

Modifica della vegetazione dei licheni epifiti indotta da polveri calcaree in prossimità di una cava

Viene presentato il rilievo delle frequenze di copertura di 15 specie di licheni epifiti rinvenuti su cerro (Quercus cerris) lungo la strada di accesso ad una cava di pietra calcarea. Viene individuato un tratto di strada ove l'elevata polverosità indotta dal passaggio dei camion di cava produce una profonda modifica della comunità di licheni epifiti: la locale associazione a Parmelia (tipica di cortecce acide e microclima umido) cede il posto a una associazione di Physcetum adscendentis (cortecce neutro-basiche ed ambiente secco) fortemente degradata. Viene discussa la correlazione tra polverosità e copertura di licheni.

The cover frequencies of 15 epiphytic lichens on oak (Quercus cerris) bark have been studied along the access road to a limestone quarry, where dust is producing a change on lichen vegetation from a typical Parmelia association (common on acid bark and humid environment) to degraded Physcetum adscendentis association (typical of neutro-basic barks and dry microclimate). Correlation between dust pollution and lichen cover is discussed.

Introduzione

Alcune peculiarità fisiologiche dei licheni ne fanno degli utili bioindicatori (Deruelle, 1978; Spampiani, 1982; Anderson e Treshow, 1984): l'attività fotosintetica attiva tutto l'anno, la non esistenza di barriere (stomi, strati cerosi, ecc.) agli scambi gassosi con l'esterno, il bioaccumulo dovuto al tasso di crescita lento e alla mancata perdita di parti cariche di inquinanti. In ambiente urbano o industriale la flora lichenica subisce profonde alterazioni, fino alla progressiva scomparsa delle specie meno tolleranti (Le Blanc e De Sloover, 1970; Caniglia et al., 1978; Deruelle, 1978). In tali ambienti, la

principale fonte di danno è stata ricercata nell'SO₂ (Gilbert, 1970a; Gilbert, 1970b; Le Blanc e Rao, 1973b; Hawksworth, 1973; Nash, 1973; Del Guasta e Sbrilli, 1990), oppure nelle condizioni di particolare aridità dell'ambiente urbano. Dispute tra i fautori dell'ipotesi dell'SO₂ e quelli dell'aridità urbana sono sorte numerose (es. Le Blanc e Rao, 1973a). Tuttavia la grande variabilità dei fattori climatici e delle comunità di licheni da città a città rendono relativamente sterili simili discussioni. Studi più recenti hanno infatti evidenziato effetti antagonistici tra SO₂ ed aridità urbana, indicando come la vegetazione lichenica possa dipendere in maniera

complessa da entrambe i fattori (Nimis, 1985).

Alla ricerca di un valido indice di qualità dell'aria, in Liebendorfer et al. (1988) sono state analizzate numerose possibili definizioni di IAP (Index of Atmospheric Purity) ottenute come combinazione di quantità misurabili sugli alberi coperti di licheni quali frequenza, copertura, vitalità, ecc. La formula IAP che nella città di Bienna (CH) si è dimostrata meglio correlata nel senso della regressione multipla lineare con misure in situ degli inquinanti SO₂, metalli pesanti, polveri e NO_x è risultata una delle più semplici, ovvero:

$$IAP_n = \sum_i^n F_i$$

ove F_i è la frequenza di copertura della specie lichenica "i", proporzionale al numero di celle di un reticolo campione appoggiato al substrato in cui si osservi almeno un tallo del lichene i-esimo. Secondo gli autori, in base a tale definizione di IAP è possibile prevedere con certezza superiore al 95% l'entità dell'inquinamento dovuto alla combinazione delle fonti inquinanti considerate. Il numero N e le specie "i" di licheni da considerare nel calcolo IAP dovrebbero essere individuati per

ciascuna realtà ambientale, calibrando il metodo in aree campione in base a misure di routine degli inquinanti e delle frequenze di copertura dei licheni. Nel presente studio viene adottato un indice IAP₁₅ che considera le 15 specie più comuni di licheni epifiti foliosi e fruticosi rinvenuti in zona su cerro (*Quercus cerris*). Nel calcolo dell'indice non è stata fatta distinzione tra talli integri e talli danneggiati anche oltre il 50%.

Area di studio

L'area in esame è costituita da un tratto di strada carrareccia di circa 1 chilometro di lunghezza, parzialmente sterrata e localizzata nel fondovalle del torrente Carlone (FI) (Fig. 1). La vegetazione arborea è costituita da ceduo di cerro e roverella. A causa della ridotta estensione spaziale e della uniforme tipologia ambientale, il

trasetto presenta condizioni microclimatiche pressochè costanti. La vallata è disabitata e lontana da fonti di inquinanti chimici. L'unica attività umana di rilievo è l'escavazione di roccia calcarea in cava a cielo aperto, con relativo transito di camions sulla strada in esame da e verso la strada statale 65 (della Futa), localizzata a sud-est in figura 1. Ne consegue che i danni ai licheni derivano esclusivamente dalla polvere calcarea sollevata dal passaggio dei camion.

Materiali e metodi

In una fase preliminare sono stati raccolti campioni di flora lichenica epifita sia nell'area a vegetazione degradata sia in zone naturali in modo da individuare le specie più comuni da utilizzare durante lo studio. La determinazione del materiale si è avvalsa di

Nimis (1987); Jahns (1987); Ozena e Clauzade (1970).

Lo studio è stato eseguito misurando la frequenza di copertura specifica dei 15 licheni epifiti foliosi più rappresentativi localmente. La misura è stata eseguita fissando sul lato del tronco che si affaccia sulla strada, a circa 1,5 metri dal suolo, un reticolo a 10 maglie rettangolari di cordino (dimensioni complessive 50 cm X 30 cm). Sono stati campionati solo gli alberi al ciglio della strada. La frequenza specifica di copertura F_i è stata definita come il numero di celle del reticolo in cui era rinvenibile almeno un tallo vivo e visibile a occhio nudo della specie in esame. La frequenza totale di copertura di ciascun tronco (IAP₁₅) è la somma delle 15 frequenze specifiche, e corrisponde al numero di celle in cui era rinvenibile almeno uno dei 15 licheni prescelti. Ogni stazione di campionamento era costituita da almeno tre

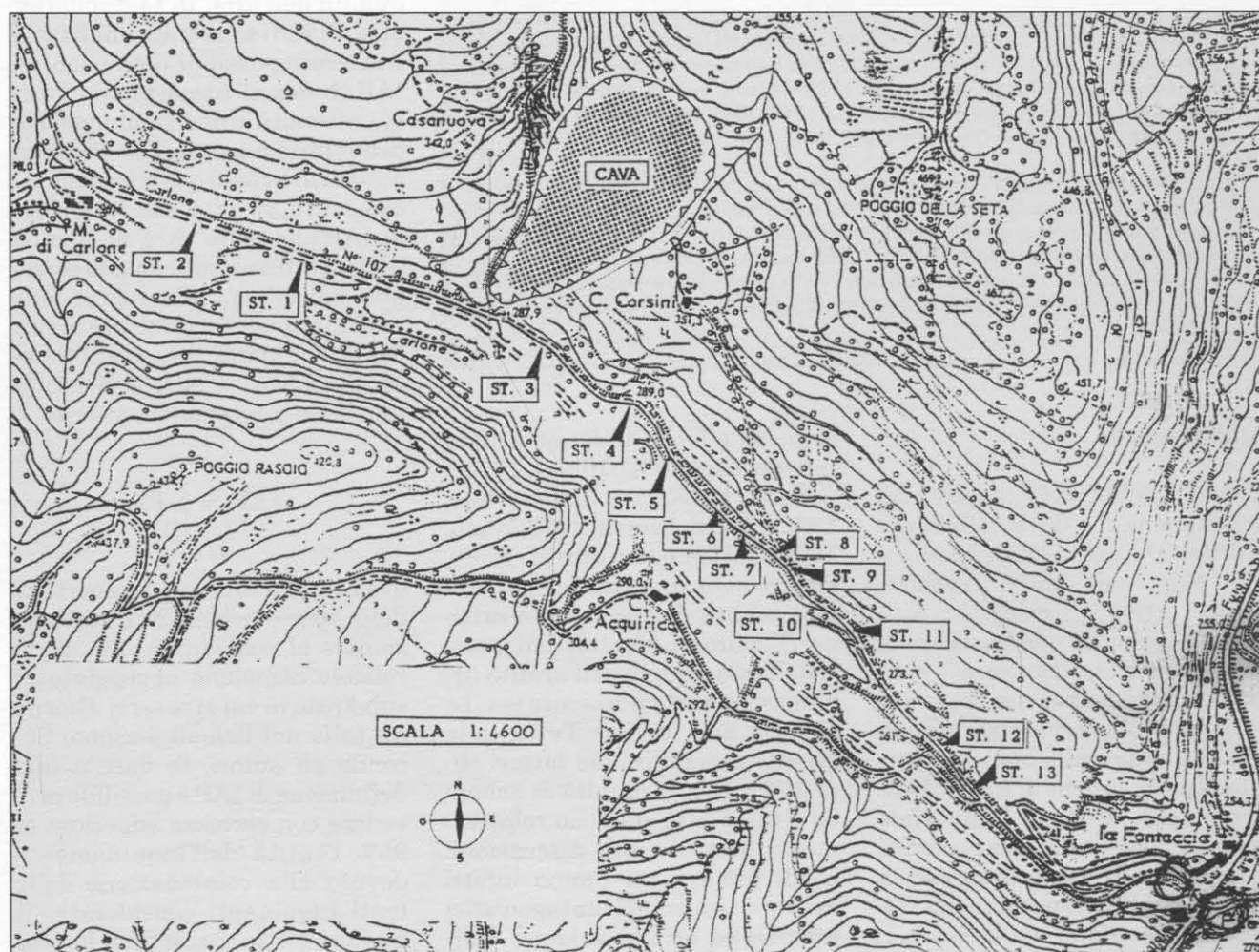


Fig. 1 - Area di studio: è situata nella valle del T. Carlone, 25 km a NE di Firenze. Il transito di camion avviene nel tratto tra la cava e la strada statale 65, in basso a destra in figura.

Tab. 1 - Frequenze specifiche di copertura (F_i) e frequenza totale (IAP_{15}). Ogni frequenza si riferisce alla media eseguita su tutti gli alberi di ciascuna stazione. I cerchi barrati a sin. indicano le specie tipiche di associazione a *Parmelia*, quelli pieni le specie tipiche di *Physcetum* (Nimis, 1987). I cerchi attorno alle frequenze di copertura indicano danni al tallo superiori al 50%.

Stazione N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
⊗ <i>Parmelia caperata</i>	10	10			4	3			10	8	7	7	9
⊗ <i>Parmelia sulcata</i>	10	10							8	7	2		3
⊗ <i>Parmelia subaurifera</i>	8	10							8	2	3		4
⊗ <i>Parmelia tiliacea</i>	2	4			0,5				4	4	9	8	7
<i>Cetrelia olivetorum</i>	1	2							3	3	3	4	4
⊗ <i>Parmotrema chinense</i>	7	4								0,3	1		0,3
⊗ <i>Evernia prunastri</i>									1	0,8	0,6	0,3	0,3
● <i>Physcia orbicularis</i>		1									1	0,8	
<i>Anaptychia ciliata</i>											2	0,5	
<i>Physcia hirsuta</i>											1		
● <i>Physcia adscendes</i>	0,5		0,5	2								4	1
● <i>Physconia distorta</i>					2	8		7		2	3	7	
● <i>Xantoria parietina</i>					0,5	0,2		2		0,5		0,3	0,3
<i>Ramalina</i> sp.	1	0,5							1				
<i>Usnea</i> sp.	1	0,5											
Stazione N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Frequenza totale	40	40	0,5	1,5	6,5	11	0	9	35	26	33	29	30

alberi del diametro minimo di 30 cm. Le frequenze di copertura riportate in tabella 1 e figura 2 sono le medie delle frequenze rinvenute sui diversi alberi di ciascuna stazione.

La specie arborea considerata come substrato è il cerro (*Quercus cerris*), molto comune in zona ed a corteccia acida. La scelta di una singola specie arborea corrisponde alla massima uniformità delle caratteristiche fisico-chimiche naturali del substrato di crescita dei licheni.

Un'analisi del materiale di cava

ha permesso di determinare il contenuto di $CaCO_3$ delle polveri, pari all' 80% in peso. Una misura relativa dell'inquinamento da polveri è stata effettuata fissando a 10 alberi campione scelti lungo la strada altrettante targhette in plastica coperte di materiale sintetico spugnoso (filtro per copritermo) e protette dalla pioggia. Le targhette sono state fissate alla stessa altezza dei rilievi lichenici, verticalmente per simulare le condizioni di accumulo della corteccia, e lasciate in sito per 2 mesi nell'inverno 1992. Le targhette,

una volta rimosse, sono state lavate ciascuna in 200 ml di di acqua. La torbidità delle sospensioni ottenute è stata quindi analizzata misurando l'intensità della luce diffusa a 30° rispetto alla direzione di incidenza: supponendo simili le granulometrie delle polveri nelle diverse stazioni, tale intensità risulta direttamente proporzionale alla quantità di polvere raccolta. I risultati (espressi in unità arbitrarie) sono riportati in figura 2, ove è possibile verificare come la misura puntiforme di polveri sia soggetta a forti fluttuazioni da un albero all'altro nell'area ad elevata polverosità (St. 3-8) a causa delle ovvie differenze di esposizione, rendendo impossibile una correlazione diretta tra polverosità e IAP. E' tuttavia evidente che la quantità di polvere raccolta presso le stazioni centrali è in media 3-4 volte superiore rispetto a quella delle stazioni 1 e 2 di controllo. In prossimità della stazione 12 la polverosità ritorna a livelli simili a quelli di controllo a causa dell'asfaltatura della strada.

Risultati

Nelle due stazioni di riferimento 1 e 2 il traffico veicolare è pressoché assente: sono ivi presenti licheni

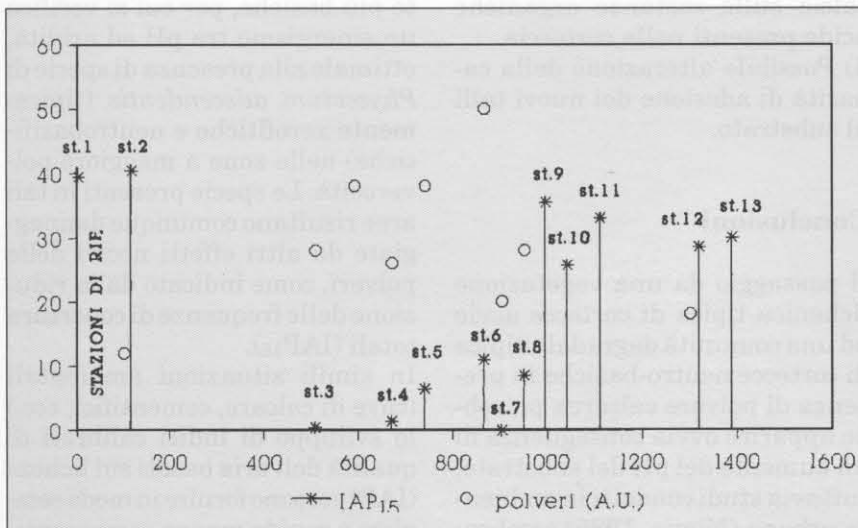


Fig. 2 - Indice IAP_{15} e polveri (vedi testo) sugli alberi lungo la strada. Le stazioni 1 e 2 sono di riferimento in quanto non interessate dall'inquinamento di cava. E' evidente la progressiva ricolonizzazione lichenica allontanandosi dalla cava (st.3) verso la SS 65, fino a raggiungere valori IAP_{15} comparabili a quelli di riferimento (st.12).

caratteristici della associazione a *Parmelia* (Nimis,1987), tipica di cortecce acide (tali specie sono indicate con cerchietti vuoti in tabella1). Nelle stazioni 3-8 si nota una grande povertà sia in numero di specie che in frequenza di copertura. La polverosità è elevata, 3 o 4 volte maggiore che nelle stazioni 1 e 2. Specialmente nelle stazioni 3-5 (le più vicine alla cava) si nota una patina di polvere calcarea che ricopre completamente licheni (necrotici o morti) e corteccia. Toccando la corteccia con acido cloridrico si nota effervescenza persistente, indicando che la polvere è penetrata in profondità negli interstizi della corteccia. I talli di *Parmelia caperata*, ove presenti, mostrano danni elevati, fino a risultare fortemente necrotizzati (la medulla spesso affiora, forse segno di abrasione della cortex da parte delle polveri), disidratati o morti.

Le uniche specie rinvenute vitali in questo tratto, spesso prive di danni apparenti, sono specie caratteristiche dell'associazione di *Physcetum adscendentis* (tipica di cortecce neutre o basiche: alcune specie caratteristiche di questa associazione sono indicate con cerchietti pieni in tabella 1). E' da notare l'assenza di tali specie nelle stazioni di riferimento 1 e 2. L'indice IAP₁₅ è basso, con tendenza a crescere allontanandosi dalla cava.

A circa 1 km dalla cava (Staz. 9-13), col decrescere della polverosità, la vegetazione lichenica riprende le caratteristiche di *Parmelietum*, pur con la persistente presenza di alcune specie tipiche del *Physcetum adscendentis* (*Physcia adscendens* e *orbicularis*). L'indice IAP₁₅ rimane tuttavia più basso rispetto alle stazioni di riferimento 1 e 2.

Licheni e danno da polveri

Nonostante numerosi lavori si siano occupati dei danni indotti da SO₂ sui licheni, non sono noti all'autore studi specifici sui danni da polveri. Alcuni possibili effetti della polvere calcarea sono qui ipotizzati:

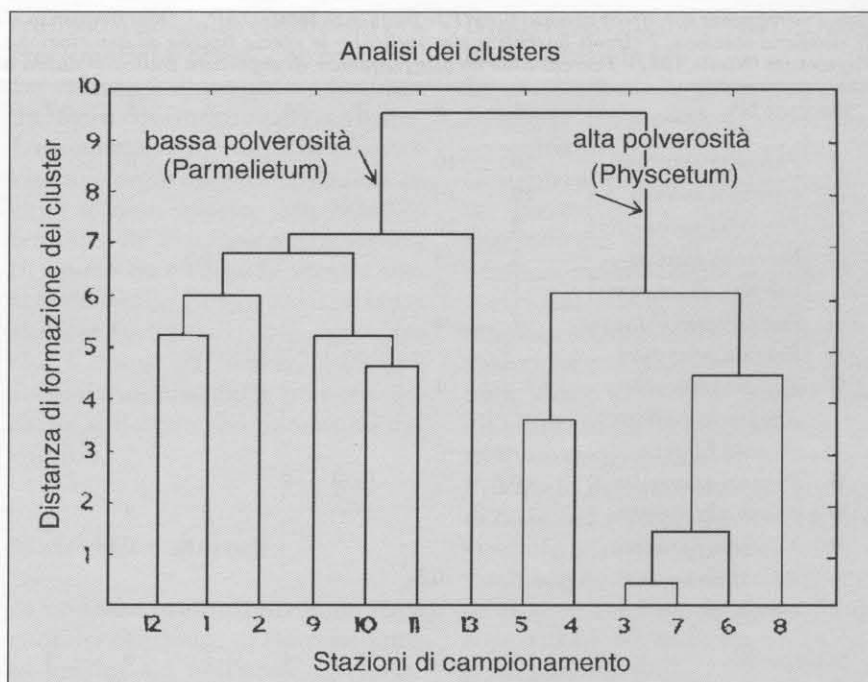


Fig. 3 - Si noti la netta separazione tra le vegetazioni dell'area inquinata e di quelle pulite. L'analisi è stata condotta sui dati quantitativi (F) trasformati in indici di presenza specifica (1 = presente la specie i-esima) (0 = assente).

- 1) Disidratazione ed abrasione della cortex: la polvere calcarea agisce da agente disidratante ed abrasivo al contatto con la corteccia o con i talli. Il microclima del lichene può risultare quindi più secco nella zona inquinata.
- 2) Copertura fisica del tallo con riduzione degli scambi gassosi e della fotosintesi.
- 3) Alterazioni del pH del substrato: Le cortecce normalmente acide del cerro subiscono un aumento superficiale di pH a causa dell'effetto tampone del carbonato di calcio sulle sostanze organiche acide presenti nella corteccia.
- 4) Possibile alterazione della capacità di adesione dei nuovi talli al substrato.

Conclusioni

Il passaggio da una vegetazione lichenica tipica di cortecce acide ad una comunità degradata tipica di cortecce neutro-basiche in presenza di polvere calcarea potrebbe apparire ovvia conseguenza di un aumento del pH del substrato; tuttavia studi condotti in ambiente urbano (Nimis, 1985) sembrano indicare una maggiore complessità del fenomeno: le specie di *Physcetum adscendentis* che do-

minano la vegetazione lichenica nel centro di Trieste sono infatti xerofitiche (in accordo con la maggiore aridità del centro urbano) ma contemporaneamente neutrobasifitiche (in contrasto con la maggiore acidità urbana indotta da SO₂ e NO_x). In tal caso umidità e pH agiscono in antagonismo nel determinare la colonizzazione dell'area urbana da parte delle diverse associazioni di licheni. Nel presente lavoro, invece, le cortecce di cerro rese più secche dalle polveri calcaree sono contemporaneamente più basiche, per cui si verifica un sinergismo tra pH ed aridità, ottimale alla presenza di specie di *Physcetum adscendentis* (tipicamente xerofitiche e neutrobasifitiche) nelle zone a maggiore polverosità. Le specie presenti in tali aree risultano comunque danneggiate da altri effetti nocivi delle polveri, come indicato dalla riduzione delle frequenze di copertura totali (IAP₁₅).

In simili situazioni ambientali (cave di calcare, cementifici, ecc.) lo sviluppo di indici calibrati di qualità dell'aria basati sui licheni (IAP) possono fornire in modo semplice e rapido mappe semiquantitative dell'inquinamento da polveri, evidenziando le aree di maggior degrado.

Bibliografia

Anderson, F.K. and M.Treshow. 1984. Responses of lichens to atmospheric pollution. In: M.Treshow (Ed). Air pollution and plant life. John Wiley and Sons: 259-289.

Caniglia, G., P. Giulini e M. Spampani. 1978. Inquinamento atmosferico e licheni- saggio di distribuzione nella valle del Boite e a Cortina d'Ampezzo. Atti del convegno su "Ecologia delle prealpi orientali". Pian Cansiglio 6,7,8 maggio 1978):279-293.

Del Guasta, M., e G. Sbrilli. 1990. Distribuzione di licheni epifiti in un'area industriale dotata di rete di monitoraggio chimico dell'inquinamento atmosferico. *Acqua Aria*, 9/90: 787-796.

Deruelle, S. 1978. Les lichenes et la pollu-

tion atmospherique. *Bull.Ecol.*, 9:87-128.

Gilbert, O.L., 1970a. A Biological scale for the estimation of sulphur dioxide pollution. *New Phytologist.*, 69: 629-634.

Gilbert, O.L. 1970b. Further studies on the effect of SO₂ on lichens and bryophytes. *New Phytologist*, 69: 605-627.

Hawksworth, D.L. 1973. Mapping studies. In: B.W. Ferry (Ed.). Air pollution and lichens. Univ. Toronto Press:38-123.

Jahns, H.M. 1987. Collins field guide to the ferns mosses and lichens of Britain, northern and central Europe, Pub. Collins, London: 272 pp.

Le Blanc, F. and J. De Sloover. 1970. Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphitic lichens and mosses in Montreal. *Can. J. Bot.*,48:1485-1496.

Le Blanc, F. and D.N.Rao. 1973a. Evaluation of the pollution and drought hypotheses in relation to lichens and bryophytes in urban environments. *The Bryologist*, 76: 1-19.

Le Blanc, F. and D.N. Rao. 1973b. Effects of sulfur dioxide on lichen and moss transplants. *Ecology*, 54: 612-617.

Lieboldörfer, L.,R. Herzig,M.Urech und K.Amman.1988. Evaluation und Kalibrierung der Schweizer Flechten-indikation-smethode mit wichtigen luftschadstoffen. *Staub-reinhaltung der luft*, 48: 233-238.

Nash, T.H. 1973. Sensitivity of lichens to sulfur dioxide. *The Bryologist*, 76: 333-339.

Nimis, P.L. 1985. Urban lichen studies in Italy- 1st: the town of Trieste. *Studia Geobotanica*, 5: 49-74.

Nimis, P.L. 1987. I macrolicheni d'Italia, chiavi analitiche per la determinazione. Gortania- Atti del Museo Friul. *Storia Nat.* 8 ('86):101-220.

Ozenda, P. et G. Clauzade. 1970. Les lichenes-Etude biologique et flore illustree. *Masson (Rbl.)*, Paris: 350 pp.

Spampani, M. 1982. I licheni: indicatori fisiologici della qualità dell'aria. *Le Scienze*, 167: 60-69.

