

# Aspetti ecologici di briofite e licheni nella comunità corticicole su *Quercus robur*

Autor(en): **Brusa, Guido**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bollettino della Società ticinese di scienze naturali**

Band (Jahr): **90 (2002)**

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1003203>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

---

# Aspetti ecologici di briofite e licheni nelle comunità corticicole su *Quercus robur*

Guido Brusa

Via Corridoni 97, I-21100 Varese

---

**Riassunto:** Sono state indagate le comunità a briofite e licheni che vegetano sulla corteccia di farnia (*Quercus robur*) nella provincia di Varese (Lombardia). I risultati mostrano un gradiente ecologico che è condizionato dal tipo di vegetazione, con le comunità nelle aree agricole discriminate da quelle nei boschi. L'accumulo di nutrienti sulla corteccia è correlato con la ricchezza floristica dei licheni. Notevole importanza assume la posizione verticale della comunità sul tronco, che coincide con un gradiente ecologico e floristico. La distribuzione di sintaxa, growth-forms e life-strategies è legata al gradiente individuato. Stress ambientali di natura antropica sono responsabili della bassa ricchezza in epifite nella vegetazione boschiva.

**Abstract:** Ecological remarks about bryophytes and lichens of corticolous communities on *Quercus robur*. Bryophyte and lichen communities on Common Oak are investigated in province of Varese (Lombardy). The results show an ecological gradient affected by vegetation type. Communities in agricultural areas are clearly separate from units in woods. Nutrient increase on bark is correlated with lichen richness. Vertical zonation of trunk is an important factor related to an ecological and floristic gradient. The distribution of syntaxa, growth-forms and life-strategies is linked to the identified gradient. Environmental man-made stress involves a lower diversity of epiphytes in wood vegetation.

---

## INTRODUZIONE

Le comunità corticicole (o epifite) a briofite e licheni che si sviluppano sui tronchi degli alberi sono tra le cenosi a crittogame maggiormente studiate. Tra le motivazioni che hanno spinto i ricercatori a privilegiare lo studio di questo tipo di comunità, gli aspetti legati alla bioindicazione assumono un ruolo primario. I protocolli d'indagine prevedono l'analisi delle comunità corticicole, in particolare quelle costituite in prevalenza da licheni su tigli e querce (NIMIS 1999). L'area indagata nel presente contributo, la provincia di Varese, è stata oggetto di studi di bioindicazione (BRUSA & ROELLA 2001; FURLANETTO 2000; ROELLA *et al.* 1995; ZOCCHI & PEDUZZI 1996). Tuttavia, informazioni sull'ecologia delle comunità corticicole e delle singole specie sono sovente utili, se non necessarie per interpretarne la distribuzione, anche in relazione a fattori ambientali non direttamente legati all'inquinamento (WETMORE 1988; WINNER 1988).

Le comunità corticicole non sono sensibili unicamente a stress riconducibili a fenomeni d'inquinamento, ma anche ad un ampio gruppo di fattori naturali. Considerando la carenza d'indagini quantitative e qualitative nell'area di studio, informazioni su distribuzione ed ecologia delle cenosi corticicole possono costituire una base di dati per future interpretazioni di cambiamenti in queste comunità vegetali. Con questa premessa e con l'esigenza di caratterizzare ecologicamente una specie esotica rinvenuta recentemente (BRUSA in prep.), l'autore ha intrapreso uno studio riguardante alcuni aspetti ecologici

delle comunità corticicole a briofite e licheni. La presente ricerca vuole quindi essere un primo contributo che prelude a studi più approfonditi sulle comunità epifite nell'area.

## MATERIALI E METODI

La ricerca è stata realizzata in Provincia di Varese (Lombardia, Italia Settentrionale) e più precisamente nell'area evidenziata in Fig. 1.

La scelta del forofito è caduta sul genere *Quercus*. Le querce sono gli alberi più diffusi nell'area, principalmente con le seguenti specie: *Q. cerris*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*, *Q. rubra* e *Q. robur* (farnia). Quest'ultima ha la massima diffusione e ampiezza ecologica, essendo le altre specie non comuni o generalmente ristrette a vegetazioni peculiari. Si è per questo preferito esaminare solo esemplari di farnia. Questa decisione è stata assunta anche per minimizzare l'influenza di alcuni fattori ecologici, come ad esempio la variabilità nel genere *Quercus* del pH e soprattutto della rugosità della corteccia.

Sono stati individuati su base fisionomica e floristica le vegetazioni in cui è possibile trovare esemplari di farnia. Nello specifico, sono stati riconosciuti sei tipi di vegetazione:

- Aree agricole (AA): zone rurali occupate da prati sfalcati o coltivi.
- Boschi acidofili (Baci): vegetazioni boschive caratterizzate da estese coperture di *Molinia arundinacea* e in su-



I parametri climatici sono stati desunti da BELLONI (1975). Più precisamente, la temperatura media annuale (tem) è stata valutata sulla base della seguente scala: inferiore a 10°C (1), compresa tra 10-11°C (2), superiore a 11°C. Le precipitazioni medie annue (plu) sono state considerate sulla base della presente scala: inferiori a 1500 mm (1), comprese tra 1500-1800 mm (2), superiori a 1800 mm (3).

Per caratterizzare ecologicamente i rilievi, sono stati considerati gli indici ecologici di ciascuna specie riportati in ELLENBERG *et al.* (1991), per luce (L), temperatura (T), grado di continentalità (K), reazione (R) e nel caso di licheni, anche per nutrienti (N). A ciascuna unità di campionamento è stato attribuito un valore mediano per ciascuno dei suddetti indici sulla base delle specie individuate nel settore.

Durante l'indagine in campo sono state individuate 7 specie di epatiche, 56 di muschi e 42 di licheni. Nell'analisi dei dati si sono tuttavia considerate solo quelle specie

presenti in almeno 3 unità di campionamento sulle 426 esaminate, per un totale di 78 specie (Tab. 1). Alcune semplificazioni tassonomiche, sono state tuttavia adottate. Più precisamente, esemplari sterili di *Cladonia* sono stati indicati con il solo termine generico. La complessità del genere *Lepraria* (incluso *Lepruloma*) ha comportato l'esigenza di valutare questo gruppo di specie sotto un'unica entità (*Lepraria* s.l.). Data la difficoltà di separare *Physcia tenella* da *P. adscendens* nel caso di esemplari poco sviluppati, si è preferito il generico *Physcia tenella* s.l.. *Leucobryum* sp. è stato impiegato per identificare *L. glaucum* e *L. juniperoides*, causa la scarsa distinzione in campo di esemplari minuti. Infine, *Orthotrichum stramineum* include anche esemplari riferibili all'affine *O. patens*.

I dati raccolti sono stati organizzati in una matrice presenza-assenza e analizzata mediante il programma Syntax (PODANI 1993). Dall'analisi sono stati rimossi quattro unità di rilevamento, in quanto prive di specie. La matrice originaria di dati (422 rilievi x 78 specie) è

Tab. 1 - Elenco delle specie. Sono riportate le abbreviazioni utilizzate nella Detrended Correspondence Analysis e nella Tab. 2, nonché la frequenza percentuale rispetto ai 426 rilievi eseguiti.

<b>Ascomycota</b>			<b>Bryophyta</b>		
<i>Amandinea punctata</i>	IAMANpun	3.8	<i>Amblystegium serpens</i>	mAMBLser	9.6
<i>Arthopyrenia punctiformis</i>	IARTHpun	2.8	<i>Anomodon attenuatus</i>	mANOMatt	2.1
<i>Candelaria concolor</i>	ICANDcon	10.6	<i>Brachythecium populeum</i>	mBRACpop	8.2
<i>Candelariella xanthostigma</i>	ICANDxan	11.7	<i>Brachythecium populeum</i>	mBRACrut	3.1
<i>Catillaria nigroclavata</i>	ICATluig	0.7	<i>Brachythecium rutabulum</i>	mBRACsal	3.1
<i>Cladonia coniocrafa</i>	ICLADcon	2.8	<i>Brachythecium velutinum</i>	mBRACvel	1.2
<i>Cladonia pyxidata</i>	ICLADpyx	1.9	<i>Bryum subelegans</i>	mBRYUsub	4.9
<i>Cladonia</i> sp.	ICLADsp	54.7	<i>Callicodium haldanianum</i>	mCALLhal	3.5
<i>Cladonia squamosa</i>	ICLADsqu	0.7	<i>Campylopus fragilis</i>	mCAMPfra	0.7
<i>Craphis scripta</i>	IGRAPscr	6.1	<i>Cynodontium polycarpon</i>	mCYNOpol	6.8
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	IHYPEadg	6.8	<i>Dicranodontium denudatum</i>	mDICRden	1.4
<i>Hypogymnia physodes</i>	IHYPOphy	2.1	<i>Dicranella heteromalla</i>	mDICRhet	1.6
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	IHYPOsca	0.7	<i>Dicranum montanum</i>	mDICRmon	43.9
<i>Lecanora allophana</i>	ILECAall	4.5	<i>Dicranum scoparium</i>	mDICRSCO	5.9
<i>Lecanora hagenii</i>	ILECAhag	0.9	<i>Dicranum viride</i>	mDICRvir	1.2
<i>Lecidella euphorea</i>	ILECleup	1.2	<i>Eurhynchium hians</i>	mEURHhia	1.4
<i>Lepraria</i> s.l.	ILEPRsp	78.6	<i>Herzogiella seligeri</i>	mHERZsel	2.3
<i>Normandina pulchella</i>	INORMpul	3.5	<i>Homalothecium sericeum</i>	mHOMAser	0.9
<i>Parmelia caperata</i>	IPARMcaper	7.5	<i>Homalia trichomanoides</i>	mHOMAtri	2.3
<i>Parmotrema chinense</i>	IPARMchi	0.7	<i>Hypnum cupressiforme</i>	mHYPNcup	56.8
<i>Parmelia exasperatula</i>	IPARMexa	0.7	<i>Hypnum pallescens</i>	mHYPNpal	2.6
<i>Parmelia glabratula</i>	IPARMgla	11.0	<i>Leskea polycarpa</i>	mLESKpol	1.4
<i>Parmelia subaurifera</i>	IPARMsau	2.1	<i>Leucobryum</i> sp.	mLEUCsp	8.5
<i>Parmelia subrudecta</i>	IPARMsru	5.6	<i>Leucodon sciuroides</i>	mLEUCsci	2.1
<i>Parmelia sulcata</i>	IPARMsul	6.1	<i>Orthotrichum affine</i>	mORTHaff	7.3
<i>Parmelia tiliacea</i>	IPARMtil	1.2	<i>Orthotrichum diaphanum</i>	mORTHdia	5.4
<i>Phaeophyscia chioanthes</i>	IPHAEchl	1.6	<i>Orthotrichum lyellii</i>	mORTHlly	7.0
<i>Phaeophyscia endophoenicea</i>	IPHAEend	4.5	<i>Orthotrichum stramineum</i>	mORTHsra	4.5
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	IPHAEorb	8.7	<i>Orthotrichum striatum</i>	mORTHsn	0.9
<i>Phylctis argena</i>	IPHLYarg	1.2	<i>Orthotrichum tenellum</i>	mORTHten	1.9
<i>Physcia tenella</i> s.l.	IPHYSten	10.3	<i>Paraleucobryum longifolium</i>	mPARAlon	1.2
			<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	mPLAGcus	2.1
			<i>Plagiothecium denticulatum</i>	mPLAGden	4.5
			<i>Plagiothecium laetum</i>	mPLAGlae	3.5
			<i>Plagiothecium succulentum</i>	mPLAGsuc	1.6
			<i>Platygyrium repens</i>	mPLATrep	87.6
			<i>Pterigynandrum filiforme</i>	mPTERfil	0.7
			<i>Rhynchostegium confertum</i>	mRHYNcon	1.6
			<i>Sematophyllum adnatum</i>	mSEMAadn	10.6
			<i>Thuidium delicatulum</i>	mTHUIDel	1.4
			<i>Tortula papillosa</i>	mTORIpap	4.2
			<i>Ulota crispa</i>	mULOTcri	2.8
<b>Marchantiophyta</b>					
<i>Frullania dilatata</i>	eFRULDil	19.5			
<i>Lophocolea bidentata</i>	eLOPHbid	10.1			
<i>Lophocolea heterophylla</i>	eLOPHhet	13.4			
<i>Metgeria furcata</i>	eMETZffir	5.2			
<i>Radala complanata</i>	eRADUcom	13.6			

stata inizialmente sottoposta a clustering non gerarchico (Quick cluster, distanza di Jaccard) per ridurre il numero di unità di rilevamento. Per ciascun gruppo (cluster) ottenuto si è calcolato quindi il centroide, ottenendo così una nuova matrice di dati (330 rilievi x 78 specie). Questa matrice è stata sottoposta a clustering gerarchico, impiegando la distanza di Jaccard e il metodo di clustering di Ward (Minimum increase of error sum squares). L'interpretazione del dendrogramma è stata realizzata con il metodo dell'Indicator Value (DUFRÈNE & LEGENDRE 1997), che permette d'individuare le specie indicatrici di ciascun livello del cluster.

La matrice originaria (422 rilievi x 78 specie) è stata analizzata anche mediante il programma Canoco (TER BRAAK & SMILAUER 1998). Nello specifico si è optato per un'analisi di ordinamento, la Detrended Correspondence Analysis (DCA). L'ordinamento è un metodo di analisi multivariata che consente di definire indirettamente dei gradienti ecologici elaborati dalla matrice specie-rilievi. Nella DCA i valori riferiti ad una specie assumono una distribuzione normale, definendo così l'optimum lungo gli assi rappresentanti i gradienti ecologici (JONGMAM *et al.* 1987). Per comprendere il rapporto tra assi della DCA e fattori ecologici, si è testata la relazione tra gli score e le variabili mediante i coefficienti di regressione per ranghi di Spearman.

L'inquadramento sintassonomico di ciascuna specie è stato ponderato sulla base delle letterature disponibili (BARKMAN 1958; DIERSSEN 2001; VON HÜBSCHMANN 1986; WIRTH 1980) e da valutazioni personali dell'autore, avvalorate da esperienze nell'area di studio. Sono stati considerati i seguenti sintaxa: *Arthonietalia radiatae* (ART), comunità pioniera di licheni corticicoli; *Dicranetalia scoparii* (DIC), comunità acidofile a briofite corticicolo-umicole; *Hylcomietea splendidis* (HYL), incluso specie di *Brachythecietalia rutabulo-salebrosi*, comunità di briofite terri-umicole; *Hypogymnietea physodis* (HYP), comunità di licheni su cortecce acide; *Lobarion pulmonariae* (LOB), comunità corticicole di habitat ad elevata umidità atmosferica; *Lophocoletalia heterophyllae* (LOP), comunità a licheni e briofite su legno marcescente; *Neckeretalia complanatae* (NEC), comunità di rocce basiche subverticali e di cortecce debolmente acide; *Orthotrichetalia* (ORT) comunità briofitica di cortecce debolmente acide; *Physcietalia adscendentis* (PHY), comunità a licheni su cortecce non acide; *Pogonato-Dicranelletea heteromallae* (POG), comunità pioniera a prevalenza di briofite su suoli acidi; *Racomitrietea heterostichi* (RAC), comunità di briofite su rocce a reazione acida.

Il grafico riportato in Fig. 5 è stato ottenuto mediante una regressione logistica dei valori di presenza-assenza di ciascun sintaxon nei rilievi. L'area del cerchio così individuata rappresenta la probabilità, pari a ca. 68%, d'individuare almeno una specie del sintaxon nel gradiente ecologico individuato dai primi due assi della DCA (JONGMAM *et al.* 1987).

La nomenclatura delle epatiche o *Marchantiophyta* è basata su ALEFFI & SCHUMACKER (1995), dei muschi o *Bryophyta* segue CORTINI PEDROTTI (1992) e degli ascomiceti (*Ascomycota*) lichenizzati è riferita a NIMIS (1993).

## RISULTATI

Il risultato del clustering di tipo gerarchico è rappresentato in Fig. 2. Sono stati distinti cinque gruppi di rilievi, contrassegnati con cifre romane da I a V. Il numero di rilievi in ciascun gruppo individuato è riportato in Tab. 2. In questa tabella sono altresì riportate le specie suddivise tra i cluster, in relazione ai risultati derivati dall'applicazione dell'Indicator Value. Ciascuna dicotomia del dendrogramma è così contraddistinta dalla presenza di specie indicatrici di uno o più gruppi di rilievi.

Le crittogame caratterizzanti complessivamente i gruppi IV e V sono rappresentate in parti eguali da muschi e licheni, con la presenza significativa di epatiche solo nel gruppo IV. Nei gruppi I, II e III si osserva una decisa prevalenza di specie di muschi, ad eccezione dei gruppi I-II, in cui compaiono specie del genere *Lophocolea*, e del gruppo III, in cui sono presenti in modo significativo solo due specie di licheni. Il blocco di crittogame non caratterizzanti in modo esclusivo nessun gruppo di rilievo è formato da licheni e in misura minore da muschi.

Il grafico di Fig. 3 mostra il risultato dell'ordinamento rispetto ai primi due assi della DCA per le specie di crittogame, mentre in Fig. 4 è riportata la distribuzione dei 422 rilievi suddivisi nei cinque gruppi evidenziati dalla cluster analysis (Fig.2). Il primo e il secondo asse interpretano rispettivamente 6.6% e 4.6% della variabilità dei dati, valori piuttosto bassi, ma comunque decisamente superiori agli altri assi (p.e. l'asse 3 rappresenta 3.2%). Gli assi DCA1 e DCA2 possono quindi rappresentare i gradienti principali derivati dalla matrice di dati.

I valori dei coefficienti di regressione per ranghi di Spearman (Tab. 3) consentono d'interpretare in termini ecologici questi assi. Il gradiente principale (DCA1) è particolarmente correlato con gli indici ecologici. Nello specifico luce, temperatura, reazione e nutrienti sono positivamente correlati con DCA1, in antitesi continentalità e umidità lo sono negativamente. Anche la ricchezza flori-

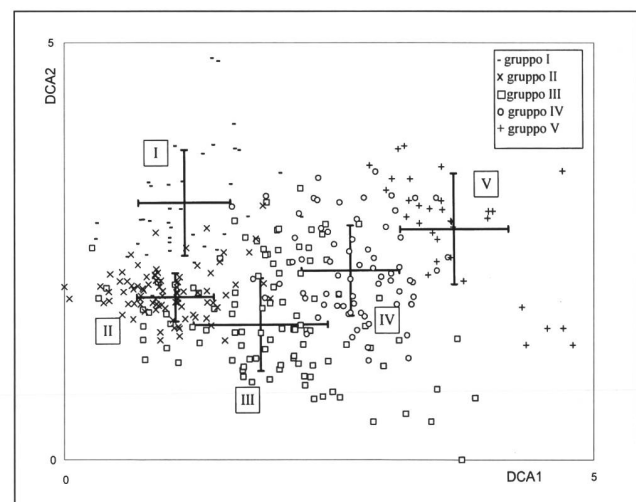


Fig. 4 - Detrended Correspondence Analysis. Distribuzione dei rilievi rispetto ai primi due assi (DCA1 e DCA2), ripartiti per gruppo. Le barre rappresentano la deviazione standard rispetto al centroide del gruppo.

stica è positivamente correlata, in particolare il numero di specie licheniche. L'asse principale rappresenta anche un gradiente macroclimatico, come sottolineato dalla significatività dei coefficienti di regressione per precipitazioni e temperatura medie annuali. Alcuni tipi di vegetazione sono correlati con DCA1. Le aree agricole e i boschi xero-termofili sono correlati in termini positivi. In antitesi, i boschi mesofili e acidofili sono correlati negativamente. Questo rapporto determina anche una significativa correlazione

della densità arborea e della frequenza di farnia, poiché entrambi i parametri sono in parte legati al tipo di vegetazione. Interessante è la relazione con il gradiente verticale del tronco: i settori posti vicino al suolo sono quelli con valori più bassi sull'asse. Anche il secondo asse dell'ordinamento (DCA2) è correlato in modo significativo con gli indici ecologici e più appropriatamente in modo positivo con reazione e nutrienti, e negativamente con temperatura e continentalità. DCA2 rappresenta ancora un gradiente di

Tab. 2 - Frequenza percentuale di ciascuna specie rispetto al numero totale di rilievi nei gruppi individuati dalla cluster analysis. Le specie sono state ripartite in base ai risultati dell'Indicator Value.

gruppo n° totale rilievi	I 120	II 37	III 159	IV 74	V 32	gruppo n° totale rilievi	I 120	II 37	III 159	IV 74	V 32
<b>specie caratteristiche gruppo I</b>											
mANOMatt	19	.	.	3	.						
mBRACpop	49	1	7	9	9						
mBRACrut	19	.	3	1	6						
mEURHhia	11	.	2	.	.						
mHERZsel	16	3	1	.	.						
mHOMAtri	14	.	.	7	.						
mPARAlon	8	2	.	.	.						
mPLAGcus	24	.	.	.	.						
mPLAGden	43	1	1	1	.						
mPLAGsuc	16	1	.	.	.						
mTHUIdel	16	.	.	.	.						
<b>specie caratteristiche gruppo II</b>											
ICLADsqu	.	3	.	.	.						
mCYNOpol	8	18	4	4	6						
mDICRden	.	6	1	.	.						
mLEUCsp	5	28	6	.	.						
<b>specie caratteristiche gruppi I-II</b>											
eLOPHbid	30	25	7	1	.						
eLOPHhet	73	31	3	.	.						
mDICRsco	14	17	1	1	.						
mDICRvir	5	3	.	.	.						
mPTERfil	3	2	.	.	.						
mSEMAadn	35	27	4	3	.						
<b>specie caratteristiche gruppi I-II-III</b>											
mCALLhal	8	9	4	.	.						
mDICRhet	3	3	3	.	.						
mDICRmon	35	85	37	11	3						
mPLAGlac	3	8	6	.	.						
<b>specie caratteristiche gruppo III</b>											
IHYPOsca	.	.	3	.	.						
IPHLYarg	.	.	5	.	.						
<b>specie non caratteristiche</b>											
eMETZfur	19	.	6	13	.						
IARTHpyr	.	.	7	1	13						
ICLADcon	3	5	5	3	.						
ICLADpyx	3	.	4	4	.						
ICLADsp	38	69	64	46	.						
ILEPRsp	78	67	97	83	6						
IPARMcap	.	1	16	11	16						
IPARMchi	.	.	1	3	.						
IPARMsru	.	2	12	10	9						
mAMBLser	30	5	7	14	28						
mCAMPfra	3	1	.	1	.						
mHYPNcup	81	84	47	60	41						
mPLATrep	89	98	79	91	63						
mRHYNcon	5	1	1	3	3						
						<b>specie caratteristiche gruppo IV</b>					
						<b>specie caratteristiche gruppo IV</b>					
						eFRULdil	11	2	9	80	31
						eRADUcom	35	1	14	43	.
						IGRAPscr	.	.	9	21	.
						ILECAall	.	.	7	14	.
						ILECAhag	.	.	.	6	.
						ILECieup	.	.	.	7	.
						INORMpul	.	.	3	17	.
						IPARMgla	.	1	17	37	.
						IPHAEend	3	.	1	24	.
						mHOMAscr	.	.	.	6	.
						mHYPNpal	5	1	2	9	.
						mORTHaff	.	1	2	34	13
						mORTHsra	.	.	.	23	9
						mORTHsri	.	.	.	6	.
						mORTHten	.	.	.	10	3
						<b>specie caratteristiche gruppo V</b>					
						IAMANpun	.	.	2	7	25
						ICATHnig	.	.	.	.	9
						IHYPEadg	.	.	5	11	50
						IHYPOphy	.	.	4	.	16
						IPARMexa	.	.	.	.	9
						IPARMsau	.	.	3	.	19
						IPARMtil	.	.	.	3	9
						IPHAEchl	.	.	.	.	22
						IPHAEorb	.	.	1	11	88
						mBRACsal	5	.	3	3	19
						mBRACvel	.	.	.	.	16
						mLESKpol	.	.	.	3	13
						mORTHdia	.	.	1	13	41
						mTORTpap	.	.	1	10	31
						<b>specie caratteristiche gruppo IV-V</b>					
						ICANDcon	.	.	1	31	69
						ICANDxan	.	1	7	39	47
						IPARMsul	.	.	9	10	25
						IPHYSten	.	.	8	24	59
						mBRYUsub	3	2	5	10	19
						mLEUCsci	.	.	.	7	13
						mORTHlly	.	1	1	26	31
						mULOTcri	.	1	3	9	6



ricchezza floristica, con la presenza di briofite e licheni contrapposta lungo l'asse. L'asse risulta correlato con il tipo di vegetazione, seppure in misura minore rispetto a DCA1. Il coefficiente negativo per alt indica che i settori più vicini alla base del tronco possiedono elevati valori su DCA2. Il gradiente macroclimatico è invece decisamente poco influente.

La distribuzione nel grafico di Fig. 3 dei tre gruppi di organismi studiati è in parte già evidente dai singoli valori dei coefficienti di regressione per Ne, Nl e Nm. I licheni occupano la porzione estrema superiore del gradiente principale e all'opposto, quella inferiore di DCA2. Un'appendice su DCA1 in direzione di bassi valori è tuttavia presente ed è rappresentata da specie del genere *Cladonia* e forme leprose (*Lepraria* s.l.). I muschi occupano le restanti porzioni del gradiente ecologico, con alcune specie colonists (sensu DURING 1992), principalmente *Orthotrichum* spp. e *Tortula papillosa*, che si spingono nel gradiente principale dei licheni. Le epatiche tendenzialmente occupano la parte superiore di DCA2, con la formazione di due distinti gruppi (*Lophocolea* spp. e le restanti tre specie, tra cui *Frullania dilatata*) separati lungo l'asse principale.

Per distinguere più soddisfacentemente la distribuzione dei gruppi della cluster analysis nel gradiente ecologico individuato dalla DCA, nel grafico di Fig. 4 sono stati riportati il centroide e la relativa deviazione standard dei punteggi lungo i due assi. Nel complesso i punteggi dei cinque gruppi risultano statisticamente discriminati sia su DCA1 (test Kruskal-Wallis:  $p < 0.001$ ) che su DCA2 ( $p < 0.001$ ). Infatti, si osserva una separazione statisticamente significativa tra le coppie di gruppi lungo DCA1 (test U di Mann-Whitney:  $p < 0.001$ ), con la sola coppia I-II non statisticamente distinta ( $p > 0.05$ ). Analogamente, i punteggi dei gruppi su DCA2 sono discriminati (test U di Mann-Whitney:  $p < 0.001$ ), ad eccezione della coppia I-V ( $p > 0.05$ ).

La Fig. 5 mostra la distribuzione dei sintaxa nel gradiente ecologico individuato dagli assi della DCA. Per *Lophocolealia* (LOP) non è stato possibile individuare i coefficienti che delimitano la superficie della circonferenza, pertanto si è rappresentato il solo centroide con la deviazione standard dei punteggi. Gli spazi ecologici circoscritti risaltano le contiguità tra le specie e quindi le caratteristiche sinecologiche dei sintaxa. Si nota una separazione tra le comunità dominate dai licheni da quelle a briofite, sebbene esistano aree di sovrapposizione (p.e. tra *Orthotrichetalia* e *Physcietalia*). La parte centrale del gradiente è occupata da specie appartenenti a *Dicranetalia*, sovrapposte a specie di *Lophocolealia*. Intorno convergono gli altri sintaxa, con una coda che si protrae verso alti valori su DCA1 e bassi su DCA2. Questa appendice è costituita da comunità di licheni. L'*Hylocomiëtea* è posizionata all'estremo del gradiente individuato dal secondo asse, mentre *Pogonato-Dicranelletea* e *Racomitriëtea* possiedono una distribuzione centrata esternamente al gradiente analizzato.

La Tab. 4 riporta la distribuzione dei rilievi rispetto al tipo di vegetazione e alla posizione sul tronco nei cinque gruppi della cluster analysis. Alcune cifre sono riportate in grassetto: esse rappresentano i valori che superano di 1.5 i valori attesi dai totali marginali (numero di rilievi). In ge-

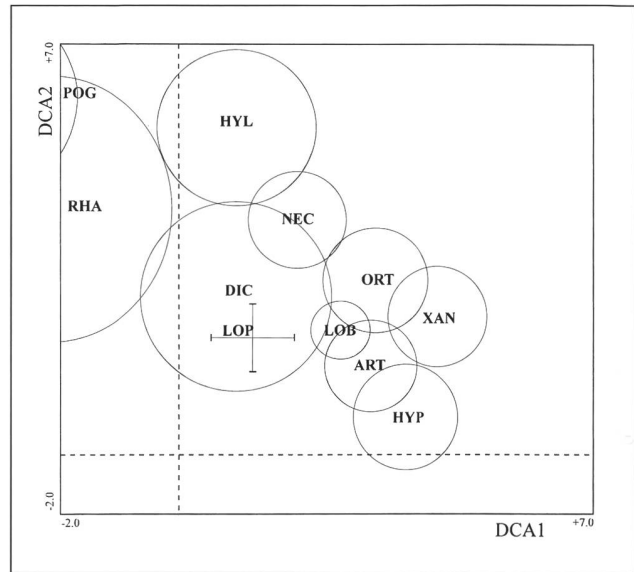


Fig. 5 - Detrended Correspondence Analysis. Distribuzione dei sintaxa rispetto ai primi due assi (DCA1 e DCA2). Per l'abbreviazione dei sintaxa vedi «Materiali e Metodi».

nerale si osserva una ripartizione piuttosto netta tra i cinque gruppi. Nello specifico, i rilievi dei boschi mesofili (Bmes) sono distribuiti nei gruppi I, II, III e IV, sebbene nei primi due predominano i rilievi nelle parti inferiori del tronco e nei rimanenti i rilievi delle parti superiori. Una distribuzione alquanto simile si osserva nei restanti tipi di vegetazione boschiva, quantunque frequenze elevate si osservino in gruppi differenti. I rilievi effettuati in aree agricole sono suddivisi in modo differente, essendo chiaramente prevalenti nei gruppi IV e V, e in quest'ultimo sono persino i soli rilievi presenti. Inoltre, non è evidente una separazione in relazione al settore occupato sul tronco.

## DISCUSSIONE

La distinzione tra i cinque gruppi sia in termini ecologici sia floristici appare piuttosto netta. I gruppi IV e V occupano la porzione estrema del gradiente DCA1, contraddistinta dalla presenza cospicua di licheni e da condizioni ecologiche di aridità, elevata luminosità ed elevata reazione, quest'ultima caratteristica legata anche all'accumulo di nutrienti. Queste condizioni sono vincolate alle aree agricole (AA) e in misura minore alle vegetazione boschive aperte, soprattutto nei boschi xero-termofili (Bxt). La maggior parte delle specie è rappresentata da briofite e licheni corticicoli o prevalentemente tali. Nel gruppo V, accanto a licheni marcatamente nitrofilo, si accostano anche specie a carattere acidofilo (su tutte *Hypogymnia physodes*). Questa evidenza può essere interpretata dalla diminuzione delle concentrazioni di  $SO_2$  riscontrate nell'area di studio (FURLANETTO 2000) che abbinata all'accumulo di nutrienti di origine antropica, determina un innalzamento del pH delle cortecce acidificate (VAN HERK 1999). Occorre inoltre sottolineare la presenza di *Leskea polycarpa* come caratteristica del gruppo V. Questa specie si rinviene spesso

nell'area Insubrica in situazioni di maggior aridità e lontano dall'acqua, spesso anche su muri (BRUSA 1998).

I gruppi I, II e III sono legati a vegetazioni boschive in cui prevalgono condizioni di maggior umidità e acidità rispetto ai gruppi IV e V. Queste condizioni non sembrano essere costanti, ma sono in funzione della zonazione verticale del tronco e del tipo di vegetazione (v. Tab. 4). Le specie caratterizzanti nel complesso i gruppi I, II e III sono muschi non strettamente corticicoli, in quanto si rinven- gono anche su legno marcescente, suolo soprattutto ricco in humus e limitatamente, anche su rocce acide. Il gruppo III è contraddistinto soprattutto dalla mancanza di specie, in quanto i due licheni individuati come caratteristici del gruppo sono presenti con bassa frequenza. Questa condi- zione sembra essere tipica dei rilievi posti nella parte alta (A), che mostrano un impoverimento rispetto a quelli delle porzioni inferiori (B e M). I gruppi I e II presentano molte affinità ecologiche e possiedono un congruo numero di briofite che sono sovente diffuse su legno morto. Occorre rilevare la presenza caratteristica di *Dicranum viride*, mu- schio incluso nell'Allegato 2 della Direttiva Habitat del- l'Unione Europea e considerato come specie vulnerabile a causa dell'inquinamento dell'aria e della gestione fore-

stale, richiedendo habitat boschivi ad umidità elevata e co- stante (EUROPEAN COMMITTEE FOR CONSERVATION OF BRYOPHYTES 1995). Nel gruppo I prevalgono nettamente rilievi effettuati in boschi mesofili (Bmes) con specie terri- umicole e talvolta sassicole, ma con una netta prevalenza per substrati a reazione debolmente acida. Nel gruppo II i rilievi sono ubicati nel complesso in vegetazioni boschive, ma di rado nei boschi xero-termofili (Bxt). Le specie sono in prevalenza terri-umicole e sassicole, ma nettamente aci- dofile. La presenza di *Cynodontium polycarpon*, specie consi- derata essenzialmente epilitica (CORTINI PEDROTTI 2001; DIERSSEN 2001), è piuttosto sorprendente, ma non ecce- zionale, poiché anche altri muschi epilitici, come *Grimmia trichophylla*, *Hedwigia ciliata*, *Schistidium apocarpum* agg. e *Tor- tula muralis*, crescono di rado epifitici su differenti forofiti nell'area di studio (BRUSA ined.) o all'opposto specie pre- valentemente corticicole si rinven- gono come epilitiche nel- l'area Insubrica (BRUSA 1998).

Le imposizioni nella scelta del forofito (v. Materiali e Metodi) sono state assunte per contenere gli effetti di alcune variabili, soprattutto in relazione alle caratteristiche del substrato. I risultati evidenziano comunque differenze so- stanziali in termini floristici ed ecologici. Nel complesso si

Tab. 3 - Coefficienti di regressione per ranghi di Spearman statisticamente significativi ( $p < 0.001$ ) tra gli assi della DCA e le variabili ana- lizzate (nc: non calcolato; ns:  $p > 0.001$ ). Per le abbreviazioni vedere paragrafo «Materiali e Metodi».

	DCA1	DCA2	L	T	K	F	R	N	Nt	Ne	NI	Nm	AA	Baci	Bcas	Bdeg	Bmes	Bxt	quo	tem	plu	veg	qrob
L	+0.49	ns																					
T	+0.66	-0.30	+0.32																				
K	-0.24	-0.52	ns	ns																			
F	-0.62	ns	ns	-0.43	ns																		
R	+0.66	+0.49	+0.30	+0.31	-0.44	-0.39																	
N	+0.83	+0.29	+0.57	+0.54	-0.34	-0.49	+0.68																
Nt	+0.19	+0.41	ns	ns	-0.40	-0.17	+0.21	+0.35															
Ne	ns	+0.53	ns	-0.42	-0.48	ns	+0.24	ns	+0.62														
NI	+0.58	-0.28	+0.34	+0.51	ns	-0.38	+0.18	+0.61	+0.51	ns													
Nm	-0.25	+0.61	ns	-0.47	-0.39	ns	ns	ns	ns	+0.71	+0.45	ns											
AA	+0.50	+0.27	+0.44	+0.27	ns	-0.36	+0.41	+0.57	+0.22	ns	+0.23	ns											
Baci	-0.26	-0.19	ns	ns	ns	+0.26	-0.29	-0.17	ns	ns	ns	ns	nc										
Bcas	ns	-0.16	ns	ns	ns	+0.22	ns	-0.18	ns	ns	ns	ns	nc	nc									
Bdeg	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0.23	-0.17	-0.21	ns	nc	nc	nc								
Bmes	-0.17	ns	-0.34	-0.20	ns	ns	ns	-0.25	ns	ns	ns	ns	nc	nc	nc	nc							
Bxt	+0.18	ns	ns	+0.18	ns	-0.16	ns	ns	ns	ns	ns	-0.21	nc	nc	nc	nc	nc						
quo	ns	ns	ns	ns	-0.22	ns	ns	ns	+0.25	+0.29	+0.20	ns	ns	ns	+0.31	ns	ns	ns	-0.21				
tem	-0.39	-0.19	-0.18	ns	+0.28	+0.22	-0.34	-0.34	-0.27	-0.29	-0.29	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0.19	-0.61			
plu	+0.32	+0.20	ns	ns	-0.29	-0.16	+0.32	+0.28	+0.33	+0.28	+0.31	ns	ns	ns	ns	-0.24	ns	ns	+0.52	-0.76			
veg	-0.44	ns	-0.31	-0.25	ns	+0.36	-0.33	-0.44	-0.16	ns	-0.18	ns	-0.63	ns	+0.25	+0.33	+0.19	-0.26	+0.19	ns	ns		
qrob	-0.38	ns	-0.24	-0.22	ns	+0.18	-0.33	-0.43	ns	ns	ns	ns	-0.34	+0.22	-0.35	-0.22	+0.50	ns	-0.20	+0.17	ns	ns	
alt	+0.34	-0.39	+0.34	+0.35	ns	ns	ns	+0.21	ns	ns	+0.37	-0.37	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Tab. 4 - Numero di rilievi suddiviso per gruppo individuato dalla cluster analysis (da I a V), tipo di vegetazione (tipo veg.) e settore del tronco (alt). Per le abbreviazioni vedere paragrafo «Materiali e Metodi». Le cifre in grassetto superano di almeno 1.5 i valori attesi dai totali marginali ( $n^\circ$  ril.).

	tipo veg. alt $n^\circ$ ril.	Bmes			Baci			Bdeg			Bcas			Bxt			AA		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
		45	45	45	20	20	20	31	31	30	14	14	13	12	12	12	19	20	19
Gruppo	I	37	<b>17</b>	7	2	<b>3</b>	1	0	<b>5</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	120	19	12	5	<b>12</b>	7	6	<b>15</b>	<b>14</b>	7	<b>11</b>	7	2	1	1	0	1	0
	III	159	8	18	<b>28</b>	4	10	<b>12</b>	9	14	<b>17</b>	1	4	7	7	6	<b>8</b>	1	3
	IV	74	1	8	10	1	2	2	2	2	6	2	3	4	3	5	4	7	6
	V	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>10</b>	<b>11</b>



osserva una sequenza di gruppi, che potremmo ritenere rappresentativi delle principali comunità corticicole su farnia nell'area di studio, disposte lungo un gradiente in cui gli indici ecologici sono influenzati dal tipo di vegetazione e dalla posizione sul tronco. I coefficienti di regressione (Tab. 3) sembrano avvalorare questa tesi, sebbene il contributo della vegetazione sia differente in relazione al tipo. Di fatto, troviamo le aree agricole (AA) che incidono in modo significativo su cinque indici ecologici, all'opposto i boschi degradati (Bdeg) sono ininfluenti. Nelle aree agricole si rinvencono esemplari isolati di farnia o in piccole macchie. In queste condizioni il vento è uno dei principali fattori che favoriscono l'evaporazione dell'acqua, mentre nelle vegetazioni boschive l'ambiente risulta più fresco ed anche con una ridotta escursione termica (BARKMAN 1958). Le attività agricole provocano inoltre l'accumulo sulla corteccia di nutrienti. Nei boschi xero-termofili, in prevalenza rade formazioni, si rinvencono condizioni simili alle aree agricole, eccetto che per l'accumulo di nutrienti. In generale, i tipi di boschi riscontrati in questo studio sono caratterizzati da differenti condizioni microclimatiche, in prevalenza relativamente ad umidità e luce. Quantunque esista un qualche grado di specificità tra specie arborea e singola specie o comunità di crittogame (BARKMAN 1958), è evidente che le epifite rispondono alla natura dell'habitat piuttosto che «riconoscere» un determinato forofito (PALMER 1986). Nel complesso si può quindi affermare che la presenza di briofite e licheni nelle comunità corticicole, pur costituendo una synusia, può offrire un'informazione integrativa nell'analisi delle comunità vegetali nel loro complesso.

La ricchezza floristica dei licheni (NI) è maggiormente correlata (coefficiente di Spearman: +0.61) alla presenza di scorze eutrofiche, tipiche di ambienti aperti nelle aree agricole. La diversità in specie è infatti in misura minore correlata alla densità della vegetazione boschiva (coefficiente di Spearman: -0.18). In boschi chiusi prevalgono principalmente briofite e *Cladonia*. Particolarmente curiosa è infatti la distribuzione tra i gruppi della cluster analysis delle specie del genere *Cladonia* che, ad eccezione di *C. squamosa*, non emergono come caratteristiche di alcun gruppo. Dalla Tab. 2 si desume tuttavia l'assenza nel gruppo V, essendo in prevalenza specie tipiche di habitat boschivi su scorza oligotrofa (BARKMAN 1958; WIRTH 1980). La distribuzione delle epatiche in due gruppi risponde a differenze fisiologiche, attestate dalla maggior tolleranza al disseccamento di *Frullania dilatata* relativamente a *Lophocolea heterophylla* (PROCTOR 1982).

L'altezza rispetto alla base del tronco è un'importante fattore che influenza la disponibilità di luce e umidità (BARKMAN 1958). La zonazione verticale del tronco è un carattere ricorrente in molti lavori, con la base del tronco colonizzata in prevalenza da specie epifite facoltative, talvolta anche da crittogame che crescono sul terreno circostante, e le restanti parti del tronco occupate da specie facoltative o strettamente corticicole (SMITH 1982). Questa ripartizione è confermata nel presente lavoro, quantunque sia più eclatante nelle vegetazioni boschive. Occorre comunque sottolineare come la distribuzione di licheni e briofite, nonché di growth-forms e life-strategies (DURING

1992), possano assumere un ruolo ecologico importante. La ripartizione nella DCA delle specie di *Hylocomietea*, contraddistinte da perennials che vegetano in fitti tappeti, e di *Orthotrichetalia*, con briofite principalmente colonists in ciuffi compatti o pulvini, conferma i dati in letteratura.

I boschi degradati (Bdeg) sono correlati negativamente con la ricchezza floristica (Tab. 2). La scarsità di specie pare legata alla gestione forestale che impone un'alterazione dei parametri microclimatici, una riduzione della disponibilità di substrati adatti all'esigenza delle specie e una frammentazione dell'habitat con conseguente diminuzione della capacità di ricolonizzazione (SÖDERSTRÖM 1988; ANDERSSON & HYTTTEBORN 1991; LESICA *et al.* 1991; GUSTAFSSON *et al.* 1992). Queste condizioni sembrano realizzarsi in modo rilevante nei boschi a *Robinia* e *Prunus serotina*, sottoposti a periodici tagli e quindi a mutazioni intermittenti nelle condizioni microclimatiche della stazione.

Nella presente ricerca è stata considerata la sola presenza per ciascuna specie, senza annotare il valore di copertura-abbondanza nel rilievo, sia per rendere più rapida l'attività di campo sia per il carattere preliminare dello studio. Le coperture di alcune specie possono tuttavia variare in modo considerevole in relazione ai fattori ambientali in precedenza evidenziati. Esempio concreto è rappresentato da *Platygyrium repens*, muschio presente nella maggior parte dei rilievi, ma con relative basse coperture nelle aree agricole. La mancanza di dati di copertura-abbondanza non consente neppure un'analisi approfondita dal punto di vista fitosociologico. Tuttavia, si noti come i sintaxa considerati assumano una distribuzione relativamente ben discriminata nel gradiente della DCA (Fig. 5). L'affinità ecologica tra alcuni sintaxa nell'area di studio appare piuttosto indiscutibile e quindi necessita di essere in modo specifico approfondita.

## BIBLIOGRAFIA

- ALEFFI M. & SCHUMACKER R., 1995. Check-list and red-list of the liverworts (*Marchantiophyta*) and hornworts (*Anthocerotophyta*) of Italy. *Fl. Medit.*, 5: 73-161.
- ANDERSSON L.I. & HYTTTEBORN H., 1991. Bryophytes and decaying wood. A comparison between managed and natural forest. *Hol. Ecol.*, 14: 131-130.
- BARKMAN J.J., 1958. Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Assen, Van Gorcum.
- BELLONI S., 1975. Il clima delle province di Como e di Varese in relazione allo studio dei dissesti idrogeologici. C.N.R., Fondazione per i Problemi Montani dell'Arco Alpino, Pubblic. n. 99.
- BRUSA G., 1998. Analisi vegetazionale delle cenosi a Briofite sui muri di Varese (Lombardia). *Nat. valtellin.*, 9: 3-13.
- BRUSA G. & ROELLA V., 2001. Esperienze di bioindicazione della qualità dell'aria tramite la biodiversità di licheni e briofite epifite nella provincia di Varese. In: Cenci R.M. & Aleffi M. (Eds.), *L'utilizzo delle briofite nel monitoraggio ambientale: stato della ricerca in Italia*. EUR 19817 IT, pp. 46-55.
- BRUSA G., in prep. *Sematophyllum adnatum* (Michx.) Britt. in Italia: distribuzione ed ecologia di una *Bryophyta* esotica.

- CORTINI PEDROTTI M., 1992. Check-list of the Mosses of Italy. *Fl. Medit.*, 2: 119-221.
- CORTINI PEDROTTI M., 2001. Flora dei muschi d'Italia. *Sphagnopsida, Andreaeopsida, Bryopsida* (I parte). Roma, Antonio Delfino Editore.
- DIERSSEN K., 2001. Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes. *Bryophyt. Biblioth.*, 56: 1-289.
- DUFRENE M. & LEGENDRE P., 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecolog. Monographs*, 67: 345-366.
- DURING H.J., 1992. Ecological classifications of bryophytes and lichens. In: Bates J.W., Farmer A.M. (Eds.), *Bryophytes and Lichens in a changing environment*. Oxford, Oxford University Press, pp. 1-31.
- ELLENBERG H., WEBER H.E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. & PAULLIEN D., 1991. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Göttingen, Goltze.
- EUROPEAN COMMITTEE FOR CONSERVATION OF BRYOPHYTES, 1995. Red data book of European bryophytes. Trondheim, ECCB.
- FURLANETTO D., 2000. Monitoraggio della qualità dell'aria mediante licheni nella Valle del Ticino. Nodo, Como.
- GUSTAFSSON L., FISKESJÖ A.T. & HALLINGBÄCK T., 1992. Semi-natural deciduous broadleaved woods in southern Sweden - habitat factors of importance to some bryophyte species. *Biolog. Conserv.*, 59: 175-181.
- JONGMAN R.H.G., TER BRAAK C.J.F. & VAN TONGEREN O.F.R., 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Wageningen, Pudoc.
- LESICA P., MCCUNE B., COOPER S.V. & HONG W.S., 1991. Differences in lichen and bryophytes communities between old-growth and managed second-growth forests in the Swan Valley, Montana. *Can. J. Bot.*, 69: 1745-1755.
- NIMIS P.L., 1993. The Lichens of Italy. *Monografie del Museo Regionale di Scienze Naturali*, vol. 12.
- NIMIS P.L., 1999. Linee-guida per la bioindicazione degli effetti dell'inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti. Atti del Workshop «Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale», Roma 26-27 novembre 1998. ANPA, Serie Atti 2/1999, pp. 267-277.
- PALMER M.W., 1986. Pattern in corticolous bryophyte communities of the North Carolina Piedmont: do mosses see the forest or the trees?. *Bryologist*, 89: 59-65.
- PODANI J., 1993. SYN-TAX-pc: Computer Programs for Multivariate Data Analysis in ecology and Systematics. Version 5.0 User's Guide. Budapest, Scientia Publishing.
- PROCTOR M.C.F., 1982. Physiological ecology: water relations, light and temperature responses, carbon balance. In: Smith A.J.E. (Ed.), *Bryophyte Ecology*. London-New York, Chapman & Hall, pp. 333-381.
- ROELLA V., GUIDETTI L. & BATTIOLI M. T., 1995. Bioindicazione della qualità dell'aria nelle province di Novara e Varese. Varese, Nicolini.
- SMITH A.J.E., 1982. Epiphytes and epiliths. In: Smith A.J.E. (Ed.), *Bryophyte Ecology*. London-New York, Chapman & Hall, pp. 191-227.
- SÖDERSTRÖM L., 1988. The occurrence of epixilic bryophyte and lichen species in an old natural and a managed forest stand in northeast Sweden. *Biolog. Conserv.*, 45: 169-178.
- TER BRAAK C.J.F. & SMILAUER P., 1998. CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for windows: software for Canonical Community Ordination (version 4). Ithaca, Microcomputer Power.
- VAN HERK C.M., 1999. Mapping of ammonia pollution with epiphytic lichens in the Netherlands. *Lichenologist*, 31: 9-20.
- VON HÜBSCHMANN A., 1986. *Prodromus der Moosgesellschaften Zentraleuropas*. *Bryophyt. Biblioth.*, 32:1-413.
- WETMORE C.M., 1988. Lichen floristic and air quality. *Biblioth. Lichen.*, 30: 55-65.
- WINNER W.E., 1988. Responses of bryophytes to air pollution. *Biblioth. Lichen.*, 30: 141-173.
- WIRTH V., 1980. *Flechtenflora*. Stuttgart, Ulmer.
- ZOCCHI A. & PEDUZZI R., 1996. Valutazione della qualità dell'aria nel Canton Ticino, attraverso l'utilizzo di licheni epifiti: confronti transfrontalieri. *Boll. Soc. ticin. Sci. nat.*, 84: 25-40.

