	22	9.95	55	11.39
oceanico	37	6.13	9	4.08	21	4.35
oceanico-mediterraneo	47	7.79	42	19	68	14.08
mediterraneo	21	3.48	17	7.69	33	6.83
mediterraneo-oceanico	12	1.99	3	1.36	12	2.48
continentale	20	3.32	0	0	1	0.21
Totale	603	100	221	100	483	100

ottenute dipendono, quindi, dalla scala del campionamento e dalla tipologia di ambienti esaminati, e in questo caso il rilevamento floristico classico ha caratterizzato in modo migliore gli ambiti ecologici della Riserva. L'effetto dell'ubicazione delle aree campionate ha condizionato anche la distribuzione della frequenza delle forme di crescita e delle strategie, come dimostrato dalle tabelle riassuntive seguenti.

La Tab. 4 mostra una prevalenza della forma di accrescimento di tipo "mat" (rough mat e smooth mat) nel rilevamento floristico classico (51 % circa) rispetto al campionamento di tipo casuale multiscalare sia a livello di subplot che di plot (36% circa); in quest'ultimo prevale, invece, la forma "short turf" (48% circa nei subplot, 45% circa nei plot) rappresentata nella misura del 27% circa nel metodo classico. Inoltre, nel metodo classico le forme "weft" rappresentano il 5% circa mentre nell'altro metodo il 3%

(subplot) e il 2%. La forma "thalloid mat", presente nel censimento classico (1% circa), manca completamente nell'altro caso, la forma "open turf", presente nel censimento casuale (1% circa), manca nel rilevamento floristico classico.

Tenendo presente che, a parte il tipo di substrato, i principali fattori che influenzano lo sviluppo e la distribuzione delle forme di crescita delle briofite sono umidità e illuminazione, appaiono ovvi i risultati in virtù di quanto detto prima, cioè della prevalenza dei plot ricaduti nelle aree di prato pascolo e quindi delle diverse informazioni ecologiche messe in evidenza dai due metodi.

Le forme "open turf" evidenziate dal campionamento casuale multiscalare sono caratteristiche di suoli aperti mineralizzati, incoerenti, presenti lungo le pendici del Monte Cetognola, dove i fenomeni gravitativi in atto e l'intenso pascolamento del passato

TABELLA 4

Distribuzione delle frequenze assolute e relative delle forme di crescita.
Absolute and relative frequencies distribution of growth-forms.

FORMA DI CRESCITA	CAMPIONAMENTO METODO CLASSICO		CAMPIONAMENTO CASUALE MULTISCALARE			
	frequenza	frequenza %	Scala del subplot (1m x 1m)		Scala del plot (10m x 10m)	
			frequenza	frequenza %	frequenza	frequenza %
SM (smooth mat)	125	20.73	24	10.48	60	12.03
RM (rough mat)	183	30.35	60	26.20	122	24.45
ST (short turf)	161	26.70	110	48.03	224	44.89
SC (small cushion)	50	8.29	20	8.73	62	12.43
W (weft)	32	5.30	8	3.49	12	2.4
TT (tall turf)	29	4.81	2	0.87	5	1
T (tail)	15	2.49	4	1.75	9	1.8
TM (thalloid mat)	5	0.83	0	0	0	0
D (dendroid)	3	0.50	0	0	3	0.6
OT (open turf)	0	0	1	0.45	2	0.4
Totale	603	100	229	100	499	100

TABELLA 5

Distribuzione delle frequenze assolute e relative delle strategie.
Absolute and relative frequencies distribution of strategies.

STRATEGIA	CAMPIONAMENTO METODO CLASSICO		CAMPIONAMENTO CASUALE MULTISCALARE			
	frequenza	frequenza %	Scala del subplot (1m x 1m)		Scala del plot (10m x 10m)	
			frequenza	frequenza %	frequenza	frequenza %
P (perennial)	369	61.19	122	55.2	237	49.07
L (long lived)	52	8.63	11	4.98	29	6
C (colonist)	170	28.19	83	37.56	202	41.82
S (short lived)	11	1.82	5	2.26	12	2.48
F (fugitive)	1	0.17	0	0	0	0
A (annual)	0	0	0	0	3	0.63
Totale	603	100	221	100	483	100

fanno di questo ambiente un luogo in continua trasformazione casuale e le specie annuali, a cui è associata questa forma di crescita, come *Phascum cuspidatum* Hedw. e *Phascum cuspidatum* Hedw. var. *piliferum* (Hedw.) Hook & Taylor, trovano il loro habitat ideale.

Nella Tab. 5 viene riportata la distribuzione delle frequenze delle strategie. Essendo forma di crescita e strategia strettamente interdipendenti tra di loro, si confermano le medesime considerazioni fatte in precedenza. La sovrastima e la sottostima dipendono sostanzialmente dal grado di rappresentatività dei campioni per i vari ambienti della Riserva.

CONCLUSIONI

Da quanto esposto risulta che, mediante il campionamento floristico classico, si è riusciti a raccogliere un maggior numero di informazioni nei riguardi della diversità briofitica della Riserva, sia in termini di diversità specifica che morfologico-funzionale, anche se per il raggiungimento di tali risultati è stato impiegato un lungo arco di tempo.

Il campionamento casuale multiscalare, pur essendo stato compiuto in solo 8 aree delle 17 individuate nella Riserva, ha mostrato una buona capacità di rappresentare la ricchezza specifica del territorio esaminato, evidenziando la presenza di specie non censite con il campionamento classico. Tuttavia, si è dimostrato carente nella caratterizzazione dei vari ambiti ecologici della Riserva, in quanto le aree di campionamento non sono distribuite secondo un gradiente prestabilito, ma casualmente.

I risultati campionari ottenuti, anche se non forniscono un quadro esaustivo, rappresentano comunque un termine di paragone per perfezionare il metodo, che potrebbe essere di tipo stratificato, in modo da ottenere un campione più rappresentativo della varietà delle condizioni ambientali e una stima migliore della biodiversità vegetale all'interno della Riserva.

LETTERATURA CITATA

- BALLELLI S., FRANCALANCIA C., 1982 - *La Flora della Riserva Naturale di Torricchio (Appennino centrale)*. La Riserva naturale di Torricchio, 5: 3-73.
- BIONDI E., ALLEGREZZA M., BALLELLI S., ZUCCARELLO V., 1995 - *La vegetazione dell'ordine Brometalia erecti Br.-Bl. 1936 nell'Appennino (Italia)*. Not. Fitosoc., 30: 3-45.
- BIONDI E., ALLEGREZZA M., GUITAN J., 1988 - *Mantelli di vegetazione nel piano collinare dell'Appennino centrale*. Doc. Phytosoc., n.s., 11: 479-490.
- BIONDI E., BALLELLI S., 1981 - "Su una nuova associazione di pascolo arido nell'Appennino centrale". Giorn. Bot. Ital., 115 (6): 348.
- , 1982 - *La végétation du massif du Catria (Apennin central) avec carte phytosociologique 1: 15.000*. In: PEDROTTI F. (a cura di), *Guide-Itinéraire Excursion Internationale Phytosociologie en Italie centrale (2 - 11 juillet 1982)*: 211-235. Camerino, Centro Stampa Università.
- BRUNO F., COVARELLI G., 1968 - *I pascoli e i prati pascoli della Valsorda (Appennino umbro)*. Not. Fitosoc., 5: 47-64.
- CHIARUCCI A., MOCCHERINI S., DE DOMINICIS V., 2001 - *Evaluation and monitoring of flora in a nature reserve by estimation methods*. Biol. Conserv., 101: 305-314.
- CORTINI PEDROTTI C., 2001 - *New Checl-list of the Mosses of Italy*. Fl. Medit., 11: 23-107.
- DEIANA G., PIERUCCINI U., 1976 - *Geologia e geomorfologia della Montagna di Torricchio*. La Riserva naturale di Torricchio, 1: 27-76.
- DÜLL R., 1983 - *Distribution of European and Macaronesian Liverworts (Hepaticophytina)*. Bryol. Beitr., 2: 1-115.
- , 1984 - *Distribution of European and Macaronesian Mosses (Bryophytina)*. Part I. Bryol. Beitr., 4: 1-113.
- , 1985 - *Distribution of European and Macaronesian Mosses (Bryophytina)*. Part II. Bryol. Beitr., 4: 110-232.
- , 1992 - *Indicator values of mosses and liverworts*. Script. Geobot., 18: 175-214.
- DURING H.J., 1979 - *Life strategies of bryophytes: a preliminary review*. Lindbergia, 5: 2-18.
- , 1992 - *Ecological classification of bryophytes and lichens*. In: BATES J.W., FARMER A.M. (eds.), *Bryophytes and lichens in a changing environment*: 1-31. Clarendon Press.
- MÄGDEFRAU K., 1982 - *Life-form of bryophytes*. In: SMITH

- A.J.E. (ed.), *Bryophyte ecology*: 45-58. London.
- RIVAS-MARTÍNEZ S., 1987 - *Nociones sobre Fitosociología, Biogeografía y Bioclimatología*. In: PEINADO M., RIVAS-MARTÍNEZ S. (ed.), *La Vegetación de España*: 17-46. Serv. Publ. Universidad Alcalá de Henares, Madrid.
- SÉRGIO C., CASAS C., BRUGUÉS M., CROS R.M., 1994 - *Lista Vermelha dos Briófitos da Península Ibérica*. Museu, Laboratório e Jardim Botânico da Universidade de Lisboa (MLJB), Instituto da Conservação da Natureza (ICN). Lisboa.
- UBALDI D., 1978 - *I prati a Cynosurus cristatus del Montefeltro*. Not. Fitosoc., 13: 13-21.
- VENANZONI R., KWIATKOWSKI W., 1994 - *Carta delle serie di vegetazione della Riserva Naturale di Torricchio*

(*Appennino centrale*). La Riserva naturale di Torricchio, 9: 23-30

RIASSUNTO - In questo contributo è stato utilizzato un metodo di stima e monitoraggio della biodiversità in aree protette, proposto per le fanerogame e adattato al rilevamento della diversità briofitica. I dati sono stati confrontati con quelli ottenuti mediante il rilevamento floristico tradizionale al fine di ottenere una valutazione di entrambe le metodologie. L'obiettivo della ricerca è quello di verificare se il metodo di stima utilizzato è in grado di rappresentare la diversità briofitica nella Riserva naturale "Montagna di Torricchio" e quali informazioni è in grado di fornire.

AUTORE

Roberta Tacchi, Dipartimento di Botanica ed Ecologia, Università di Camerino, Via Pontoni 5, 62032 Camerino (MC), e-mail: roberta.tacchi@unicam.it