

MUSEO CIVICO
DI STORIA NATURALE
PIACENZA



CEA
Centro Educazione Ambientale
Castell'Arquato

Quaderni di EDUCAZIONE AMBIENTALE

I licheni indicatori biologici della qualità dell'aria

a cura di

Maria Grazia Valcuvia Passadore* e Maria Cristina Bertonazzi**

*Dipartimento di ecologia del territorio e degli ambienti terrestri - Università di Pavia

**Museo Civico di Storia Naturale, Piacenza

Disegni di Dario Passadore - Foto di Daniela Chiappetta, Cristina Delucchi e Paola Passadore



Licheni, pionieri degli ambienti più inospitali

di Carlo Francou

Museo Civico di Storia Naturale, Piacenza

Utilizzati dall'antichità per usi terapeutici ma anche alimentari i licheni hanno ispirato poeti, prosatori e pittori. Grazie alla loro particolare resistenza li possiamo trovare, con una grande varietà di forme, in numerosissime aree terrestri, anche in quelle più inospitali.

A questo proposito è sufficiente osservare l'immagine fotografica riportata in questa pagina per rendersene conto: si tratta della cima di monte Oslyante (1.050 metri sul livello del mare, nella catena degli Urali) dove i resti di arenarie precambriane emergenti dalla taiga sono coperti di licheni e radi arbusti.

La scelta di realizzare un opuscolo sui licheni è nata dalla volontà di potenziare le attività del laboratorio didattico attivo presso il Museo civico di storia naturale di Piacenza - grazie alla collaborazione con l'Assessorato ai servizi per l'infanzia, diritto allo studio, formazione del Comune di Piacenza - con una serie di supporti atti a fornire alle scolaresche in visita un ulteriore strumento di monitoraggio dell'ambiente nel quale viviamo. Come vedremo nelle pagine che seguono i licheni, nutrendosi esclusivamente delle sostanze presenti nell'aria, costituiscono un indicatore importante sulla qualità della stessa.

Se con la realizzazione dell'opuscolo dedicato agli organismi acquatici e alla qualità dell'acqua (Quaderno di educazione ambientale n.6) era stata avviata un'attività di laboratorio didattico dedicata alle acque, con il presente opuscolo, l'obiettivo si sposta sull'aria che respiriamo fornendoci un utile strumento per osservare nella nostra città, nelle diverse stagioni dell'anno, se l'ambiente nel quale viviamo subisce dei deterioramenti.



La storia dell'aria

L'atmosfera rappresenta la componente gassosa incolore ed inodore della biosfera, che, noi, chiamiamo aria. Per gran parte della sua storia, l'uomo ha ignorato l'esistenza dell'atmosfera come forma di materia. Per secoli, infatti, si riteneva che la materia avesse due stati: il solido e il liquido e, la presenza di uno stato gassoso era un concetto incomprensibile.

Solo nei secoli XVIII e XIX fu riconosciuta la presenza dell'aria: da quel momento, la conoscenza dell'atmosfera ebbe una rapida evoluzione. L'uomo, infatti, scoprì che essa è un miscuglio di gas e che tutti le sostanze presenti in natura possono esistere allo stato solido, liquido e gassoso.

Un importante passo avanti per la conoscenza dell'aria e per il comportamento dei gas che la compongono fu trasmessa dal principio di Robert Boyle, nel 1662 che stabilisce che a temperatura costante il volume di un gas è inversamente proporzionale alla pressione. Nel 1754 si scoprì l'esistenza dell'anidride carbonica e, nel 1772 e 1773 furono rispettivamente identificati l'azoto e l'ossigeno.

L'origine e l'evoluzione dell'atmosfera

Da dove viene l'atmosfera? A causa della difficoltà di ottenere dati sufficienti ed accurati (soprattutto per quanto riguarda la zona più alta dell'atmosfera), le varie teorie che vengono formulate in proposito, subiscono continue revisioni. Pare che l'origine dell'atmosfera terrestre risalga a circa 5 miliardi di anni fa, durante il periodo di formazione del nostro pianeta e dell'intero Sistema Solare.

Secondo l'ipotesi maggiormente accreditata, l'atmosfera primordiale che circondava la Terra, detta anche pneumatosfera o protoatmosfera, sarebbe derivata dalla degasificazione dovuta alla solidificazione dei magmi durante le prime fasi di formazione della crosta terrestre con conseguente liberazione di elementi leggeri allo stato molecolare gassoso. Per questo motivo la ricostruzione della composizione chimica dell'atmosfera primitiva è stata realizzata studiando ed analizzando i gas che accompagnano le eruzioni vulcaniche che si verificano in numerose zone del nostro pianeta.

Si suppone che la protoatmosfera fosse costituita da un miscuglio di gas che contenevano prevalentemente idrogeno, elio, vapor acqueo, ammoniaca, metano, acido solforico, acido cianidrico, tracce di anidride carbonica ed era totalmente priva di ossigeno: sarebbe stata molto simile a quella che attualmente circonda i grandi pianeti del sistema solare, Giove, Saturno, Urano, Nettuno.

A causa del carattere riducente di questa atmosfera i primi organismi che popolavano gli ambienti acquatici, dovevano essere anaerobi ed eterotrofi. Questi organismi arricchirono l'atmosfera di anidride carbonica preparando, gradualmente, le condizioni adatte alla comparsa di individui autotrofi, come batteri, alghe azzurre e verdi, che avvenne oltre 2 miliardi di anni fa. Essi, con la loro intensa attività fotosintetica e la conseguente immissione di grandi quantità di ossigeno, hanno reso possibile la conversione dell'atmosfera da riducente in ossidante, trasformando, così, l'atmosfera primitiva in quella attuale. Questo evento, in seguito, favorì la comparsa dei primi organismi aerobi terrestri che iniziò circa, 1,5 miliardi di anni fa.

La composizione dell'atmosfera attuale, la sua struttura, le sue proprietà chimico-fisiche sono elementi indispensabili alla vita presente sul nostro pianeta.

Fra le sue numerose proprietà l'atmosfera ha anche quella di costituire una cupola protettiva che ripara la Terra dai potenti raggi solari, assorbendo gran parte delle radiazioni che il Sole emette.

Senza l'atmosfera, inoltre, si verificherebbe un'elevata escursione termica giornaliera, simile a ciò che si osserva sulla Luna, che, invece, ne è sprovvista.

Infine, questo importante involucro gassoso cattura e distrugge con l'attrito, milioni di meteorite che provengono dal cosmo e raggiungono il campo gravitazionale terrestre impedendone l'impatto con il suolo.

Nella fotografia qui a lato l'immagine di un cielo solcato da nubi nella regione transhimalayana del Ladakh, a oltre 3.000 m. di quota.



Struttura dell'atmosfera

In base alle caratteristiche chimico - fisiche di cui è dotata l'atmosfera può essere suddivisa in strati.

In realtà questo tipo di suddivisione non è bene definito, ma varia a seconda degli autori ed in base ai criteri che sono presi in considerazione.

Dall'analisi dei dati raccolti è stato possibile suddividere l'atmosfera in due parti in base alla composizione chimica e alla condizione atomica o molecolare dei gas presenti: la bassa atmosfera detta anche omosfera (fino a 100 Km di altezza) l'alta atmosfera o eterosfera (da 100 a 800 Km).

Nella bassa atmosfera la miscela dei gas che la compongono è uguale in ogni sua parte; mentre, nell'alta atmosfera, i gas sono stratificati secondo la loro diversa densità.

Nel 1962 l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) propose di suddividere convenzionalmente l'atmosfera, in base alla distribuzione verticale della temperatura, in cinque strati concentrici chiamati sfere: troposfera, stratosfera, mesosfera, termosfera ed esosfera.

Il passaggio tra una sfera e l'altra è caratterizzato da un inversione di segno del gradiente termico dell'atmosfera.

Negli strati in cui si verifica questa situazione, si individuano superfici di discontinuità dette pause, che delimitano il passaggio fra una sfera e l'altra (ad esempio, la tropopausa, separa la troposfera dalla stratosfera). L'atmosfera, è quindi costituita da un susseguirsi di sfere intervallate dalle rispettive pause.

Infine nell'alta atmosfera si possono distinguere la ionosfera e la magnetosfera, caratterizzate da proprietà elettriche e magnetiche diverse. Gli studi sull'atmosfera si basano sulla classificazione termica e sulla composizione chimica. Per questo motivo, si può affermare che nella bassa atmosfera sono comprese la troposfera, la stratosfera e la mesosfera; mentre l'alta atmosfera è composta nella parte inferiore dalla termosfera, seguita esternamente dall'esosfera.

Anatomia dell'aria

La composizione chimica dell'atmosfera e le sue trasformazioni in funzione dell'altezza sono stati determinati utilizzando palloni sonda e satelliti. I risultati di queste indagini hanno confermato che l'atmosfera è un miscuglio di gas la cui composizione rimane costante fino ad un'altezza variabile compresa tra gli 8 Km sopra i poli e 18 Km sopra all'equatore. Quest'altezza, corrisponde al limite estremo della troposfera, l'involucro di atmosfera che si trova a diretto contatto con la superficie terrestre e che contiene circa l'80% della massa di tutta l'atmosfera. Azoto, ossigeno, argon ed anidride carbonica sono i gas più abbondanti e significativi; la restante parte è composta da idrogeno, elio, neon, xenon, kripton, ozono e radon.

Oltre a questi componenti, nell'aria è presente pulviscolo atmosferico, costituito da polveri estremamente fini, provenienti da fonti naturali, quali eruzioni vulcaniche, spore batteriche, granuli di polline e da attività umane. Quest'ultime, sono responsabili dell'emissione di sostanze gassose inquinanti, come ossidi di azoto, anidride solforosa e monossido di carbonio. Negli ultimi anni, la concentrazione di questi composti è progressivamente aumentata contribuendo in modo significativo ad incrementare l'inquinamento atmosferico. Un'altra importante sostanza presente nell'aria è il vapore acqueo: a differenza dei gas è presente in quantità variabile, per questo motivo la composizione dell'atmosfera è riferita all'aria secca.

Tabella n° 1: *Composizione dell'atmosfera*

<i>Gas</i>	<i>Percentuale volumetrica</i>
Azoto	78,03 %
Ossigeno	20,99 %
Aragon	0,94 %
Anidride Carbonica	0,03 %
Idrogeno	0,01 %
Neon	0,0012 %
Elio	0,0004 %

Le molecole dell'aria

Azoto (N₂)

L'azoto è il gas più abbondante dell'atmosfera. L'azoto forma molecole biatomiche N₂, nelle quali gli atomi sono legati fra loro da un triplo legame covalente omopolare. Ciò le rende particolarmente stabili ed inerti, refrattarie, cioè, a combinarsi con altre sostanze.

Ossigeno (O₂)

L'ossigeno costituisce il 21% del volume dell'atmosfera ed è l'elemento più abbondante della crosta terrestre. L'atmosfera primordiale era totalmente priva di ossigeno. L'ingresso dell'ossigeno nell'atmosfera si è verificato attraverso un lento processo, legato all'evoluzione degli organismi autotrofi, in particolare delle piante superiori. Probabilmente, una certa quantità di ossigeno esisteva già prima che si evolvesse una vera vita vegetale. Parte delle molecole di questo elemento, infatti, fecero la loro comparsa in seguito alla fotolisi delle molecole di vapore acqueo, provocata da scariche elettriche e dalle radiazioni solari. Gli atomi di ossigeno liberati da questa reazione si unirono in coppia, formando le molecole biatomiche essenziali per la sopravvivenza della vita sul nostro pianeta. L'immissione di grandi quantità di ossigeno nell'atmosfera primordiale derivò, invece, dalle reazioni metaboliche delle prime cellule fotosintetiche, delle quali questo elemento rappresentava una sostanza di rifiuto. In origine, quindi, l'ossigeno era una sostanza inquinante.

Argon (Ar)

L'argon, il terzo componente più abbondante della nostra atmosfera, proviene dall'interno della crosta terrestre. Appartiene al gruppo dei gas nobili e, come tutti gli altri elementi appartenenti a questo gruppo (elio, neon, xenon, kripton e radon) e presenti in tracce nell'atmosfera è inerte e si trova sotto forma di atomi liberi.

Anidride carbonica (CO₂)

Solamente lo 0,03% dell'aria secca è costituita da anidride carbonica. L'atmosfera primordiale si impoverì di anidride carbonica in seguito alla formazione degli oceani, in quanto questo gas vi si sciolse a causa delle precipitazioni. Attualmente, a causa dei processi di combustione e di deforestazione, la concentrazione di questo gas nell'aria è in continuo aumento. Ciò, potrebbe determinare drammatiche conseguenze sul clima e sul livello dei mari.

Idrogeno (H₂)

Rispetto alla composizione iniziale dell'atmosfera, l'idrogeno, attualmente, è presente in percentuale molto bassa. La fuga delle molecole di idrogeno nello spazio è conseguenza del fatto che il campo gravitazionale terrestre, durante il periodo in cui il nostro pianeta si è formato, fu probabilmente troppo debole per trattenere molecole così leggere e mobili.

L'atmosfera terrestre rappresenta un'anomalia cosmica: gli elementi dai quali è composta sono, per la maggior parte, rari nell'Universo, mentre gli elementi più diffusi negli spazi cosmici, come idrogeno ed elio, sono presenti in minime quantità nella nostra atmosfera. Probabilmente, è questo il vero motivo che rende la nostra "aria" così unica e adatta alla vita.

L'inquinamento atmosferico

L'inquinamento dell'aria nasce e si sviluppa parallelamente alla nascita e allo sviluppo della civiltà industriale. Esso è provocato, in parte, da processi di combustione necessari per produrre energia per i processi produttivi delle industrie, per i mezzi di trasporto, per il riscaldamento domestico; in parte da emissioni in atmosfera di particelle aeriformi derivate da processi chimici. Fra i combustibili dobbiamo distinguere i cosiddetti combustibili "puliti" da quelli maggiormente dannosi. Il più "pulito" fra i combustibili è il metano, CH_4 .

L'inquinamento prodotto dal metano può essere attribuibile alla sottrazione di ossigeno dall'ambiente. Solo in caso di incompleta combustione nei motori a scoppio, nelle caldaie domestiche, poste in ambienti poco ventilati, è possibile lo sviluppo di un gas molto tossico l'ossido di carbonio, CO . Le concentrazioni di ossido di carbonio nell'aria sono determinate, prevalentemente, dal traffico urbano: i livelli di concentrazione di questo gas seguono, in modo impressionante, le punte di traffico.

Ossidi di zolfo (SO_x)

Questi composti sono conosciuti come biossido di zolfo SO_2 (anidride solforosa) e triossido di zolfo SO_3 (anidride solforica). Il biossido di zolfo deriva prevalentemente dalla combustione di combustibili fossili ad alto tenore di zolfo, come nafta, cherosene, gasolio per motori a diesel. Viene immesso in atmosfera a causa degli impianti di riscaldamento domestico, delle centrali termoelettriche e, in percentuale minore, dei mezzi di trasporto. In particolari condizioni (ad esempio nei fumi dei camini), l' SO_2 può trasformarsi in SO_3 .

Queste anidridi dello zolfo possono combinarsi con l'acqua piovana generando acidi. In particolare, l'acido solforico, H_2SO_4 , si diffonde nell'atmosfera, generando le cosiddette piogge acide che, cadendo, producono drammatici effetti all'ambiente e arrecano ingenti danni ad edifici e monumenti.

Ossidi di azoto (NO_x)

Questi composti si originano durante i processi di combustione di combustibili fossili, nei quali una parte dell'azoto si combina con l'ossigeno dando luogo agli ossidi o anidridi, in particolare NO, NO₂, NO₃ ed N₂O₅. La presenza di questi inquinanti nell'atmosfera nei centri urbani dipende, soprattutto, dal traffico veicolare. In presenza di umidità l'anidride nitrica genera l'acido nitrico che, produce all'ambiente un effetto analogo a quello dell'acido solforico. Gli ossidi d'azoto, inoltre, sono responsabili della formazione di una serie di composti denominata "smog fotochimico". Gli effetti sulla salute riguardano principalmente l'apparato respiratorio, provocando bronchiti croniche o enfisemi polmonari; oltre che irritazione agli occhi e forme di allergia.

Inquinanti fotochimici

Sono inquinanti presenti nel cosiddetto smog fotochimico: in particolare, sono inquinanti secondari derivati dall'effetto della radiazione solare sull'atmosfera urbana inquinata. I principali componenti dello smog fotochimico sono: l'ozono e i cosiddetti PAN, perossiacetilnitrati. Questi sono il risultato di complesse reazioni fra idrocarburi ed ossidi di azoto presenti nell'aria e sottoposti all'azione di energia solare. Hanno un effetto irritante per gli occhi. L'ozono è una forma particolare dell'ossigeno atmosferico, in cui la molecola del gas è costituita da tre molecole di ossigeno, O₃. È un gas tossico a concentrazioni superiori a 1 ppm e, soprattutto in presenza di biossido di azoto può diventare responsabile di danni al sistema nervoso centrale. Può, inoltre, causare danni all'apparato circolatorio e respiratorio.

Idrocarburi policiclici e aromatici: IPA

Derivano dai mezzi di trasporto, in particolare dagli scarichi delle automobili, a causa della cattiva combustione del carburante, soprattutto delle benzine. Alcune di queste sostanze, come il benzopirene possono essere causa di tumori nell'uomo.

Polveri

Sono particelle solide sospese, riconducibili alle frazioni più o meno fini del pulviscolo, provenienti dai fumi degli autoveicoli, dagli impianti termici, da lavorazioni industriali dall'usura delle gomme, dell'asfalto delle parti meccaniche delle automobili. Si distinguono in polveri inalabili totali, aventi dimensioni maggiori di 10 micron e polveri respirabili, più pericolose, dotate di dimensioni tali da raggiungere e penetrare negli alveoli polmonari (PM 10, cioè, di dimensioni inferiori a 10 micron).

Le polveri aerodisperse, in entrambe le frazioni sono considerate inquinanti molto pericolose, in quanto costituite principalmente da materiale siliceo, da residui carboniosi di combustione e da metalli pesanti (ferro, zinco, piombo, nichel, cromo, cadmio ecc.).

Un'ulteriore fonte di pericolo per la salute umana legata alla presenza di polveri nell'aria è rappresentata dal fatto che queste sono vettori di virus e batteri responsabili di patologie dell'apparato respiratorio.

2. I LICHENI

Che cosa sono

Porsi un simile quesito non è poi così banale, anche se i licheni sono conosciuti e utilizzati da tempo immemorabile a scopo terapeutico ed alimentare e anche se costituiscono da sempre una inesauribile fonte di ispirazione per poeti, scrittori e pittori per le loro qualità estetiche. Ad un'osservazione frettolosa non rivelano subito la loro identità, tant'è che, soprattutto nel passato, ma anche attualmente, sono stati confusi con altri organismi e, di conseguenza, sono stati definiti muschi, funghi, muffe, ecc. Solo sezionando un lichene ed esaminando il preparato al microscopio si osserva un intreccio di cellule allungate incolori in cui sono distribuiti organismi verdi uni o pluricellulari.

fig. n°1 - tallo omeomero

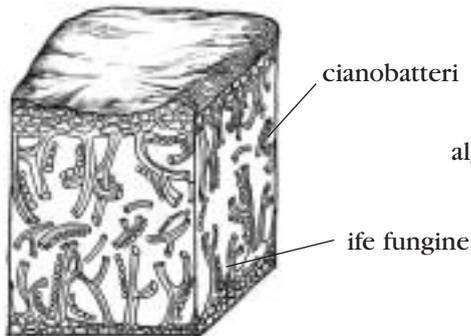
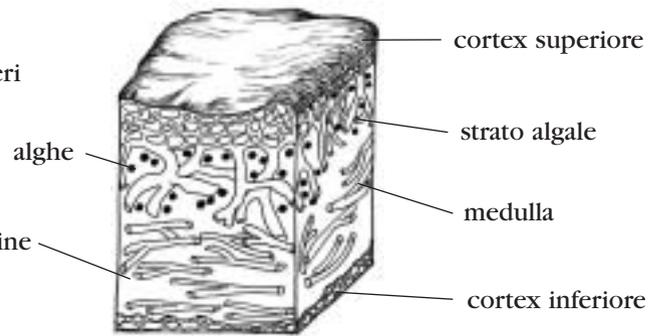


fig. n°2 - tallo eteromero



Tallo omeomero - I cianobatteri sono distribuiti uniformemente tra le ife fungine in tutto lo spessore del tallo

Tallo eteromero - In sezione si osserva la seguente successione di strati: **cortex superiore**: strato protettivo costituito da ife appressate - **strato algale o gonidiale**: comprende ife e alghe - **medulla**: presenta ife disposte lassamente **cortex inferiore**: non sempre presente, ha struttura simile a quella superiore

“In uno spessore di cartavelina quale è quello della maggior parte dei licheni, l'esperto arriva infatti a distinguere almeno tre strati; di ciascuno descrive la struttura, dettaglia gli elementi: alga, fungo, organi, cristalli; li misura e li saggia a uno a uno con reagenti - sorta, quest'ultima, di polizia scientifica che strappa la carta di identità anche alla crosta che per essere sterile deteriorata o fatiscente ne è sprovvista”. (Sbarbaro C., 1967 - Licheni , un campionario del mondo, Vallecchi, Firenze, 73 pp.).

I licheni, infatti, sono l'espressione di un'associazione simbiotica tra un fungo (per lo più un Ascomicete, più raramente un Basidiomicete) ed un'alga (alga verde e/o cianobatterio). L'unione è vantaggiosa e duratura per entrambi. Le alghe e i cianobatteri sono organismi autotrofi: sono in grado di compiere il processo fotosintetico, ossia producono zuccheri a partire da anidride carbonica e acqua, con l'ausilio della clorofilla e in presenza della luce. Il fungo, eterotrofo, assume dal suo partner algale questi zuccheri e, in cambio, fornisce all'alga acqua, sali minerali e protezione dal disseccamento e dalle forti radiazioni solari. Semplificando si può dire che il fungo simbiote (micobionte) offre ospitalità e coltiva tra le sue lunghe cellule (ife) delle piccole alghe (fotobionti) che gli forniscono il nutrimento.



Parmelia tiliacea

La loro forma

Il risultato della simbiosi è la costituzione di un corpo vegetativo (chiamato tallo) dotato di una morfologia particolare, completamente differente da quella dei due organismi di partenza. Le forme dei talli sono diverse, ma quelle principali sono tre: si riconoscono licheni crostosi, fogliosi e fruticosi.

Talli crostosi

Fortemente appressati al substrato; sono privi di cortex inferiore e di rizine e, ad una prima osservazione, appaiono come macchie multicolori. I talli in superficie sono continui o in parte fessurati oppure si presentano formati da granuli o da piccole aree poligonali (areole), che possono essere piane, concave o convesse.

Talli fogliosi

Sono più lassamente aderenti al substrato a cui, di solito, si ancorano tramite rizine. Sono costituiti da lobi variabili per dimensione, ma sempre piuttosto appiattiti e dotati di due superfici (superiore e inferiore) ben distinte e, per lo più, anche di colore diverso.

Talli fruticosi

Attaccati al substrato solamente con la parte basale, assumono una forma tridimensionale eretta, prostrata o pendente. Le loro ramificazioni (lacinie) possono avere sezione appiattita o circolare.

Alcuni licheni si presentano formati da due parti: una basale (detta tallo primario), crostosa o fogliosa e a volte effimera, e una eretta (denominata tallo secondario) costituita da podezi, strutture fruticose a forma di punteruoli, imbuti, cespuglietti. (es. *Cladonia sp. pl.*)



Talli crostosi



Talli fogliosi



Talli fruticosi

Strutture presenti sui talli

Sui talli si possono originare strutture che svolgono compiti diversi e sono distinguibili in vegetative e riproduttive. Per indicare queste varie parti vengono utilizzati termini specifici: la loro conoscenza permette di accostarci all'affascinante mondo dei licheni e rappresenta un ulteriore passo verso la conoscenza di tali organismi.

Strutture talline vegetative

Sono numerose, ma qui vengono elencate e descritte solo quelle riconoscibili (riscontrabili) sui licheni illustrati in questo opuscolo.

- **Ciglia:** costituite da fasci di ife, hanno una forma allungata e filamentosa e sono spesso presenti al margine dei talli o degli apoteci di licheni fogliosi o fruticosi. Per lo più il loro colore si differenzia (discosta) da quello del tallo. (fig. n° 3)
- **Fibrille:** sono brevi ramificazioni laterali di talli fruticosi; a differenza delle ciglia hanno lo stesso colore del tallo. (fig. n° 4)
- **Pruina:** è un deposito biancastro formato generalmente da cristalli di ossalato di calcio. Può ricoprire, più o meno uniformemente, i corpi fruttiferi e la superficie dei talli.
- **Pseudocifelle:** sono perforazioni del cortex (superiore e/o inferiore) che favoriscono gli scambi gassosi. Sono visibili sotto forma di macchie tondeggianti o di fessure allungate, a volte disposte a rete soprattutto all'estremità dei lobi.

- **Rizine:** sono costituite da fasci di ife che consentono a numerosi licheni fogliosi di ancorarsi al substrato. Forma e colore variano nelle diverse specie. (fig. n° 5)

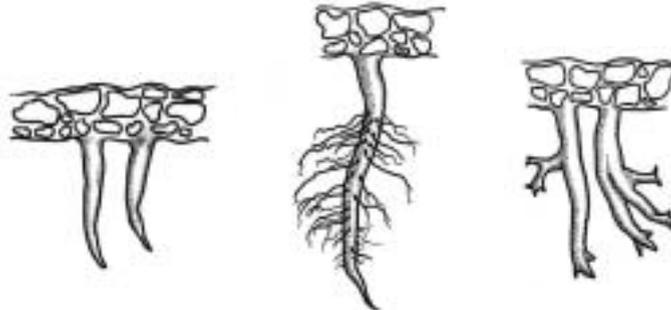
Fig. 3 - 4 - 5



*Ciglia disposte al margine
di tallo foglioso*



Fibrille su tallo fruticoso



Alcuni esempi di Rizine

3. Strutture talline riproduttive

Nella riproduzione, inizialmente, può essere interessato solo il fungo (riproduzione sessuale) oppure, da subito, possono essere coinvolti contemporaneamente i due simbionti (riproduzione vegetativa).

Riproduzione vegetativa

Frammenti indifferenziati di tallo o propaguli vengono dispersi e, se le condizioni ambientali sono adatte, formano un nuovo lichene. I propaguli sono organizzati in isidi, protuberanze del cortex superiore contenenti alghe e ife, o in soredi, ammassi non corticati di alghe e di ife. I soredi, dall'aspetto pulverulento, fuoriescono da aree del tallo, chiamate sorali. Isidi e sorali, assumendo forme caratteristiche nelle diverse specie, possono rappresentare caratteri utili per una corretta identificazione dei licheni.

Fig. n° 6



Isidio in sezione



Esempi di Isidi a forma di pastiglia, di clava appiattita, di cilindro semplice e ramificato

Fig. n° 7

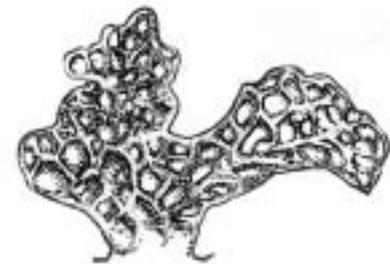
I soredi, dall'aspetto pulverulento, fuoriescono da aree del tallo, chiamate sorali. Isidi e sorali, assumendo forme caratteristiche nelle diverse specie, possono rappresentare caratteri utili per una corretta identificazione dei licheni.



Dalla lacerazione del cortex superire fuoriescono sorali.



Esempi di sorali: maculiforme, capitiforme, labriforme, lineare su pseudocifelle.



Riproduzione sessuale

Il fungo produce spore che, a maturità, vengono diffuse nell'ambiente: queste germinano e originano un nuovo tallo quando trovano fotobionti adatti con cui entrare in simbiosi.

Fig. n° 8

*Sezione di
apotecio lecanorino*

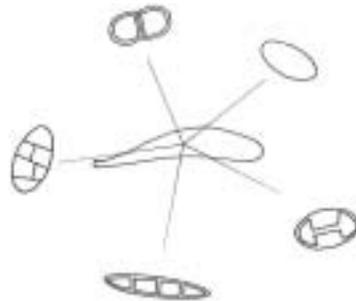


*Sezione di
apotecio lecideino*



Fig. n° 9

*Asco con alcuni tipi di
spore*



Sezione di peritecio



I licheni formati da Ascomiceti producono spore entro corpi fruttiferi, denominati apotecii e peritecii: gli uni sono a forma di disco o di coppa e gli altri a forma di fiasco aperto all'apice tramite un poro (ostiole). Entrambi sviluppano uno strato fertile, imenio, in cui si riconoscono ife sacciformi (aschi) che originano le spore e ife sterili (parafisi) che svolgono funzione di protezione e facilitano l'espulsione delle spore mature. I peritecii sembrano piccoli punti neri, in quanto hanno dimensioni ridotte e generalmente sono immersi nel tallo. I licheni illustrati in questa pubblicazione non formano mai peritecii; se si riproducono sessualmente formano, infatti, apotecii, variabili nelle diverse specie per colore, dimensioni e disposizione sulla superficie tallina. Il disco, ossia la parte centrale dell'apotecio, è delimitato da un bordo di ife sterili: negli apotecii lecideini il margine è costituito solo da ife ed il suo colore è uguale a quello del disco; in quelli lecanorini il bordo, contenente anche alghe, ha colorazione diversa dal disco.

Dove vivono

Possono vivere su qualsiasi tipo di substrato naturale, quali terra (licheni terricoli), roccia (licheni rupicoli), muschi (licheni muscicoli) e alberi, dei quali possono colonizzare la scorza (licheni corticicoli o epifiti), il legno (licheni lignicoli) e le foglie (licheni foliicoli) qualora sempreverdi.

Possono, inoltre, utilizzare come substrato di crescita pietre, mattoni, tegole, malte, vetro e anche cemento, amianto e asfalto. Pertanto non è raro né che i licheni ricoprano superfici di monumenti di interesse artistico e/o storico (statue, chiese, palazzi) né che si sviluppino su altri manufatti (strade, muretti, ecc.).

“Mette casa dovunque; ma nella scelta del domicilio, ogni specie ha le sue preferenze. I più dei licheni abitano il legno o il sasso. ... Dello stesso albero, poi, chi abita la foglia, chi la corteccia, chi il legno ... Altri vivono sulla terra nuda. ... Altri campano sulla sabbia. ... ne raccolsi alloggiati sull'osso, sulla porcellana, sul cuoio. . E vi sono licheni vitricoli.” (Sbarbaro C., 1967 - Licheni , un campionario del mondo, Vallecchi, Firenze, 73 pp.).

Presenti un po' ovunque sulla superficie terrestre, sono in grado di vivere in luoghi dove altri organismi incontrerebbero notevoli difficoltà di sopravvivenza. Superano i periodi critici in stadio di vita latente, ossia

riducendo respirazione e fotosintesi, per poi riprendere tali attività quando le condizioni ambientali tornano favorevoli.

“Il lichene prospera dalla regione delle nubi agli scogli sommersi o spruzzati dal mare. Scala le vette dove nessun altro vegetale arriva. Non lo scoraggia il deserto; non lo sfratta il ghiacciaio; non i tropici o il circolo polare. Sfida il buio della caverna e s'arrischia nel cratere del vulcano. Teme solo la vicinanza dell'uomo. Per questa sua misantropia, la città è la sola barriera che lo arresta. Se la varca, o va a respirare in cima ai campanili o con la salute, ci rimette i connotati. Il lichene urbano è sterile, incolore, asfittico. Il fiato umano lo inquina.” (Sbarbaro C., 1967 - Licheni , un campionario del mondo, Vallecchi, Firenze, 73 pp.).

Il loro utilizzo in studi sull'ambiente

In passato i licheni venivano apprezzati per la bellezza e la varietà delle forme e per il loro utilizzo pratico in molti campi. Sulla base di antiche superstizioni, molti di essi, cui venivano attribuiti poteri “magici”, erano usati per curare le malattie secondo la analogia delle apparenze. Da alcuni si ricavano un tempo, e si possono ricavare tuttora, estratti per tingere lana e tessuti, per preparare le cartine al tornasole, cosmetici e profumi; da alcune specie si possono ottenere medicinali con proprietà antibiotiche ed antimicotiche. Altri possono costituire una fonte di cibo per l'alimentazione umana e quella degli animali: integrano la dieta con licheni non solo renne, camosci e stambecchi, ma anche chioccioline, coleotteri, bruchi di farfalle e vari insetti. Non è raro, inoltre, che i talli servano da rifugio per numerosi invertebrati (acari, nematodi, aracnidi e insetti) o siano impiegati da uccelli per la costruzione di nidi.

L'utilizzo dei licheni in ricerche scientifiche è stato considerato più recentemente, perché si è constatato, per esempio, che possono fornire elementi utili per la datazione di morene e reperti archeologici di età ignota; possono dare informazioni relative al substrato (pH, grado di umidità e di luminosità e presenza di sostanze azotate); possono consentire l'individuazione di aree con atmosfera inquinata e, quindi, possono essere impiegati negli studi di biomonitoraggio dell'inquinamento atmosferico.

4. I licheni e il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

Questo tipo di indagini, che in Italia si sono sviluppate soprattutto a partire dall'ultimo ventennio del '900, si basano sulle particolari modalità di vita dei licheni e sulla loro sensibilità all'inquinamento atmosferico ("Il fiato umano lo inquina", anche Sbarbaro insegna!). Si nutrono solo delle sostanze presenti nell'aria: gli elementi nutritivi e i contaminanti atmosferici sono assorbiti ed, eventualmente, accumulati, attraverso la superficie del tallo. Di conseguenza, se la fonte di nutrimento si deteriora, essi possono manifestare diversi tipi di sofferenze e segnalare cattive o, per lo meno, mutate condizioni dell'aria. Inoltre, in quanto resistenti agli stress ambientali naturali (siccità, temperature estreme, ecc.), possono continuare a svolgere le loro attività metaboliche in tutte le stagioni, anche in inverno, quando le concentrazioni degli inquinanti atmosferici sono generalmente piuttosto elevate.

Essendo privi di difese contro le sostanze nocive, non eliminando e non rinnovando le parti vecchie ed intossicate del tallo, l'equilibrio tra fotobionte e micobionte si può alterare. Si riducono respirazione e fotosintesi, si modificano forma e colore del tallo, diminuiscono numero e dimensioni delle strutture riproduttive e, nei casi estremi, si arriva alla morte del lichene. Le specie più sensibili all'inquinamento sono quelle fruticose, seguono le fogliose ed, infine, le crostose.

Il lento accrescimento (pochi millimetri l'anno) e la grande longevità (alcune specie rupicole sono addirittura plurisecolari) permettono di ottenere dai licheni una stima dell'evoluzione dell'inquinamento per lunghi periodi.

Esistono diverse tecniche di biomonitoraggio che consentono di valutare la qualità dell'aria tramite licheni: per approfondire l'argomento si rimanda a testi specifici riportati in bibliografia. In questo capitolo viene fatto un breve accenno alla metodica maggiormente impiegata in Italia: proposta dal professor Pier Luigi Nimis (Università degli Studi di Trieste) nel 1989, è stata perfezionata nel 1999 e negli anni successivi. È basata sulla frequenza delle specie licheniche corticicole entro quattro reticoli di area costante: si ricavano valori di Biodiversità Lichenica (BL) che dipendono dalle reazioni delle comunità licheniche nei confronti delle sostanze fitotossiche presenti nell'aria. Si possono, infatti, verificare variazioni nel numero, nella fre-

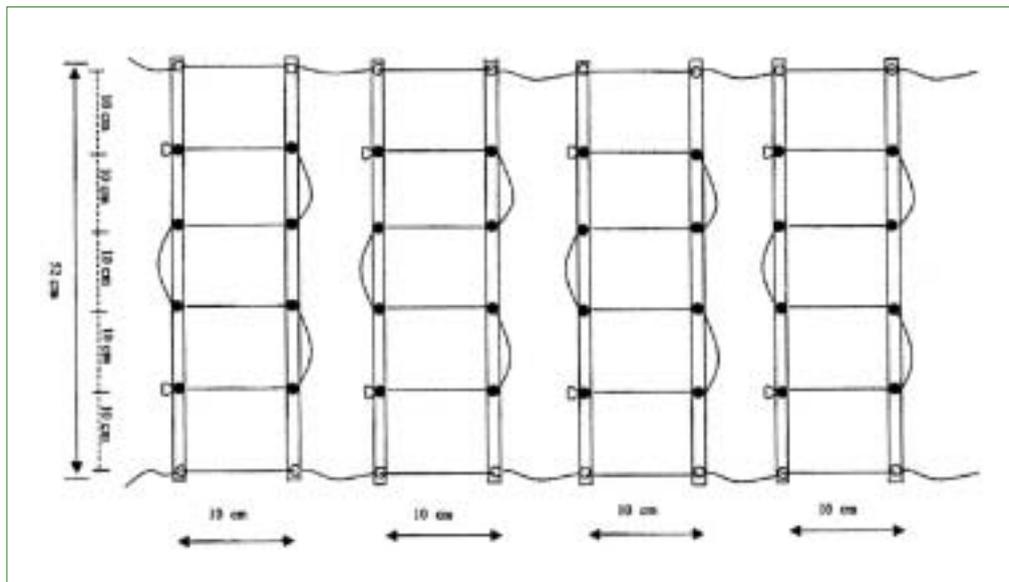
quenza e copertura delle specie; valori elevati di BL indicano condizioni ambientali favorevoli per le comunità, mentre la loro diminuzione denota un peggioramento della qualità ambientale.

I valori di Biodiversità Lichenica ottenuti possono essere raggruppati in classi che esprimono diversi gradi di deviazione da condizioni “naturali” (non inquinate).

Per una lettura più immediata della situazione ambientale si possono costruire carte in cui le classi sono rappresentate con colori diversi, secondo il seguente schema:

Classi	Valori di BLs	Colori
1 - naturalità molto alta	> 50	blu
2 - naturalità alta	41-50	verde scuro
3 - naturalità media	31-40	verde chiar
4 - naturalità bassa/ alterazione bassa	21-30	giallo pallido
5 - alterazione media	11-20	Arancione
6 - alterazione alta	1-10	Rosso
7 - alterazione molto alta	0 (deserto lichenico)	Cremsi

Il riporto cartografico permette di evidenziare facilmente aree con diversi gradi di naturalità o di alterazione ambientale.



Il reticolo orientabile, utilizzato per il biomonitoraggio dei licheni

La loro raccolta e conservazione

I licheni, molto familiari agli “addetti ai lavori”, ai più sono sconosciuti, anche se capita di frequente di averli sotto gli occhi. Per iniziare ad individuarli, basta osservare con un minimo di attenzione i muretti e gli alberi dei nostri giardini, le tegole di qualche vecchio edificio, l’asfalto di strade o di marciapiedi poco calpestati. Se poi ci spostiamo in aree naturali, per esempio in montagna, sarà ancora più facile la loro osservazione, perché questi organismi crescono in modo rigoglioso quando le condizioni ambientali sono favorevoli.

A volte può accadere di dovere raccogliere e conservare licheni per fini scientifici o semplicemente a scopo decorativo; solitamente queste operazioni sono semplici, ma dipendono soprattutto dal tipo di substrato su cui crescono i campioni.

Il prelievo degli esemplari che colonizzano gli alberi viene effettuato con un coltellino, evitando di incidere eccessivamente la scorza della pianta. I campioni terricoli, soprattutto quelli di piccole dimensioni, vengono raccolti con un po’ di terra che, successivamente, può essere impregnata con della colla per evitarne il completo sbriciolamento. Per i licheni crostosi delle rocce non si può fare a meno di martello e scalpello per staccare scaglie di roccia con talli sufficientemente sviluppati, non ridotti a piccoli frammenti.

Di mano in mano che i campioni vengono prelevati, vengono riposti in contenitori di carta e, successivamente, vengono fatti a seccare all’aria. E’ meglio non pressare il materiale, perché l’appiattimento altera la morfologia dei licheni, soprattutto di quelli fruticosi.

Una volta seccati, gli esemplari raccolti per studi scientifici, vengono inseriti in buste di carta sulle quali vengono riportate alcune annotazioni: nome del lichene, località e data di raccolta, altitudine, tipo di substrato, nome di chi ha raccolto e identificato la specie.

Le buste, infine, vengono disposte in ordine alfabetico in scatole di cartone oppure, più raramente, ven-

gono attaccate a fogli d'erbario mediante spilli e poi impilate in pacchi, come si fa di solito con i vegetali. La loro successiva conservazione non richiede particolari precauzioni, in quanto generalmente i licheni non vengono attaccati da insetti e, se adeguatamente essiccati, difficilmente sono invasi da muffe.

Il loro riconoscimento e i loro nomi

Una volta che un vegetale è stato identificato, dovrebbe essere possibile riconoscerlo per le sue caratteristiche (forma, colore e dimensioni) anche mediante il confronto fotografico. La varietà delle forme dei talli, la presenza di strutture particolari e le modificazioni indotte dall'ambiente rendono, invece, difficoltosa la distinzione dei licheni basata sul solo approccio macroscopico.

L'identificazione di un campione lichenico richiede tempo e pazienza: occorre osservare attentamente il tallo per distinguerne forma e colore, per valutare le dimensioni dei lobi e individuare la presenza di eventuali strutture superficiali (ciglia, pseudocifelle, propaguli vegetativi, corpi fruttiferi, ecc.). Alcune volte è necessario esaminare al microscopio sezioni di apotecii e peritecii (per osservare sia la organizzazione interna sia le spore), altre volte occorre effettuare semplici test applicando appositi reagenti sulla cortex o sulla medulla.

Per queste prove le sostanze più frequentemente usate sono l'idrossido di potassio, indicato con la sigla K, e l'ipoclorito di sodio, indicato con C. Della prima si prepara una soluzione acquosa con pastiglie di KOH, per la seconda si può usare candeggina. Tali soluzioni possono reagire con i composti prodotti dai licheni inducendo eventuali cambiamenti di colore. Se questo si verifica la reazione è considerata positiva e viene indicata con la sigla del reagente accompagnata dal segno + e dal colore che appare (per esempio, K+ rosso, C+ giallo). Le reazioni negative, nelle quali non avvengono variazioni di colore, sono indicate con il segno - (K-, C-). A volte è necessario usare entrambe le soluzioni, applicando nello stesso punto del tallo prima una goccia di idrossido di potassio e poi di candeggina: le sigle , in questo caso, sono KC+ o KC-.

Per il riconoscimento dei licheni (e dei vegetali in generale) è, inoltre, fondamentale l'uso delle chiavi analitiche, strumento di lavoro indispensabile non solo per gli esperti nel settore, ma anche per chi sia in possesso di nozioni lichenologiche elementari. In questo capitolo ne vengono fornite alcune notevolmente semplificate che permettono di identificare i licheni che si trovano più frequentemente sugli alberi delle nostre aree urbanizzate.

I licheni illustrati e descritti in questo opuscolo sono stati raggruppati a seconda della forma del tallo che, presente e visibile tutto l'anno, costituisce l'elemento base per la loro identificazione.

Qui di seguito vengono riportate le fasi principali del percorso da seguire quando si voglia attribuire il nome a un lichene. Si individua dapprima la forma del tallo con l'ausilio delle definizioni e delle illustrazioni riportate nelle pagine precedenti. Identificato il gruppo di appartenenza, si leggono le chiavi analitiche semplificate e si segue un percorso scegliendo tra le opzioni proposte; le scelte sono effettuate confrontando accuratamente il nostro campione con i vari quesiti proposti. Giunti a un nome si confronta l'esemplare con le illustrazioni e le descrizioni riportate nelle pagine successive. Se non c'è corrispondenza si ripercorre la chiave analitica prestando più attenzione nei vari passaggi oppure si ricorre a chiavi più ampie e rigorose o a persone più esperte in grado di fornire aiuto.

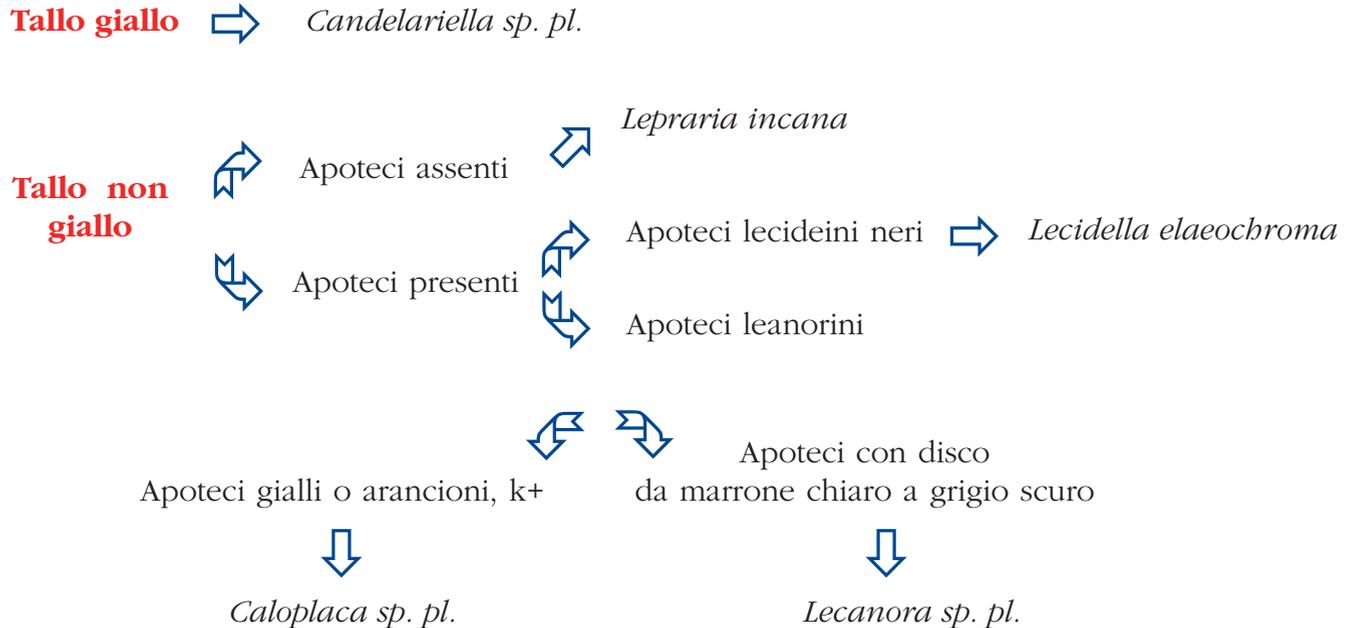
Seguendo gli schemi riportati in questo capitolo si arriva alla identificazione di un genere o di una specie. Nel primo caso si trova un nome latino scritto con la maiuscola iniziale: questo non si riferisce ad un lichene in particolare, ma a più specie in esso comprese. Per esempio con *Parmelia* sp. pl. si intendono più specie appartenenti al genere *Parmelia*. Nel secondo caso si giunge a due nomi: quello con la maiuscola indica ancora il genere, quello con la iniziale minuscola si riferisce alla specie, di solito espressa con un aggettivo (per esempio *Physconia grisea*).

Per indicare dei licheni in modo completo e corretto dal punto di vista scientifico, si utilizzano due parole latine, come avviene anche per gli altri organismi viventi. Fu il medico naturalista svedese dei licheni Carlo

Linneo (1707-1778) a semplificare il sistema di denominazione degli esseri viventi, quello dei vegetali in particolare, con l'introduzione della nomenclatura binomia.

I nomi scientifici sono validi in tutte le parti del mondo: i lavori pubblicati, ad esempio, in Italia, America, Inghilterra, Spagna, Russia, Giappone, ecc. riportano tutti la stessa terminologia scientifica (in latino) per indicare un medesimo lichene. I nomi comuni, invece, in quanto inventati dalla fantasia popolare, possono variare da cultura a cultura, quindi non solo da una nazione all'altra, ma anche da una località all'altra e originare possibili equivoci. Così con il nome "barbe di bosco", per esempio, si indicano numerose specie fruticose appartenenti a più generi, quali *Usnea*, *Ramalina*, *Alectoria*, *Bryoria*, ecc. Per non incorrere in grossolani errori è meglio imparare la denominazione esatta, anche se spesso difficile da memorizzare e a volte anche da pronunciare.

LICHENI CROSTOSI



LICHENI FOGLIOSI

Tallo giallo

K-



Candelaria cocolor

K+rosso



Xanthoria sp. pl.



Tallo grigio, K+giallo



Physcia sp. pl.



Lobi larghi
fino a 2 mm



Tallo K-



Lobi pruinosi almeno all'apice
e con soreidi al margine



*Phaeophyscia
orbicularis*



Lobi non pruinosi
e con sorali arrotondati

**Tallo non
giallo**



Lobi più larghi
di 2 mm



Lobi rigonfi, cavi all'interno, grigi sopra, neri sotto



Hypogymnia physodes



Parmelia sp. pl., Pseudevernia furfuracea



Lobi piatti mai rigonfi, di colore verde-giallastro,
grigio o bruno

LICHENI FRUTICOSI

- Tallo con lacinie a sezione circolare**   *Usnea sp. pl.*
- Tallo con lacinie appiattite**   *Evernia prunastri*
- Tallo con squame basali e strutture erette (podezi)**  *Cladonia sp. pl.*

5. I LICHENI: TAVOLE DI CONFRONTO



Cladonia coccifera (L)
Willd.



Cladonia cornuta (L)
Hoffn.



Cladonia botrytes (Hagen)
Willd.



Cladonia stellaris (Opia)
Ponza e Verda.



Lecanora subfiscata Magnussøn



Rinodina exigna (Ach.) S. Gray



Usnea rigida (Ach) Mot.



Letharia vulpina (L.) Hue



Parmelia Sulcata Taylor



Cetraria pinastri (Scop.) Gray

Crostosi

- Candelariella xanthostigma* (Ach.) Lettau (*Candelariella reflexa* (Nyl.) Lettau)
Caloplaca cerina (Hedw.) Th. Fr. var. *cerina*
Caloplaca pyracea (Ach.) Th. Fr.
Lecanora carpinea (L.) Vain.
Lecanora chlarotera Nyl.
Lecanora hagenii (Ach.) Ach. var. *hagenii*
Lecidella elaeochroma (Ach.) M. Choisy (*Amandinea punctata* (Hoffm.) Coppins & Schedi.)
Lepraria incana (L.) Ach.

Fogliosi

- Candelaria concolor* (Dicks.) Stein.
Flavoparmelia caperata (L.) Hale
Hypogymnia physodes (L.) Nyl.
Melanelia exasperatula (Nyl.) Essl.
Melanelia fuliginosa (Duby) Essl. subsp. *Glabratula*
Melanelia subaurifera (Nyl.) Essl.
Parmelia sulcata Taylor
Parmelina tiliacea (Hoffm.) Hale
Phaeophyscia orbicularis (Neck.) Moberg
Physcia adscendens (Fr.) H. Olivier (*Physcia tenella* (Scop.) DC.)

Physconia grisea (Lam.) Poelt. subsp. *Grisea*

Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf. var. *furfuracea*

Punctelia subrudecta (Nyl.) Krog

Xanthoria parietina (L.) Th.Fr. (*Xanhtoria fallax* (Hepp.) Arnold)

Fruticosi

Evernia prunastri (L.) Ach.

Usnea sp.

6. I licheni crostosi

Caloplaca cerina (Hedw.) Th. Fr. var. *Cerina*

Tallo sottile grigio biancastro o nerastro. Apoteci con disco giallo-arancione e margine da grigio chiaro a grigio scuro. Tallo K- , apoteci K+ rosso. Soprattutto su alberi con scorza liscia piuttosto eutrofizzata. Su tali scorze tollera concentrazioni elevate di SO₂.

Caloplaca pyracea (Ach.) Th. Fr.

Tallo grigio a volte molto scuro. Apoteci arancioni con margine generalmente più chiaro, a volte giallastro. Tallo K- , apoteci K+ rosso. Preferisce alberi isolati eutrofizzati o ricchi in nutrienti.

Candelariella reflexa (Nyl.) Lettau

Lichene costituito da squamette provviste di sordi verde-giallo fino a giallo limone che spesso tendono a ricoprirle. Tollera un moderato inquinamento atmosferico. Tallo e apoteci K-. Alberi isolati, soprattutto lungo le strade e nelle aree agricole.

Candelariella xanthostigma (Ach.) Lettau

Tallo formato da piccoli granuli giallo-aranciati. Talvolta presenta apoteci dello stesso colore del tallo. Meno nitrofila e di colore meno brillante di *C. reflexa*. Tallo e apoteci K-. Latifolia a scorza subacida.

Lecanora carpinea (L.) Vain.

Tallo biancastro, sottile con numerosi apoteci appressati, provvisti di disco pruinoso. Tallo C- , K+ giallo vivo; disco degli apoteci C+ giallo vivo. Alberi con scorza liscia.

***Lecanora chlarotera* Nyl.**

Tallo grigio-biancastro. Presenta apoteci (diametro 1-2 mm) con bordo spesso, piuttosto rugoso e dello stesso colore del tallo e disco da marrone chiaro a bruno rossastro. Tallo e bordo degli apoteci K+ giallo vivo. Latifoglie

Lecanora hagenii* (Ach.) Ach. var. *Hagenii

Tallo poco visibile. Gli apoteci sono di dimensioni inferiori rispetto a quelli di *Lecanora chlarotera*. Hanno disco spesso pruinoso e di colore variabile, da grigio chiaro quasi nero; margine biancastro, sottile intero o irregolare. Tallo K- e apoteci C- . Alberi isolati con scorza ricca in basi o substrati (rocce e manufatti lapidei) calcicoli.

***Lecidella elaeochroma* (Ach.) M. Choisy**

Tallo da grigio-giallastro a grigio-verdastro; piuttosto liscio e continuo, a volte granuloso con evidenti apoteci lacideini neri. In esemplari vecchi o di stazioni poco illuminate gli apoteci possono diventare blu-nero pallido o rosso-brunastro. Tallo C+ e KC+ giallo arancio. Corticicola; piuttosto tollerante nei confronti della SO₂.

***Lepraria incana* (L.) Ach**

Tallo verdastro o bianco-verdastro, granuloso e sempre sterile. Tallo K-, C-, KC
Diversi substrati (scorza acida, a volte rocce silicee, suolo e legno) ombreggiati e poco eutrofizzati
Cresce anche in ambienti urbanizzati.



Caloplaca piracea (Ach.)
Th. Fr.



Candelariella sp. pl.



Lecanora cblarotera Nyl.



Lecidella elaeochroma (Ach.)
M. Choisy

7. I licheni fogliosi

Candelaria concolor (Dicks.) Stein.

Forma piccole rosette fogliose con diametro fino a 2 cm. Il tallo di colore giallovivo, è composto da lobi di piccole dimensioni (0.1 - 0.5 mm). I lobi presentano margini frastagliati e sorediati. I campioni con tallo ridotto si confondono con *Calendariella reflexa*. Tallo e apotecio K-. Latifoglie lungo le strade e in aree agricole; occasionalmente rocce e pareti calcicole. E' favorita dalla eutrofizzazione.

Hypogymnia physodes (L.) Nyl.

Tallo molto variabile, formato da lobi rigonfi e cavi all'interno, lisci e di colore grigio chiaro sulla pagina superiore, neri su quella inferiore, e a volte bruni all'estremità. Soriali labriformi si trovano all'estremità all'estremità dei lobi. Tallo K+ e KC+ giallo, poi bruno. Piuttosto tollerante all'inquinamento atmosferico, si possono trovare esemplari poco sviluppati anche in zone inquinate della Pianura Padana. Usata come cibo e come medicina dagli Indiani; in Scandinavia utilizzata per estrarre un pigmento bruno per colorare la lana.

Flavoparmelia caperata (L.) Hale

Il diametro può superare i 20 cm; presenta lobi arrotondati larghi da 5 a 13 mm, sotto bruni e sopra verdegiallastri con soredi verdastri dapprima puntiformi poi si diffondono al centro del tallo. La faccia inferiore è bruna e non presenta rizine. Gli apotecio sono presenti raramente. Tallo K+, medulla e sordi K. Vive su substrati acidi; caducifoglie, più raramente sempreverdi, eccezionalmente rocce. Non sopporta né concentrazioni medie di SO₂ superiori a 50-60 g/m³ né eutrofizzazione secondaria delle scorze per attività agricole.

Melanelia exasperatula (Nyl.) Essl.

Lembi arrotondati, sopra bruno-verdastri, sotto nerastrati al centro e bruno oliva al margine. Isidi a forma di clava appiattita; apotecio rari. Medulla K-. Alberi isolati, soprattutto rami e a volte aghi di conifere. Sopporta acidificazione secondaria della scorza.

***Melanelia fuliginosa* (Duby) Essl. subsp. glabratula.**

Tallo fino a 4 cm. Lobi lucidi, piani, superiormente bruno verdastri, inferiormente neri al centro, più chiari al margine. Isidi cilindrici, spesso ramificati; rari gli apoteci. Tallo C-, medulla K-, C+ rosa o rosso. Sassicola o corticicola, su alberi lungo strade o in foreste aperte.

***Melanelia subaurifera* (Nyl.) Essl.**

Tallo da 3 a 15 cm. Lobi arrotondati, superiormente bruni bruno-verdastri e opachi, inferiormente neri al centro e bruni ai bordi. Isidi di forma diversa (globosi, cilindrici o irregolari) che spesso si trasformano in sorali più o meno biancastri. Rari gli apoteci muniti di margine con isidi sorediferi.

Tallo C-, medulla K-, C+ rosa o rosso. Scorze acide lisce di rami e tronchi.

***Parmelia sulcata* Taylor**

Lobi troncati all'estremità, di colore grigio chiaro nella parte superiore con pseudocifelle bianche, allungate, disposte a rete. Sorali lineari si sviluppano dalle pseudocifelle. Inferiormente il tallo è nero, e provvisto di rizine, sempre di colore scuro. Medulla C-, k+ gialle poi rosso. Corticicola, molto tollerante dell'inquinamento atmosferico; poco tollerante delle aree agricole, non sopporta eutrofizzazione secondaria.

***Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale**

Lichene foglioso di colore grigio chiaro nella parte superiore, scuro nella parte inferiore. I lobi corti e arrotondati, raggiungono fino a 10 mm di larghezza. Isidi cilindrici spesso più scuri all'estremità. Medulla K- e C+ rosso. Predilige latifoglie, rocce muschiose, terra.

***Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg**

Il tallo polimorfo è composto da lobi appressati al substrato. Le rizine, spesso visibili al margine dei lobi, sono scure e, talvolta, biancastre all'estremità. La pagina superiore del tallo è quasi interamente ricoperta da sorali (maculiformi) arrotondati, verdastri oscuri. Tallo K- . Epifita e sassicola, comune anche nei centri urbani; su substrati eutrofizzati può sopportare concentrazioni piuttosto elevate di SO₂.

***Physcia adscendens* (Fr.) H. Olivier**

Il tallo è di colore biancastro o grigio chiaro sulla pagina superiore, biancastro su quella inferiore. E' basamente ancorato al substrato tramite rizine biancastre. I lobi sono ripiegati a cappuccio e contengono sordi. Sono muniti di ciglia. Le ciglia sono chiare e la loro lunghezza varia da 1 a 3 mm.

Tallo K+ giallo vivo. Alberi isolati, ma anche pareti e rocce calcaree eutrofizzate.

Si distingue difficilmente da *P. tenella* quando gli esemplari sono giovani.

***Physcia tenella* (scop.) DC.**

Lichene foglioso dal tallo di colore biancastro o grigio chiaro. I lobi possono essere larghi fino a 1.5 mm e non più lunghi di 3-4mm. I lobi allargati all'estremità sono labriformi e non sono mai ripiegati a cappuccio. Questa è la caratteristica principale che la distingue da *Physcia adscendens*. Tallo K+ giallo .

Epifita e sassicola.

Physconia grisea* (Lam.) Poelt. subsp. *Grisea

E' un lichene foglioso. Il tallo è composto da lobi di colore bruno chiaro superiormente e chiari nella pagina inferiore. I lobi sono ricoperti da pruina almeno nella parte più esterna. Presenta sorali marginali che possono invadere la parte centrale dei talli in campioni vecchi. Questo lichene è fissato al substrato tramite

rizine semplici e poco ramificate, in genere bianche. Tallo e medulla K-.

Scorza, soprattutto alla base di alberi isolati e rocce calcicole; può essere comune anche in aree urbane. Preferisce substrati eutrofizzati, non sopporta acidificazione secondaria e scarsa eutrofizzazione.

Xanthoria fallax (Hepp.) Arnold

E' un lichene foglioso di colore giallo-arancio con lobi per lo più sollevati all'estremità. I soredi, granulosi, sono presenti al margine o all'apice dei lobi. Rari gli apoteci. Tallo e apoteci K+ rosso porpora.

Scorza eutrofizzata e ben illuminata .

Xanthoria parietina (L.) Th.Fr.

E' un lichene foglioso , di colore giallo vivo o arancione in luoghi ben illuminati, più o meno verdastro in aree ombreggiate.. I lobi appiattiti e leggermente concavi, possono raggiungere 8 mm di larghezza. E' caratterizzato dalla presenza di numerosi apoteci con disco arancione e margine più chiaro. Tallo e apoteci K+ rosso porpora. Substrati vari eutrofizzati, assente solo in aree pesantemente inquinate.



Hypogymnia physodes (L.)
Nyl.



Flavoparmelia caperata (L.)
Hale



Parmelia sulcata Taylor



Parmelina tiliacea (Hoffm.)
Hale



Phaeophyscia orbicularis
(Neck.) Moberg



Physcia adscendens
(Fr.) H. Olivier



Physconia grisea
(Lam.)



Xanthoria parietina (L.)
Tb.Fr.

8. I licheni fruticosi

Evernia prunastri (L.) Ach.

È un lichene fruticoso caratterizzato da lacinie appiattite. Il tallo, di colore verde-grigiastro, è pendente e lungo fino a 10 cm. La pagina inferiore è biancastra. Sorali sul bordo delle lacinie. Tallo K+ giallo vivo. Su scorza, rara solo in aree antropizzate e in habitat aridi.

Usnea sp.

Ramificazioni (lacinie) verdastre o giallo-verdastre a sezione circolare. Substrati acidi.



Evernia prunastri (L.) Ach.



Usnea sp.

9. Glossario

Apotecio - Corpo fruttifero dei funghi a forma di disco o di coppa; a maturità lo strato fertile (imenio) è completamente esposto

Asco - Ifa fertile, a forma di sacco, presente nei corpi fruttiferi (apotecii o peritecii) dei funghi; produce spore che, a maturità, sono espulse in seguito alla rottura dell'asco

Biomonitoraggio - Studio dell'inquinamento tramite parametri biologici

Capitifforme - Detto di sorali di forma tondeggianti, quasi emisferica, sviluppata all'estremità di lobi ascendenti

Cappuccio - Riferito a sorali situati all'interno di lobi ascendenti che si lacerano e si ripiegano fortemente all'apice

Ciglio (pl. **Ciglia**) - Appendice allungata e filamentosa costituita da fasci di ife. Possono essere presenti al margine dei talli o degli apotecii di licheni fogliosi e fruticosi e, solitamente, il loro colore si differenzia da quello del tallo

Composto - Tallo formato da due parti: una basale (tallo primario), crostosa o fogliosa, e una eretta (tallo secondario) costituita da strutture (podezi) fruticose. E' caratteristico del genere *Cladonia*

Cortex - Strato protettivo esterno dei talli costituito da ife strettamente appressate. Nei talli fogliosi eteromeri si riconoscono due cortex, superiore e inferiore, aventi struttura simile

Corticicolo - Riferito a lichene che vive sulla scorza di alberi e arbusti

Crostoso - Tallo dall'aspetto di una patina fortemente aderente al substrato

Disco - Parte centrale dell'apotecio delimitata dal margine

Epifita - Detto di lichene che cresce su altri vegetali

Eteromero - Tipo di tallo lichenico con una netta distinzione di strati: cortex superiore, strato algale (o goni-diale), medulla, cortex inferiore

Fibrilla - Brevi ramificazioni laterali di talli fruticosi che, a differenza delle ciglia, hanno lo stesso colore del tallo. Caratteristiche del genere *Usnea*, si sviluppano sulle ramificazioni principali del tallo e lungo il bordo degli apotecii

Foglioso - Tallo formato da lobi piuttosto appiattiti e dotati di due superfici (superiore e inferiore) ben distinte

Foliicolo - Relativo a lichene che vive su foglie di piante sempreverdi

Fotobionte - Alga e/o cianobatterio che in simbiosi con un fungo forma un lichene

Fruticoso - Tallo con ramificazioni (lacinie) tridimensionali a sezione appiattita o circolare

Gonidiale - Relativo allo strato di tallo eteromero comprendente sia ife fungine sia fotobionti

Ifa - Cellula allungata che costituisce l'unità strutturale di molti funghi

Imenio - Parte dei corpi fruttiferi costituita da ife fertili (aschi) e ife sterili (parafisi) disposte a formare uno strato regolare

Isidio - Propagulo per la riproduzione vegetativa derivante da protuberanze del cortex superiore; contiene ammassi di alghe e ife fungine. La forma è caratteristica nelle diverse specie (cilindrica, conica, a clava, a squama, a pastiglia, ecc.)

Labriforme - Detto di sorali a forma di labbra che si originano sulla pagina inferiore dei lobi

Lacinia - Ramificazione dei licheni fruticosi a sezione appiattita o tondeggiante

Lecanorino - Apotecio con margine contenente alghe e di colore diverso dal disco

Lecideino - Apotecio con margine privo di alghe e di colore uguale a quello del disco

Lignicolo - Detto di lichene che cresce su legno decorticato

Lobo - Porzione di tallo variabile per dimensioni e derivante da incisioni più o meno accentuate del bordo del tallo

Maculiforme - Relativo a sorali di forma tondeggiante disposti generalmente sulla superficie del tallo

Medulla - Strato di tallo eteromero, formato da ife fungine più o meno lasse, e situato al di sotto dello strato gonidiale

Micobionte - Simbionte fungino in un lichene

Muscicolo - Riferito a lichene che vive su muschi

Omeomero - Tipo di tallo lichenico privo di una organizzazione in strati: le alghe si distribuiscono tra le ife fungine in tutto lo spessore del tallo

Parafisi - Ife sterili che nell'imenio si alternano agli aschi; svolgono funzione di protezione e facilitano l'espulsione delle spore mature

Peritecio - Corpo fruttifero dei funghi a forma di fiasco: la parte basale ingrossata è sormontata da un collo che si apre alla sommità attraverso un piccolo poro (ostiolo). La parte fertile (imenio), a differenza di quanto accade negli apotecii, non è mai esposta, neanche a maturità

Podezio - Struttura fruticosa eretta a forma di punteruolo, imbuto, cespuglietto; è tipico delle Cladonie e si inserisce su un tallo basale crostoso o foglioso

Pruina - Deposito biancastro formato generalmente da cristalli di ossalato di calcio. Può ricoprire più o meno uniformemente la superficie dei talli e dei corpi fruttiferi mascherandone il colore

Pseudocifella - Perforazione del cortex (superiore e/o inferiore) visibile sotto forma di macchie tondeggianti chiare o di fessure allungate, a volte disposte a rete

Rizina - Fasci di ife fungine che consentono a numerosi licheni fogliosi di ancorarsi al substrato

Soralio - Area del tallo da cui fuoriescono i soredi; assume forme caratteristiche nelle diverse specie

Soredio - Struttura per la riproduzione vegetativa, costituita da gruppi non corticati di alghe e di ife fungine

Spora - Propagulo prodotto dal fungo; dalla sua germinazione si origina un nuovo individuo fungino

Tallo - Corpo vegetativo del lichene costituito da entrambi i simbionti (micobionti e fotobionti)

10. Consigli Bibliografici

Generale

JAHNS H. M., 1992 - Felci, Muschi, Licheni d'Europa. Muzzio F. ed., Padova. 290 pp.

NIMIS P. L., 1986 - I macrolicheni d'Italia: chiavi analitiche per la determinazione. Gortania, 8: 101-220.

NIMIS P.L., 2003 - Checklist of the Lichens of Italy 3.0. University of Trieste, Dept. of Biology, IN3.0/2 (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/>).

NIMIS P. L., PINNA D., SALVADORI O., 1992 - Licheni e conservazione dei monumenti. Clueb ed., Bologna. 165 pp.

PIERVITTORI R., 1998 - Licheni. Conoscerli e utilizzarli. Minerva Aosta. 343 pp.

WIRTH V., 1987 - Die Flechten Baden-Württembergs. Verbreitungsatlas. Ulmer E., Stuttgart. 528 pp.

Licheni e didattica

BOVIO A., JUDICA L., 1996 - Scuola, licheni e ambiente. Itinerario didattico di educazione ambientale. Rotary Club Ivrea, Distretto 2030 Italia.

CAMOLETTO R., 1994 - Licheni. Collezioni invisibili. 2.1 Botanica. Museo Reg. Scienze Nat. Torino.

CAMOLETTO R., PISTARINO A., GUGLIELMETTI L., 1995 - Valigetta didattica. Museo Reg. Scienze Nat. Torino.

MASSARA M., SCARSELLI S., 1997 - Licheni e inquinamento atmosferico. Regione Piemonte.

NASCIMBENE J., CANIGLIA G., 2003 - Licheni del Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino. Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino, Quaderni del Parco, 3: 1 - 97

NIMIS P. L., BOVA SICILIANI G., 1994 - Il progetto didattico Biodiversità e Bioindicatori. Seminario naz. "Natura chiama scuola", Trieste. 39 pp.

PIERALLI P., TRAQUANDI S., 1991 - I Licheni. Guide all'aria pura. Tosca ed., Firenze. 103 pp.

PIERVITTORI R., 1995 - Licheni: una vita al limite dell'impossibile. Museo Reg. Scienze Nat. Torino. Videocassetta VHS (20').

QUARANTA L., MARTINENGO M., 1989. I licheni bioindicatori di inquinamento atmosferico. Quad. Educ. Ambientale WWF , Roma. 47 pp.

QUARANTA L., MARTINENGO M., 1990 - Licheni. Quad. Educ. Ambientale WWF, n. 11, Roma. 80 pp.
S BARBARO C., 1967 - Licheni. Un campionario del mondo. Vallecchi, Firenze, 73 pp.
VALCUVIA PASSADORE M., DELUCCHI C., PARCO V., 2001 - Licheni, che passione! Parco Ticino, anno 4, n. 4, dicembre 2001: 7-8
VALCUVIA PASSADORE M., MALAVASI C., 2002 - Relazioni simbiotiche. Dai licheni all'Agenda 21 locale. Regione Lombardia, 123 pp.

Licheni e inquinamento atmosferico

CISLAGHI C., BRAGA M., NIMIS P.L., 1996 - Methodological aspects of an ecological study on the association between two biological indicators. Stat. Appl., 8, 1: 213-227.
CISLAGHI C., NIMIS P.L., 1997 - Lichens, air pollution and lung cancer. Nature, 387: 463-464.
GASPARO D., ZAPPA L. (eds.), 1994 - Organismi come bioindicatori ambientali. Ecothema Trieste. 226 pp.
LOPPI S., 1999 - Licheni come bioaccumulatori di elementi in traccia: stato dell'arte in Italia. In: Atti Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Roma, 26-27 Novembre 1998. ANPA, 2 / 1999: 123-144.
NIMIS P. L., 1999 - Linee-guida per la bioindicazione degli effetti dell'inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti. In: Atti Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Roma, 26-27 Novembre 1998. ANPA, 2 / 1999: 267-277.
NIMIS P. L., BARGAGLI R., 1999 - Linee-guida per l'utilizzo di licheni epifiti come bioaccumulatori di metalli in traccia. In: Atti Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Roma, 26-27 Novembre 1998. ANPA, 2 / 1999: 279-289.
NIMIS P. L., CICCARELLI A., LAZZARIN G., BARGAGLI R., BENEDET A., CASTELLO M., GASPARO D., LAUSI D., OLIVIERI S., TRETACH M., 1989 - I licheni come bioindicatori di inquinamento atmosferico nell'area di Schio - Thiene - Breganze (VI). Boll. Museo Civ. Storia Nat. Verona, 16: 1-154.
NIMIS P. L., LAZZARIN A. & G., GASPARO D., 1991 - Lichens as bioindicators of air pollution by SO₂ in

the Veneto region (NE Italy). *Studia Geobot.*, 11: 3-76.

PIERVITTORI R., 1999 - Licheni come bioindicatori della qualità dell'aria: stato dell'arte in Italia. In: *Atti Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale"*, Roma, 26-27 Novembre 1998. ANPA, 2 / 1999: 97-122.

VALCUVIA PASSADORE M., 1998 - Licheni. In: SARTORI F. (ed.), 1998, *Bioindicatori ambientali*, Fondazione Lombardia per l'Ambiente: 88-101.

Aggiornamenti sulle pubblicazioni lichenologiche italiane possono essere richiesti alla redazione del "Notiziario" della Società Lichenologica Italiana c/o il Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, via Giolitti 36, 10123 Torino.

Pagine web

Sito della Società Lichenologica Italiana <http://dbiodbs.univ.trieste.it/sli/home.html>

Sito dell'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici) <http://www.sinanet.anpa.it>

Sito dell'Università di Trieste <http://dbiodbs.univ.trieste.it/>

Sito dell'Università di Genova <http://www.dister.unige.it/LabLic/start.html>

Sito Mantova <http://www.polirone.mn.it/utenti/cmalavasi/home.htm>

Licheni, pionieri degli ambienti più inospitali	pag. 2
1. L'atmosfera	pag. 3
2. I licheni	pag. 13
3. Strutture talline riproduttive	pag. 19
4. I licheni e il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico	pag. 24
5. I licheni: tavole di confronto	pag. 34
6. I licheni crostosi	pag. 39
7. I licheni fogliosi	pag. 42
8. I licheni frutticosi	pag. 48
9. Glossario	pag. 49
10. Consigli bibliografici	pag. 52



Finito di stampare nel mese di febbraio 2004
da Tipolito Farnese - Piacenza

Quaderni
di EDUCAZIONE
AMBIENTALE

collana diretta da Carlo Francou

www.museogeologico.it