

IMPORTANZA DELLA BRIOFENOLOGIA NELLA TIPIZZAZIONE DI MICROAMBIENTI

RIASSUNTO

In questo lavoro gli autori mettono in rilievo la capacità dei muschi di evidenziare variazioni anche piccole dell'ambiente, osservando lo sviluppo dello sporofito (briofenologia), come fase significativa del ciclo ontogenetico ed evento facilmente rilevabile dall'osservatore.

Sono qui riportati i dati delle variabili ecologiche considerate (esposizione, inclinazione, condizioni di luce e di umidità, substrato), i dati climatici (temperatura, piovosità, umidità relativa) e i rilievi fenologici effettuati su 14 stazioni di *Tortula muralis* Hedw..

Le colonie reagiscono alle condizioni climatiche generali con una diversificazione nei tempi di emissione e sviluppo dello sporofito: colgono così l'interazione fra fattori ecologici ed evidenziano microambienti.

ABSTRACT

THE IMPORTANCE OF THE BRYOPHENOLOGY TO CHARACTERIZE MICROENVIRONMENTS

In this work the authors have studied the capacity of the mosses to emphasize, even little, variations of an environment, by observing the development of the sporophyte (bryophenology), as the significant phase of the ontogenetic cycle and easily noticed by the observer.

Here are reported the data of the examined ecological variables (exposure, inclination, light and humidity conditions, substrate), the climatic data (temperature, rain, relative humidity) and

the phenological observations on 14 stations of *Tortula muralis* Hedw..

The colonies of Musci can react to general climatic conditions by changing the times of emission and development of the sporophyte: so they get the interaction between the ecological conditions and emphasize micro-environments.

Key words: Bryophenology, ecological variables, microenvironments.

INTRODUZIONE

Le briofite ed i muschi in particolare sono considerati degli organismi in grado di fornire indicazioni dettagliate sugli ambienti che colonizzano.

In letteratura viene riportata la capacità di questi vegetali di mettere in evidenza le caratteristiche di un dato ambiente reagendo ai fattori climatici (termometrici, pluviometrici, igrometrici) e a quelli ecologici (edafici, ecc.) (AMANN, 1928; BOROS, 1968) oltre alle eventuali immissioni di sostanze estranee quali metalli pesanti ed elementi radioattivi (MASCHKE, 1981).

Dato però che sono organismi "piccoli", potranno mettere in rilievo sia l'influenza dei fattori macroclimatici che quella di fattori più strettamente legati alla vita dei singoli individui e quindi delle colonie che a volte non superano i pochi cm² di superficie, dando quindi indicazioni sulle particolarità del microambiente dove vivono.

Oltre a fornirci un quadro generale dell'ambiente e uno molto particolareggiato del microambiente, questi vegetali saranno sensibili alle modificazioni a cui l'ambiente va incontro anche per l'azione da loro stessi svolta: si assisterà al fenomeno del pionerismo da una parte e alle successioni serali di vegetazioni muscinali che si susseguono nel tempo, dall'altra.

Infatti in base alla loro forma biologica si possono dividere questi organismi in due grossi gruppi: gli acrocarpi, a sviluppo prevalentemente verticale, ed i pleurocarpi, ad andamento plagiotropo con conseguente intima connessione al substrato. È noto (AMANN, 1928) che mentre i secondi necessitano di condizioni di vita molto stabilizzate, gli acrocarpi manifestano invece una maggior capacità di adattamento a condizioni estreme.

Le rotture di equilibrio in un ecosistema, compromettendo la sopravvivenza delle colonie di pleurocarpi data la loro stretta interazione con l'ambiente-substrato, produrranno variazioni nelle ce-

nosi muscinali in quanto nella composizione floristica tenderanno ad affermarsi gli acrocarpi riprendendo così la pionerizzazione dell'ambiente, nel caso di drastici cambiamenti, oppure ci sarà una perseveranza con qualche variazione delle specie presenti nello stadio precedente, nel caso in cui la situazione di degrado non sia stata troppo spinta.

La risposta dei muschi alle varie situazioni ambientali sarà quindi legata anche alla loro forma biologica: in ogni caso se l'ambiente è favorevole si può verificare uno sviluppo vegetativo degli individui e delle colonie: questo sviluppo si può facilmente evidenziare nei macromuschi sia acrocarpi (*Dicranum* sp. pl., *Mnium* sp. pl.) che pleurocarpi (*Hylocomium*, *Rhytidiadelphus*, *Ptilium*) che emettono innovazioni annuali, mentre il fenomeno non risulta apprezzabile nei micromuschi e tra questi in modo particolare negli acrocarpi.

Quindi per verificare la sensibilità di questi organismi all'ambiente e poter tipizzare i microambienti da essi colonizzati si è pensato di puntare l'attenzione, invece che sulla crescita vegetativa delle colonie (per es. misurandone l'aumento di superficie), su un fenomeno quale l'emissione e lo sviluppo dello sporofito, considerato come fase significativa del ciclo ontogenetico (riproduzione sessuata) ed evento facilmente rilevabile dall'osservatore.

MATERIALI E METODI

Analogamente con i rilievi fenologici che vengono effettuati sulle piante superiori prendenti in considerazione la fioritura (MARCELLO, 1953; 1957) la briofenologia osserva e studia gli stadi di sviluppo dello sporofito (RAZZARA, AIARDI, in pubbl.).

Si individuano così sei stadi fenologici:

- 1) emergenza dello sporofito dalle foglioline pericheziali
- 2) allungamento della seta
- 3) ingrossamento della capsula
- 4) modificazione cromatica ed eventuale caduta della caliptra
- 5) maturazione della capsula
- 6) caduta dell'opercolo e dispersione delle spore.

Si effettuano rilievi settimanali e per ognuno viene riportata una formula costituita dal susseguirsi dei simboli croce (+) e zero (0) per indicare rispettivamente la presenza o l'assenza del fenomeno rilevato. In ogni formula sono quindi presenti sei simboli in successione da sinistra a destra corrispondenti ai sei stadi di sviluppo sopra riportati.

Il simbolo di presenza messo tra parentesi, (+), sta ad indicare

la comparsa del fenomeno corrispondente in un numero molto ridotto di individui della colonia.

I rilievi fenologici sono stati effettuati sulle colonie muscinali presenti in 14 stazioni scelte all'interno dell'Orto Botanico dell'Università di Padova. I motivi che hanno determinato la scelta di stazioni presenti entro l'Orto Botanico sono stati: poter operare su stazioni teoricamente "sicure" (cioè che non venissero distrutte per motivi accidentali), la disponibilità dei dati pluviometrici, termometrici, igrometrici giornalieri (macrofattori) rilevati dalla stazione meteorologica dell'Orto stesso. Per quanto riguarda invece i microfattori le stazioni sono state scelte in condizioni di esposizione, inclinazione, luce, umidità e natura del substrato fra le più varie in modo da poter verificare meglio l'influenza di queste variabili sullo sviluppo degli sporofiti.

In tabella 1 vengono riportati i dati relativi alle variabili ecologiche considerate delle 14 stazioni su cui è stata condotta la ricerca.

IL GRIMMIO-TORTULETUM MURALIS V. HÜBSCHMANN 1950

Nelle stazioni nelle quali si è osservata la briofenologia, la composizione floristica della vegetazione muscinale è data esclusivamente da specie inquadrare fitosociologicamente nel *Grimmio-Tortuletum muralis* v. HÜBSCHMANN 1950 (*Schistidium apocarpum* JEZEK et VONDRÁČEK 1962; *Schistidietalia apocarpum* JEZEK et VONDRÁČEK 1962, *Tortulo-Homalothecieta sericei* HERTEL 1974).

Sono presenti infatti:

Tortula muralis Hedw.

Grimmia pulvinata Sm.

Orthotrichum anomalum Hedw.

Schistidium apocarpum (Hedw.) B.S.G.

Homalothecium sericeum (Hedw.) B.S.G.

Bryum capillare Hedw.

Amblystegium serpens (Hedw.) B.S.G.

Le caratteristiche ecologiche delle specie rinvenute riportate in letteratura (HÜBSCHMANN v., 1986) sono molto simili sia per quanto riguarda le necessità edafiche, che di luce e di umidità. Anche considerando le forme biologiche, tranne *Homalothecium sericeum* (Hedw.) B.S.G. e *Amblystegium serpens* (Hedw.) B.S.G., le altre specie appartengono al gruppo delle acrocarpe pioniere.

Nelle tabelle 2 e 3 vengono riportati i rilievi fenologici settimanali effettuati nel corso del 1987 e del 1988, relativi a *Tortula*

muralis Hedw. assieme ai dati su temperatura, piovosità, umidità relativa dei periodi considerati.

RISULTATI E COMMENTO

Dall'osservazione dei rilievi fenologici effettuati si può osservare la dipendenza, in generale, del fenomeno "antesico" dalle condizioni meteorologiche. Questo risulta evidente soprattutto confrontando i rilevamenti del 1987 con quelli degli stessi periodi del 1988: condizioni di temperature favorevoli associate ad elevate percentuali di umidità relativa permettono un'anticipazione nell'emissione e nello sviluppo degli sporofiti.

In generale si può affermare anche che lo sviluppo dello sporogonio di una determinata specie muscinale risulta essere più precoce alle nostre latitudini rispetto a quelle mitteleuropee (GRIMME, 1903; MÖNKEMEYER, 1927).

Considerando il fenomeno fenologico nelle singole stazioni si può osservare come l'interazione di determinate condizioni di esposizione, inclinazione, luce ed umidità, favorisce lo sviluppo degli sporofiti che risulta in genere più precoce e più contratto nel tempo (staz. 1-6).

Un andamento del fenomeno antesico simile si verifica nelle colonie delle stazioni 9-13 dove vengono evidenziati microambienti presentanti un buon livello di umidità anche nelle stazioni con inclinazione di 90° (staz. 9, 12, 13): la copertura vegetale sovrastante e il grado di esposizione permettono alle colonie uno sviluppo più regolare e graduale nel tempo.

Le stazioni 7 e 8 hanno avuto nel corso del 1987 uno sviluppo antesico molto simile: tali andamenti suggeriscono che un'esposizione S-E associata ad un'inclinazione di 5° abbia effetti analoghi ad un'esposizione E con inclinazione 90°.

La colonia della stazione 14 infine conferma con un andamento fenologico stentato le sue caratteristiche ecologiche (esposizione S-W, inclinazione 90°, piena luce).

Sulla base delle osservazioni briofenologiche si può affermare che le specie muscinali sono in grado di evidenziare particolarità microambientali che influiscono sul loro sviluppo vegetativo e soprattutto sulla loro attività riproduttiva.

Si può notare infatti come le colonie rispondano in maniera diversa all'azione degli eventi meteorologici cogliendo quindi l'interazione di questi con i fattori ecologici quali esposizione, inclinazione, substrato, individuando così microambienti.

Inoltre apparenti discrepanze o non dirette correlazioni tra fe-

nomeni meteorologici osservati e sviluppo degli sporofiti devono essere valutate tenendo conto dei tempi di reazione fisiologici dei diversi individui alle medesime condizioni. Considerando che nelle specie muscinali studiate lo sviluppo degli sporofiti avviene in primavera, quindi subito dopo un periodo sfavorevole quale è quello invernale per le nostre latitudini, in cui si presume una stasi vegetativa, il ripristino delle funzioni vegetative e quindi riproduttive avverrà in tempi più o meno lunghi legati sia ai fenomeni meteorologici, sia alle condizioni ecologiche delle diverse colonie, sia anche alle caratteristiche fisiologiche dei singoli individui. Infatti in alcune stazioni il fenomeno "antesico" si è osservato molto stentato e rappresentato da pochi individui come nella stazione 14 nel corso del 1987 e nelle stazioni 2 e 8 nel corso del 1988; in queste stazioni il fenomeno si è presentato di entità diversa nei due anni considerati; a nostro parere lo studio briofenologico dovrebbe ora continuare nel senso di verificare se uno stesso individuo emette sporofiti tutti gli anni.

Non si sono infine notate diversità nell'andamento dello sviluppo degli sporofiti nelle colonie pure ossia formate da una sola specie muscinale (AIARDI, RAZZARA, in pubbl.) rispetto a quello delle colonie dove le stesse specie si trovano in associazione.

Tab. 1 - Descrizione delle condizioni ecologiche delle stazioni

Stazione	Esposizione	Inclinazione	Condiz. luce	Umidità	Substrato
stazione 1	N-E	90°	mezza luce	intermedia	micascisto
stazione 2	N-E	45°	mezza luce	intermedia	trachite
stazione 3	N-E	45°	mezza luce	elevata	trachite
stazione 4	N-E	45°	ombreggiata	intermedia	calcare
stazione 5	N	60°	ombreggiata	intermedia	calcare
stazione 6	N	30°	ombreggiata	intermedia	trachite
stazione 7	S-E	5°	mezza luce	scarsa	intonaco
stazione 8	E	90°	mezza luce	scarsa	laterizi
stazione 9	N-E	90°	ombreggiata	intermedia	intonaco
stazione 10	N-E	5°	ombreggiata	intermedia	intonaco
stazione 11	N-E	5°	ombreggiata	intermedia	intonaco
stazione 12	N	90°	ombreggiata	intermedia	intonaco
stazione 13	W	90°	ombreggiata	intermedia	intonaco
stazione 14	S-W	90°	soleggiata	scarsa	intonaco

Tab. 2 - Rilievi effettuati nel corso del 1987. Per le temperature si riportano i valori medi della settimana precedente la data del rilevamento, per la piovosità i mm di pioggia totali caduti nello stesso periodo e per l'umidità relativa la media delle umidità relative giornaliere.

DATA	Max.°C	min.°C	P mm	Um. %	st. 1	st. 2	st. 3	st. 4	st. 5	st. 6	st. 7	st. 8	st. 9	st. 10	st. 11	st. 12	st. 13	st. 14
17-3	7,7	-0,6	—	63,9	+++000	++0000	+++000	++(+))000	+++000	++0000	+00000	000000	000000	+00000	000000	+00000	+00000	000000
24-3	12,8	2,2	1,6	69,3	++++00	+++(+))00	++++00	+++(+))00	++++00	+++(+))00	++0000	000000	000000	++0000	+00000	+(+)0000	++0000	(+)00000
31-3	13,9	8,4	12,5	77,5	++++00	++++00	++++00	++++00	++++00	+++(+))00	++0000	(+)00000	(+)00000	++0000	+00000	++0000	++0000	(+)00000
7-4	15,4	6,9	15,1	73,2	++++(+))0	++++(+))0	++++(+))0	++++00	++++(+))0	++++00	++0000	+(+)0000	+00000	++0000	+00000	++0000	++0000	+00000
14-4	16,5	10,3	23,1	72,9	0+++(+))0	(+)+++(+))0	(+)+++(+))0	(+)+++00	++++(+))0	++++00	++0000	+(+)0000	+(+)0000	++0000	++0000	+++000	++(+))000	+(+)0000
21-4	20,8	9,7	0,3	63,2	0+++(+))0	0+++(+))0	0(+))++(+))0	0(+))++00	0(+))++(+))0	(+)+++00	++0000	++0000	+(+)0000	++(+))000	++0000	+++000	++(+))000	+(+)0000
28-4	20,0	9,9	10,0	69,3	0+++(+))0	0+++(+))0	00+++0	00+++(+))0	00+++(+))0	(+)+++00	++(+))000	++(+))000	++0000	+++000	++0000	+++(+))00	+++000	+(+)0000
6-5	20,6	10,8	25,3	65,7	0+++(+))0	0+++(+))0	00+++0	00+++(+))0	00+++(+))0	0++++0	++(+))000	0(+))++000	++(+))000	+++(+))00	++0000	++++00	+++(+))00	++0000
13-5	21,7	10,1	5,5	63,9	0(+))+++0	0(+))+++0	0000+0	0000+0	00(+))++0	0++++0	0++(+))00	++++00	+++000	++++00	++0000	(+)+++000	++++00	++0000
20-5	18,5	10,8	28,1	75,0	000(+))++0	00+++0	0000+0	000(+))++0	00(+))++0	0++++0	++++00	++++00	++++00	(+)+++000	+++000	(+)+++(+))0	0+++(+))0	++0000
27-5	21,8	10,2	36,4	63,2	0000+0	0000+0	0000+0	0000+0	000(+))++0	00(+))+++0	0(+))++00	0(+))++00	0(+))++00	(+)+++000	(+)+++(+))00	0++++0	++++00	+++000
2-6	23,6	14,3	31,2	63,2	00000S	0000+0	00000S	0000+0	0000+0	000(+))++0	0(+))++00	0(+))++00	0(+))++00	0(+))++00	0+++(+))00	0(+))+++0	++++00	+++000
9-6	24,1	15,3	10,7	70,4		00000S		00000S	0000+0	000(+))++0	00(+))++(+))0	0(+))++(+))0	00+++00	0(+))++00	—	0(+))+++0	0(+))+++0	0(+))++00
16-6	27,3	15,8	6,0	62,5					00000S	0000+0	000+++0	00(+))++0	000++0	00(+))++(+))0		000+++0	00(+))++0	—
23-6	23,6	13,3	49,7	67,5						00000S	0000+0	0000+0	000(+))++0	000(+))++0		0000+0	0000+0	
30-6	27,7	17,2	5,5	68,9							00(+))	0000+0	0000+0	0000+0		0000+0	0000+0	
7-7	31,6	21,8	—	62,1								00000S	0000+0	0000+0		0000+0	00000S	
14-7	28,2	18,0	12,2	62,9									00000S	00000S		00000S		

Tab. 3 - Rilievi effettuati nel corso del 1988.

DATA	Max.°C	min.°C	Pmm	Um. %	st. 1	st. 2	st. 3	st. 4	st. 5	st. 6	st. 7	st. 8	st. 9	st. 10	st. 11	st. 12	st. 13	st. 14	
4-2	9,7	4,5	10,6	72,7	++++00	+ 00(	+ 0(	+ 00(	++++00	++++00	+ (+) 0(	0000(	+(+)0000	+ 00(	0000(	++++00	++++00	+0000
11-2	11,9	4,4	4,2	76,7	++++00	+ 00(	+ (+)00	++(+)+000	++0(	++++00	+(+) 0(	0000(	+ 00(	+ 00(	+ 00(	++++00	++++00	+0000
18-2	11,9	3,0	24	71,5	++++00	+ 00(	++++00	+ 0(	++++00	++++00	+ (+)00	0 00(	+ 00(	+ 00(	+ 00(	++++00	++++00	+0000
21-2	10,3	1,8	6,4	72,1	++++00	+ 00(	++++00	(+)+000	++++00	++++00	++(+)+0(	0 00(	+ 00(	+ 00(	+ 00(	++++00	(+)++	+ 0000
3-3	11,0	1,3	—	72,1	0+++00	+ 00((+)++	0 0+	(+)+	(+)++++00	(+)++++00	(+)+++(+)+00	0 00(+ 00(+ 00(+ 00((+)++	0+++00	+0000
10-3	11,2	2,7	3,8	58,8	0+++(+)+0	0+	0++ 00	0++ 00	0+++00	0+++00	0+++00	0 00(	+ 0(	+ 0(	+ 00(	0+++00	0+++00	+0000
17-3	14,4	3,7	—	71,1	0(+)++++0	0(+)+000	0+++00	0(+)+++(+)+0	0(+)+++(+)+0	0(+)++)(	0+++00	0 00(	+ 0(	++000	+ (+) 0(	0++ (	0+++00	+0000
24-3	11,0	6,2	12,6	64,8	0(+)++	0(+)+(+)+)	0+++00	0(+)+++(+)+0	0(+)+++(+)+0	0(+)++)(	0++ 00	0 00(	+ 0(	+ 0(	+ (+) 0(	0++ (+)0	0+++00	+0000
11-3	16,3	6,9	28,6	60,8	00+ 0	0(++)0	0(+)++++00	00(+)+(+)+0	00+++0	0(+)+++(+)+0	0(+)++)(	0 00)0	++(+)+0(	+ 0(	+ (+) 0(	0++++0	0(+)++	+0000
7-4	14,8	8,9	11,5	73,6	0(+)++	000(+)+0	0++(+)+0	0(+)+(+)+0	00+++0	0(+)+++(+)+0	0+ 00	0+(+)000	++++00	+++(+)+)	(+)+++(+)+00	0(+)++	0(+)++	++(+)+000	
14-4	17,8	9,5	21,6	73,6	0(+)++	000(+)+0	000(+)+0	00(+)++	00+ 0	0(+)++	00+ 0	0 0(	0(+)+++(+)+0	+ (+)+)	0+++00	00+++0	00+++0	(+)++++00
21-4	11,5	8,4	—	71,6	0(+)++	00(0	00(0	00+ 0	0(+)+0	00(+)++	00+ 0	0 0(	0(+)+0	0(+)++	0(+)++	00+++0	00(+)++	0+++00
28-4	20,8	9,6	—	63,6	00(0	00(0	00(0	00(0	00(0	00+ 0	0(-	0(0)	0++ (+)+0	0+ (+)0	0+)	00+++0	00+ 0	0+++00	

BIBLIOGRAFIA

- AIARDI G., RAZZARA S., in pubbl. - *Fenologia di Tortula muralis Hedw. in alcune stazioni dell'Orto Botanico di Padova*. Atti 2° Coll. Approcci Metodol. Definizione Ambiente Fisico Biologico Mediterraneo. Castro Marina (Lecce) 15-17.11.1988.
- AMANN J., 1928 - *Bryogeographie de la Suisse*. Fretz Frères, Zürich.
- BOROS A., 1968 - *Bryogeographie und Bryoflora Ungarns*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- GRIMME A., 1903 - *Über die Blüthezeit deutscher Laubmoose und die Entwicklungsdauer ihrer Sporogone*. Hedwigia, 47 (1): 1-75.
- HÜBSCHMANN A. v., 1986 - *Prodromus der Moosgesellschaften Zentraleuropas*. Bryophytarum Bibliotheca, 32, J. Cramer, Berlin/Stuttgart.
- MARCELLO A., 1953 - *La nuova fenologia*. Ann. Acc. Ital. Sc. Forest., 109-133.
- MARCELLO A., 1957 - *Lezioni di geobotanica e fenologia*. Venezia.
- MASCHKE J., 1981 - *Moose als Bioindikatoren von Schwermetall-Immissionen*. J. Cramer, Vaduz.
- MÖNKEMEYER W., 1927 - *Die Laubmoose Europas*. In Rabenhorsts L. (Ed.), Kryptogamen-Flora., 4, Leipzig.
- RAZZARA S., AIARDI G., in pubbl. - *Proposta metodologica per il rilevamento fenologico delle specie muscinali*. Atti 2° Coll. Approcci Metodol. Definizione Ambiente Fisico Biologico Mediterraneo. Castro Marina (Lecce) 15-17.11.1988.