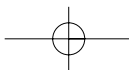
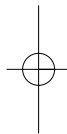
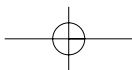
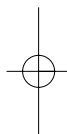
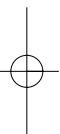
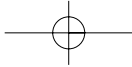


NOTIZIARIO
della
Società Lichenologica Italiana

Vol. 20 - 2007





Eccoci,

la Società festeggia quest'anno i suoi primi vent'anni.

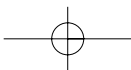
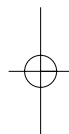
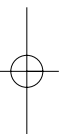
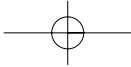
Vent'anni di crescita, incontri, passioni, scoperte, attività...

Un po' dei suoi trascorsi potrete gustarli nelle due memorie che il Notiziario vi propone come primi articoli.

La storia futura è in mano nostra... in mano ai soci che condividendo le proprie esperienze, proponendo le proprie idee, faranno crescere la SLI.

Con l'augurio di altri venti anni di fattiva partecipazione...

Deborah Isocrono



ODE

**per il Ventennale
dalla Fondazione del Notiziario
della Società Lichenologica Italiana
del Poeta di Cort(-il)e
Peter Ludwig von Nimis**

PREMESSA: non me n'ero accorto. 20 anni dal primo numero del Notiziario! Deborah mi ha chiesto di scrivere una "Storia della SLI". Ci ho provato, ma veniva fuori una cosa tipo: "Memorie di un Dinosaurio". Poi ho pensato che il ventennale è una festa, e che merita una cosa festiva, una poesia. Eccola qua, scritta in meno di un'ora, ma pensando a tutti i Lichenari d'Italia.

Or la Deborah già incombe,
Mi tormenta e mi soccombe:
*"E'arrivato il ventennale!
Dobbiam scrivere il giornale!
Manca solo - col tuo eloquio -
Uno splendido sproloquio!"*
E mi ha chiesto (in fede mia,
questa è sorte dura e rìa):
***"Una Storia della SLI,
Dalla A fino alla I!"***

A Venezia ci ho provato,
Ho riscritto e sbrodolato
Raccattando antiche glorie,
Grufolando tra memorie...

Ma il prodotto era noioso:
Mi sembrava un brutto coso
Generato non da Mauro
Ma da un Vecchio Dinosaurio.

Questa sera ho meditato
E ho deciso: voglia il Fato
Che sia meglio una poesia
Di una lagna lunga e rìa.

Alla fine degli Ottanta
Non ce n'erano quaranta:
Eravamo quattro gatti
Ma eravamo tanto matti
Da fondar la Società
Con la SBI che non ci sta.

Nacque lì a Portogruaro.
Mio cugino era Notaro.
(Lo si fè per risparmiare:
Per non far dimenticare
Che la SLI non vuol danari
Ma dei Soci puri e chiari!).

Il Notaro era ammalato,
Stava a letto raffreddato
E fu lì al suo capezzale
Che la SLI prese le ale.

Poi partimmo. Con Ferrara
Ove avvenne cosa rara
(centinaia di persone
a scoprir bioindicazione),
Con le statue e i monumenti,
Con allievi e con docenti.

Si formarono quattro gruppi
Con notevoli sviluppi
Che anche oggi - se vi va -
Tengon su la Società:
Quei della restaurazione,
Quelli della educazione,
Quelli dei bioindicatori,
E un po'di ricercatori.
(La ricerca sui licheni
Molti aveva di patemi...
...pochi, sparsi e senza età
nelle Università...).

Per sei anni Presidente.
Poi possibilmente assente:
*"Lascia ai giovani il lavoro
Per far nascere un tesoro".*
E il tesoro eccolo qua:
E' la Nostra Società!

Ci incontriamo e ci si scontriamo
Siamo liberi e parliamo,
Ci scambiamo le opinioni
Alla faccia dei Baroni.

Tanti soci ed interessi
Tanti giovani ai congressi
Tanti splendidi lavori
Che si vedono anche fuori.

Paolo e Mauro han fatto bene
Or siam fuori dalle pene
La ricerca ha fatto un salto:
Abbiam giovani d'assalto!

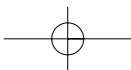
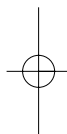
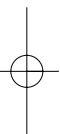
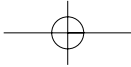
Poi dal Manzanarre al Reno
Ognun trova un bel licheno
Nuovo per la sua regione
(il che aumenta il mio listone).

L'alba è già del Ventennale
(...e io qua mi sento male...)
Ma mi pare che la SLI
Non sia stata ferma lì.

Testa alta, siamo tanti
Dai ragazzi, andate avanti!
E mostrate a chi non sa
Cos'è Scienza+Amistà.

Tergeste, 26.06.2007

Pier Luigi Nimis



VENT'ANNI DOPO

Mauro TRETACH

Presidente della Società Lichenologica Italiana

Cari amici,
personalmente sono scarsamente portato per i discorsi di prammatica, figurarsi per le commemorazioni genetliche, ma così, quasi senza accorgercene, siamo arrivati al ventesimo anno dalla costituzione della nostra Società, e quindi non ho potuto dire di no a buttare giù alcune considerazioni sulla strada che abbiamo fatto in questi anni, nella speranza che ancora molta ne faremo insieme.

La nostra Società venne fondata da uno sparuto quanto agguerrito gruppetto di lichenari, che si era ritrovato per seguire quello che fu il primo Corso di Introduzione alla Lichenologia, organizzato a Trieste da Pier Luigi. Spero che Deborah pubblichi la foto dei partecipanti: vi si riconoscono molti dei volti che hanno fatto la storia della SLI: Rosanna, Paolo, Giovanni, Mimmo, e tanti altri. Io allora stavo lavorando con Pier Luigi per la mia tesi di laurea (che non era, come si potrebbe supporre, sui licheni), ed ero stato coinvolto nell'organizzazione dei laboratori e nella verifica delle prime mitiche chiavi di identificazione, che dovetti fotocopiare in gran numero: credo che da qualche parte, qui in ufficio, ne sopravviva ancora una copia.... Ma questo intervento non vuole essere una cronistoria: questa può essere ricostruita andando a rileggersi i vecchi numeri del Notiziario, fonte preziosa di informazioni e aneddoti, in attesa che qualcuno di noi voglia farsi carico di una ricostruzione rigorosa degli eventi. Considerate invece queste righe niente di più che un semplice spunto per aprire una discussione, che potrebbe magari trovare posto su Lichit, e quindi in seguito (se fosse fruttuosa, se fosse interessante) nella prossima assemblea.

Il dato incontrovertibile è che a partire da quei primi, lontani incontri siamo cresciuti molto, passando dall'improvvisazione, allo sviluppo impetuoso, quindi alla normalizzazione, con la comparsa di qualche accenno di banale routine. Inevitabilmente siamo anche cambiati: è aumentato il numero di soci, che ultimamente si è stabilizzato intorno a 300, è aumentata la produzione scientifica e la sua qualità media (intendiamoci: abbiamo sempre avuto punte di eccellenza assolute, ma effettivamente negli ultimi sette-otto anni la situazione è cambiata, soprattutto grazie all'impegno di una nuova

generazione, che sarebbe bello definire di ricercatori se non fosse che molti di loro sono fuori dall'Università). Nel complesso, abbiamo saputo mantenere un buon livello di interazione, soprattutto grazie alla riproposizione (Stefano docuit) dei gruppi di lavoro, le cui attività potrebbero forse essere ulteriormente potenziate.

Inevitabilmente, però, qualcosa è anche andato perso. Questa sensazione è certamente più viva tra chi ha partecipato ai primi passi della Società, avendo spesso dato contributi importanti. Allora ad esempio ci si conosceva tutti, si sapeva cosa faceva ciascuno di noi, una situazione che si ripresenta puntuale all'interno dei gruppi di lavoro più attivi. Ora questo non è più possibile a livello dell'intera Società, perché siamo semplicemente tanti, e le occasioni di incontro sono tutto sommato limitate. Io stesso, tornando dall'ultimo convegno, mi rammaricavo per aver potuto soltanto salutare questo e quello, o aver giusto accennato un saluto con un terzo: troppo breve il tempo a disposizione per scambiare qualche opinione con tutti... Questo semplice fatto può portare ad una sorta di estraniamento, di non appartenenza di una parte dei soci, soprattutto di chi si iscrive per la prima volta, che si trova improvvisamente a far parte di una struttura solo apparentemente fortemente strutturata. Credo che dovremmo curare di più questa problematica, perché inevitabilmente essa si traduce alla lunga in una certa disaffezione e nella scarsa partecipazione attiva. Questo è secondo me l'aspetto più problematico, perché la Società non è nata per essere una fornitrice di servizi (per venti euro all'anno? figurarsi!), quanto piuttosto per essere una occasione di incontro, dibattito, crescita culturale e quant'altro.

Da questo punto di vista uno strumento fondamentale era e rimane il Notiziario, che in tutti questi anni ci ha accompagnato grazie all'attenta, affettuosa gestione di Rosanna prima, che vi ha speso innumerevoli energie, e quindi di Deborah dopo, a cui deve andare tutta la nostra gratitudine per aver accettato di subentrare nella gravosa carica di Direttore responsabile. Assicurare l'uscita regolare dei volumi richiede infatti notevole impegno, e ancora maggiori sforzi sono necessari per sollecitare i soci a spedire articoli, dati o semplici informazioni. Si dà per scontato che il Notiziario ci sia: ma esso in realtà c'è solo grazie ad un impegno, tanto, di pochi. Ciò nonostante, credo che il Notiziario possa cambiare. In parte è già avvenuto: dallo scorso anno viene distribuito in occasione del convegno annuale, con tutti i riassunti di comunicazioni e poster, un fatto raro nella panoramica nazionale: tutto pubblicato in così poco tempo! Il mio auspicio è che si possa cambiargli veste grafica e quindi - ma questo è proprio un sogno - che diventi una pubblicazione semestrale. Ci sono problemi notevoli che rendono difficile se non impossibile questa ipotesi, ma Deborah e il Comitato di Redazione forse vorranno prendere in considerazione, nella loro autonomia, queste proposte.

Un passo nella stessa direzione è stato compiuto ovviamente con la creazione del sito web, che è soprattutto il frutto delle cure del suo webmaster, Stefano. Probabilmente tra un po' ci si metterà di nuovo su le mani, per migliorarlo ulteriormente, ma anche in questo caso ciò di cui si sente la necessità è proprio l'input dei soci, se non altro per tenerlo sempre aggiornato sul fronte delle notizie. Credo che da questo punto di vista dobbiamo rassegnarci al fatto che gli amministratori hanno in realtà un doppio incarico, da un lato la conduzione della struttura, e dall'altro il fungere da pungolo nei confronti dei soci: direttamente interpellata, una persona difficilmente dice di no, il problema è fare in modo che tenga poi fede alla promessa...

Non so cosa farò io domani, figurarsi se mi arrischio a fare un'ipotesi a lunga distanza sul futuro della nostra Società. Molto dipenderà, permettetemi questo discorso un po' prosaico, da ciò che succederà nei prossimi due-tre anni al massimo, nelle Università italiane. Pier Luigi, in uno dei suoi tanti importanti contributi alla Lichenologia del nostro Paese, aveva individuato come fattore scatenante della grave crisi che affossò la gloriosa scuola Lichenologia italiana ottocentesca (quella, per intenderci, di De Notaris, Anzi, Baglietto e Massalongo) una ben precisa politica universitaria, che volle premiare certi settori al posto di altri. I lichenologici rimasero fuori: esemplare il caso di Baglietto, che non avrebbe mai completato la flora a cui stava lavorando. Nei giorni in cui le nanotecnologie la fanno da padrone, non c'è neppure questo pericolo, semplicemente perché l'ingresso di nuovi ricercatori nelle Università è un evento che definire difficile sarebbe un eufemismo, nonostante tutte le promesse dei politici italiani sulla necessità di valorizzare la ricerca per lo sviluppo del Paese. Certo, le nostre attività possono continuare per un po' con le solite forze, ma se non ci sarà un ricambio o meglio, un reinnesto di nuove figure (quelle di cui sopra, per intenderci), la SLI inevitabilmente ne soffrirà, perché - diciamolo francamente - tutta una serie di importanti attività organizzative fanno capo ad un certo numero di soci che lavorano all'Università.

Da ciò deriva un'altra considerazione, e cioè il rapporto che ci lega alla Società Botanica Italiana, la quale si trova inevitabilmente a gestire tutti i concorsi dell'area botanica. Tale rapporto è sempre stato alquanto problematico, perché la nascita della SLI era stata vissuta come una sorta di eresia, non certo come una novità positiva. A parte il fatto che esistono altre società scientifiche le cui attività si sovrappongono in parte o in tutto con quelle della SBI (penso ad esempio alla Società di Fitosociologia), io, a distanza di anni, sono ancora certo della bontà della scelta di allora, perché quello che è stato costruito non poteva trovare collocazione se non in minima parte all'interno della SBI. Tuttavia è evidente che nel nostro stesso interesse

dobbiamo curare di più i rapporti, e soprattutto dare maggiore visibilità alle nostre attività. Non è un caso quindi che dal convegno di Padova in poi invitiamo sempre qualche "non lichenologo", per conoscere le attività di settori affini ai nostri, ma anche per far conoscere la nostra realtà, che secondo me è di tutto rispetto ma corre il rischio di essere autoreferenziale. E non è un caso che da un paio di anni i nostri incontri vengano pubblicizzati tramite il gruppo di lavoro di Lichenologia che continua ad operare in seno alla SBI.

Rimane in ogni caso intatta la responsabilità di chi all'Università vi è già, e vi insegna. Su queste persone grava, anzi continua a gravare, visto tutto quello che hanno fatto per la SLI, la responsabilità maggiore. Hanno dato molto, posso solo sperare che continuino a farlo con la generosità di sempre e, se possibile, anche maggiore.

Non voglio però chiudere questo intervento senza accennare ad alcuni fatti che sono i veri punti di forza della nostra Società, e che ci permetteranno di ben sperare per il futuro: la giovane età del nostro pubblico, in decisa controtendenza rispetto a quanto si osserva in altre Società scientifiche; la buona risonanza a livello internazionale delle nostre attività; il clima, sempre amichevole, che si respira ai nostri incontri; l'attrattiva dei corsi che si continuano ad organizzare nei posti più disparati. Se sapremo mantenere nel tempo tutto ciò, potremo incontrarci per festeggiare genetliaci ben più impegnativi di questo...

Credo di poter esprimere a questo punto a nome di tutta la Società la gratitudine verso quanti, a vario titolo, hanno contribuito a far nascere, crescere e maturare la SLI. La lista di queste persone sarebbe troppo lunga, ma lasciate che ricordi almeno Josef Poelt, che per tanti anni ci ha fatto l'onore di essere nostro socio, e che ci ha insegnato tantissime cose. Senza di lui, e senza gli altri soci onorari, la nostra Società sarebbe più povera, e certamente molto diversa.

Ad maiora!

Mauro Tretiach

**XX° Convegno Annuale
della
Società Lichenologica Italiana**

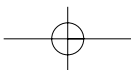
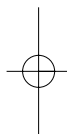
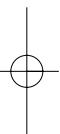
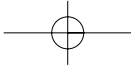
Siena, 13-14 Settembre 2007



a cura di

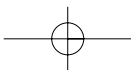
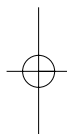
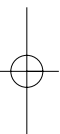
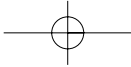
Silvana MUNZI, Tommaso PISANI

Revisione dei testi: Carlo Gaggi, Deborah Isocrono, Stefano Martellos, Mauro Tretiach





Comunicazioni orali
e
relazioni ad invito



ECOLOGICAL ROLES OF LICHEN SECONDARY METABOLITES

Martin BAČKOR, Miriam BAČKOROVÁ

*Institute of Biology and Ecology, Šafárik University, Mánesova 23,
SK-04167 Košice, Slovakia*

Secondary metabolites of lichens include extracellular phenols secreted by the fungal partner, or mycobiont. These are deposited mainly on the surface of mycobiont hyphae. Usually these substances, which include dibenzofuran derivatives, depsides, and depsidones, occur in considerable amounts, typically constituting 0.1 to 5.0 %, or even more, of thallus dry weight. So far, more than 800 lichen secondary substances have been discovered. Lichen substances have many ecological roles, including antimicrobial activity, which may be responsible for long-term survival of lichen thalli. Antiherbivory, defense against feeding on lichens, and allelopathy, which involve inhibition of seed and spore germination, were experimentally confirmed in laboratory as well. Some secondary compounds are considered also as sun-screening pigments of lichens, and synthesis of parietin, the main secondary metabolite of *Xanthoria parietina*, has been found to be induced by the presence of UV radiation. Secondary substances of lichens are implicated in rock mineralization and pedogenesis, although some organic acids (e.g. oxalic acid) are probably more important compounds in rock weathering. Lichen substances are known to function as chelators of cations, including copper. Although secondary compounds can chelate metals in vitro, the chelating ability of secondary compounds in lichen thalli is not sufficiently understood and requires further studies. Lichen products have also been reported to inhibit root elongation and mitosis, and these metabolites may also regulate photobiont populations by controlling cell division inside lichen thalli, maintaining the physiological balance between symbionts. Lichen substances may be potentially exploited in pharmaceutical and medicinal research in the near future.

LE PIANTE COME VITTIME (... E SPIE!) DELL'INQUINAMENTO DA OZONO

Cristina NALI, Giacomo LORENZINI

*Dipartimento di Coltivazione e Difesa delle Specie Legnose "G. Scaramuzzi"**Università degli Studi di Pisa, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa*

La relazione prende in esame le complesse interazioni esistenti tra le piante e l'ozono (O_3). Data la notevole diffusione geografica e la grande attività chimica, sono in molti a ritenere che questo inquinante possa svolgere un ruolo attivo in diverse situazioni critiche, così da costituire un significativo fattore di rischio per gli organismi; in particolare, le piante devono essere considerate i recettori più sensibili della sua azione tossica. La loro performance può essere limitata dalla presenza del contaminante, anche in assenza di sintomi; sono anche noti effetti diretti secondari, come quelli relativi alla modificazione delle capacità di risposta ad altri fattori di stress. Ad oggi, i danni da O_3 sono documentati da una vastissima letteratura, includendo non solo la riduzione della crescita e, quindi, della biomassa, ma anche alterazioni a livello molecolare, biochimico e fisiologico. Poiché i rapporti tra mondo vegetale e contaminanti chimici aeriformi sono assai complessi, le piante possono rivestire differenti ruoli: non solo "vittime" dell'inquinamento ma anche "spie", segnalando la presenza di determinate situazioni di contaminazione sulla base delle risposte di idonee piante "indicatrici". Le principali piante utilizzate per il rilevamento degli effetti dell' O_3 sono il tabacco supersensibile Bel-W3, indicatore di reazione, e il *Trifolium repens* cv. Regal, di cui sono disponibili cloni a diversa sensibilità sulla base della produzione di biomassa. Le piante, poi, possono assorbire e metabolizzare O_3 , contribuendo alla riduzione della contaminazione ambientale. Un tema, infine, che ha recentemente ricevuto notevole attenzione è quello della emissione di sostanze organiche volatili da parte della vegetazione: queste molecole partecipano alla genesi dello smog fotochimico, al pari - se non addirittura in misura maggiore - di quelle antropogeniche.

**PIANI D'AZIONE VERSO LA SALVAGUARDIA
DELLA DIVERSITÀ FUNGINA IN EUROPA**

Claudia PERINI

Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti"

Università degli Studi di Siena, Via P.A. Mattioli 4, 53100 Siena

La biodiversità è un elemento di basilare importanza per la sopravvivenza e il corretto funzionamento degli ecosistemi. Presenza e diversità fungine rivestono importanza pari a quelle di piante e animali, ma fino a poco tempo fa questi organismi erano ben poco considerati nelle discussioni sulla salvaguardia della biodiversità. L'European Council for the Conservation of Fungi (ECCF) è attivo nel campo della salvaguardia dei funghi già da una decina d'anni prima della stesura della Convenzione sulla Diversità Biologica (Rio, 1992). L'ECCF vede riuniti circa 80 volontari di 40 paesi Europei e oggi agisce in modo determinante sia come organo conservativo dell'European Mycological Association (EMA), sia con la presenza in altre organizzazioni europee (Planta Europa) e mondiali (IUCN). Sin dalla sua fondazione nel 1985 ha svolto un ruolo importante e la parola funghi ha ora una sua eco in molti ambiti, non solo culinari. Tra le azioni principali dell'ECCF si ricorda un documento relativo a 33 macrofunghi minacciati a livello europeo che è stato presentato alla Convenzione di Berna. Grande attenzione viene data ad iniziative a livello europeo, come la stesura di una Lista Rossa dei macrofunghi e l'individuazione di siti importanti per la conservazione della diversità fungina. Tali iniziative sono in piena armonia con quanto espresso nella strategia europea per la conservazione delle piante (EPCS), a sua volta parte della Strategia Globale per la Conservazione delle Piante (GSPC) adottata dalla Convenzione sulla Diversità Biologica.

**ASPETTI METODOLOGICI DELLA TECNICA DELLE "BAGS" PER IL
MONITORAGGIO DEL PARTICOLATO ATMOSFERICO IN AMBIENTE URBANO**

Elena PITTAO¹, Paola ADAMO², Martina BERRO¹,
Paola CRISAFULLI¹, Mauro TRETIACH¹

¹ *Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Trieste, Via L. Giorgieri 10, 34127 Trieste;* ² *Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e dell'Ambiente, Università degli Studi di Napoli Federico II, Via Università 100, 80055 Portici (NA)*

La tecnica delle "bags", spesso usata per il monitoraggio dei metalli potenzialmente tossici aerodiffusi, richiede ancora una standardizzazione delle procedure, soprattutto in ambiente urbano, in cui varietà delle fonti di emissione, eterogeneità del territorio e fattori di disturbo possono incidere notevolmente sulle modalità di deposizione. A Trieste (NE Italia) è stato effettuato uno studio mediante "bags" per verificare: a) l'impatto sul territorio di traffico ed attività industriali insediate nel tessuto urbano; b) l'effetto di due diversi ambienti espositivi sull'entità dell'accumulo. Sono state selezionate un'area residenziale e una residenziale/industriale, in ciascuna delle quali sono state distribuite dieci stazioni, cinque nelle più estese zone verdi, cinque in vicine strade trafficate. In ogni stazione sono state esposte per tre mesi, in condizioni standardizzate, tre "moss-bags" contenenti il muschio epilitico *Hypnum cupressiforme* Hedw., lavato con acqua distillata e devitalizzato in forno. Campioni e relativi controlli sono stati mineralizzati e analizzati con tecniche spettrofotometriche e il particolato accumulato sui filloidi è stato caratterizzato con osservazioni al SEM e microanalisi EDS. I campioni esposti lungo le strade hanno accumulato più di quelli delle zone verdi. Le due aree si differenziano per entità di accumulo, mediamente più alto in quella residenziale/industriale. La preparazione dei campioni per il SEM ha causato la perdita del particolato più grossolano; la maggior parte delle particelle adese è risultata potenzialmente inalabile o respirabile, e di possibile derivazione terrigena, contenendo principalmente Al, Ca, Fe e Si. L'impatto delle attività industriali è risultato notevole in termini di entità di accumulo ma abbastanza circoscritto, molto più diffuso quello imputabile al traffico. L'osservazione al SEM di caratteristiche sferule di Fe ha evidenziato la diffusione sul territorio delle polveri sottili di origine industriale.

**LICHENI COME STRUMENTO EDUCATIVO:
ESPERIENZE NELLA SCUOLA ITALIANA**

Alessio FERRARESE¹, Deborah ISOCRONO²

¹ *Laboratorio Permanente di Educazione Ambientale del C.I.R.D.A. Centro Interstrutture per la Ricerca Didattica e l'Aggiornamento degli Insegnanti, Università degli Studi di Torino, Via Lago S. Michele 15, 10015 Ivrea (TO);* ² *Dipartimento di Colture Arboree, Università degli Studi di Torino, Via Leonardo da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO)*

I licheni sono da tempo considerati un efficace strumento educativo che favorisce un approccio conoscitivo interdisciplinare di importante valenza culturale. Il binomio *licheni e didattica* è oggi largamente impiegato nell'approfondimento di argomenti scientifici anche complessi, quali le interazioni tra organismi viventi e l'ambiente in cui vivono. Il presente lavoro intende proporre una sintesi delle esperienze didattiche svolte in Italia e valutare le possibili prospettive della Lichenologia come risorsa formativa. Il biomonitoraggio, per i suoi numerosi risvolti applicativi, costituisce il cardine della maggior parte delle proposte progettuali, rivolte soprattutto alle scuole medie e superiori. L'interazione tra i diversi istituti scolastici, verificatasi in progetti pluriennali integrati, ha permesso di ampliare il bacino di utenza anche nei confronti di scuole elementari e materne, con proposte di lavoro sempre più diversificate e di facile applicazione. Fin dalla sua costituzione, la SLI ha promosso numerose attività di divulgazione scientifica. L'istituzione di un gruppo di lavoro dedicato all'argomento, ha poi permesso di offrirsi come importante punto di riferimento sul territorio nazionale, contribuendo allo sviluppo di un interesse sempre crescente, culminato in una partecipazione media attuale che supera i 4000 studenti all'anno. La maggiore autonomia didattica offerta oggi alle scuole permette da un lato possibilità di lavoro sempre più articolate, ma rende meno agevole lo scambio di informazioni relative ai progetti di piccole realtà locali. Si è così avviata una ricerca organica di dati presso laboratori di educazione ambientale, circoli didattici, ARPA, cooperative e musei, al fine di costituire un database nazionale che metta le informazioni raccolte a disposizione delle varie utenze interessate.

**VALUTAZIONE DELL'ATTIVITÀ ANTIPROLIFERATIVA DI ESTRATTI LICHENICI
SU CELLULE DI MIELOMA MURINO**

Doriana TRIGGIANI¹, Donatella CECCARELLI¹, Simone PIZZARDI¹, Alessia FUSCHINO¹,
Federica CORSI¹, Antonio TIEZZI¹, Silvana MUNZI², Tommaso PISANI², Stefano
LOPPI²

¹ Dipartimento Scienze Ambientali, Università degli Studi della Tuscia, Largo
dell'Università snc 01100 Viterbo; ² Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti",
Università degli Studi di Siena, Via P.A. Mattioli 4, 53100 Siena

Nonostante i metaboliti secondari prodotti dai licheni abbiano un ampio intervallo di effetti come antibiotici, antibatterici, antinfiammatori, analgesici, antipiretici, antiproliferativi e citotossici, le loro potenzialità terapeutiche sono tuttavia poco indagate. In quest'ottica è stato recentemente iniziato uno studio allo scopo di ampliare le conoscenze sulle possibili proprietà farmacologiche delle sostanze licheniche. Nel presente lavoro sono riportati alcuni risultati preliminari relativi alla valutazione dell'attività antiproliferativa su cellule di mieloma murino di estratto in toto di due specie comuni di licheni epifiti: *Evernia prunastri* e *Xanthoria parietina*. Gli estratti sono stati ottenuti utilizzando come solventi acqua, etanolo e metanolo, usati singolarmente. Le cellule della linea P3X sono state trattate con 10 e 40 µL/mL di ogni estratto delle due specie licheniche e l'effetto degli estratti è stato valutato dopo 24 ore dal trattamento usando come test di vitalità cellulare l'MTT basato sulla stima dell'attività mitocondriale della deidrogenasi. Gli estratti di *E. prunastri* non hanno mostrato nessuna azione, mentre al contrario tutti gli estratti di *X. parietina* hanno mostrato un significativo effetto antiproliferativo sulle cellule di mieloma murino, in particolare l'estratto metanolico che ha determinato una riduzione della proliferazione del 75%. L'ipotesi conclusiva è che l'elevato contenuto di antiossidanti di *X. parietina* sia responsabile di tale risposta. Sono attualmente in corso ulteriori indagini volte a stabilire la natura molecolare dei composti bioattivi di questa specie.

LICHENI E RISCHIO DESERTIFICAZIONE IN AREE MEDITERRANEE

Paolo GIORDANI¹, Guido INCERTI², Guido RIZZI¹, Serena VIGLIONE¹,
Sara TIXI¹, Fabrizio GINALDI², Francesco MARRAS¹, Silvia RUGGERI¹,
Ivano RELLINI¹, Paolo MODENESI¹

¹ *DIP.TE.RIS, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Sede di Botanica, Università degli Studi di Genova, Corso Dogali 1/M, 16136 Genova ;* ² *Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Trieste, Via L. Giorgieri 10, 34127 Trieste*

Il presente studio si inserisce nell'ambito del progetto FISR MICENA ("Modello integrato per l'evoluzione degli ecosistemi naturali e agricoli in relazione ai cambiamenti climatici nell'area mediterranea"). Si propone un caso di studio finalizzato a valutare il possibile utilizzo dei licheni come indicatori dei processi di desertificazione in aree Mediterranee. Vengono riportati i risultati preliminari di due campagne di rilievi effettuate in aree aride della Sardegna occidentale, dove la ridotta pressione antropica consente di evidenziare meglio l'effetto dei parametri climatici sulla vegetazione lichenica. La recente pubblicazione, per la regione Sardegna, di modelli predittivi di desertificazione, consente inoltre di valutare la relazione tra indici di rischio ambientale e la risposta ecologica di specie licheniche potenzialmente indicatrici. Mediante campionamenti randomizzati stratificati sono state ottenute stime della diversità lichenica epifita, epilittica ed epigea. Oltre alle variabili climatiche, sono state rilevate più di 50 variabili ambientali associate ai diversi substrati e a diverse scale spaziali, dal microrilievo morfologico al land-cover, allo scopo di verificarne il potere predittivo sulla diversità lichenica. Sono stati individuati gruppi di specie associati a diversi livelli di rischio desertificazione e sono stati stimati gli effetti sinergici e antagonisti delle variabili ambientali sui fattori climatici. L'acquisizione di nuovi dati a seguito di ulteriori campagne, previste per il 2007 e 2008, oltre alla validazione delle evidenze preliminari, consentirà di ottenere modelli affidabili di distribuzione spaziale delle specie indicatrici. La loro distribuzione, intesa come risposta ecologica lungo gradienti climatici, potrebbe essere utilizzata tramite analisi modellistica multivariata per monitorare a lungo termine l'effetto dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi mediterranei a rischio desertificazione.

**EFFETTI BIOLOGICI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI IN AREA MEDITERRANEA:
PROSPETTIVE PER L'UTILIZZO DEI LICHENI
COME INDICATORI PRECOCI DI STRESS**

Luca PAOLI^{1,2}, Stergios Arg. PIRINTSOS², Kiriakos KOTZABASIS², Stefano LOPPI¹
¹ *Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università degli Studi di Siena, Via
P.A. Mattioli 4, 53100 Siena, Italia;* ² *Dipartimento di Biologia, Università di Creta,
P.O. Box 2208, 71409 Heraklion, Grecia*

I cambiamenti climatici agiscono sugli ecosistemi influenzando la fisiologia e la sinecologia degli organismi viventi. L'area Mediterranea è attualmente interessata da un processo di tropicalizzazione che implica modifiche degli habitat, diffusione di specie dai tropici e spostamento di quelle continentali verso maggiori altitudini e latitudini. A livello ecofisiologico tali fenomeni si realizzano principalmente attraverso alte temperature e scarsa disponibilità idrica, determinando un complessivo inaridimento degli habitat che in Europa meridionale favorisce il processo di desertificazione, con chiare ripercussioni sia sulla fotosintesi che sulla produttività biologica. In tale contesto di cambiamenti globali, alcune risposte ecofisiologiche in organismi sensibili possono essere utilizzate proficuamente come indicatori precoci di stress. I licheni possono rappresentare un utile strumento per lo studio degli stress climatici fornendo risposte riferite specificamente all'ambiente atmosferico. Una serie di esperimenti, condotti in ambiente mediterraneo da umido a strettamente arido di alcune parti della Toscana e dell'isola di Creta, ha evidenziato la possibilità di utilizzare alcuni parametri fotosintetici come indicatori precoci di stress dovuti all'inaridimento degli habitat. L'utilizzo di tali indicatori può contribuire a delineare aree e habitat a rischio di desertificazione e a prevederne gli effetti biologici.

**QUALE APPROCCIO METODOLOGICO PER L'ELABORAZIONE DEI DATI DI
BIOMONITORAGGIO MEDIANTE LICHENI EPIFITI OTTENUTI
DALL'APPLICAZIONE DEL PROTOCOLLO ANPA?**

Giorgio BRUNIALTI¹, Emanuele VALLONE¹, Noemi PAIANO¹, Luisa FRATI¹, Marco CALDERISI¹, Simona MACCHERINI¹, Duccio ROCCHINI¹, Giovanni BACARO¹, Marco FERRETTI¹, Deborah ISOCRONO²

¹ TerraData environmetrics, Spin off accademico dell'Università degli Studi di Siena, Dipartimento di Scienze Ambientali "G.Sarfatti", Via P.A. Mattioli 4, 53100 Siena; ²

Dipartimento di Colture Arboree, Università degli Studi di Torino,
Via Leonardo da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO)

I protocolli ANPA sono divenuti il riferimento standard per l'uso dei licheni epifiti come bioindicatori e bioaccumulatori nel monitoraggio dell'impatto di sorgenti di sostanze inquinanti aerodiffuse, come centrali termoelettiche e inceneritori. Il protocollo sperimentale fornisce valide indicazioni relative all'allestimento delle reti e al rilevamento della biodiversità, ma è meno dettagliato in merito ai metodi da utilizzare nell'elaborazione dei dati ottenuti dalle campagne di monitoraggio, soprattutto per quanto concerne il confronto spaziale e temporale dei risultati. Questo lavoro riporta alcuni approcci metodologici, testati nel corso di un progetto di biomonitoraggio triennale in attuazione presso la Centrale termoelettrica Edipower di Turbigio, che potrebbero essere utilizzati, soprattutto nell'ambito di studi nel lungo periodo. A questo fine, i dati relativi alla prima campagna di monitoraggio sono stati elaborati seguendo un protocollo che considera varie possibilità, come l'analisi degli outlier, la statistica inferenziale e l'analisi multivariata non parametrica. Le stime per la popolazione così ottenute, sono state importate in ambiente GIS per ricavare una spazializzazione dell'informazione relativa all'alterazione delle comunità licheniche e delle concentrazioni di metalli in traccia. Il presente lavoro si pone come una proposta metodologica per un eventuale processo di revisione dei protocolli ANPA nell'ottica di considerare in modo adeguato la standardizzazione anche della fase basilare di elaborazione dei dati.

IL RUOLO DEI LICHENI NELL'ALTERAZIONE DELLE GRANODIORITI DELL'ALTOPIANO DELLA SILA (CALABRIA)

Fabio SCARCIGLIA¹, Natalina SAPORITO¹, Maria MACCHIONE¹, Mauro LA RUSSA²,
Emilia LE PERA¹, Salvatore CRITELLI¹, Gino Mirocle CRISCI¹

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, Università della Calabria, Via P. Bucci Cubo 15B,
87036 Arcavacata di Rende (CS); ² Dipartimento di Scienze Geologiche, Università degli
Studi di Catania, C.so Italia 55, 95129 Catania

Questo lavoro si inserisce nell'ambito di uno studio più ampio volto a caratterizzare con un approccio multidisciplinare i processi di alterazione che interessano le rocce granitoidi dell'altopiano della Sila (Calabria). In particolare, esso è mirato all'esame del ruolo svolto dai licheni nei processi di alterazione di massi sferoidali di composizione granodioritica diffusi su antiche superfici di spianamento. Essi derivano da processi di alterazione chimica avvenuti in profondità con sviluppo di pattern sferoidale e successiva esumazione per erosione alla superficie topografica, dove subiscono ulteriore degradazione fisica (per termoclastismo e crioclastismo) e chimica, anche per l'attività biologica dei licheni. È stata studiata in dettaglio l'interfaccia roccia-lichene, indagando l'interazione delle diverse specie con il substrato. Sono stati prelevati diversi campioni di roccia interessati dall'adesione superficiale delle seguenti specie di licheni: *Aspicilia* sp., *Lecanora muralis*, *Neofuscelia pulla*, *Rhizocarpon geographicum*, *Tephromela atra*. Dai campioni roccia-lichene sono state ottenute sezioni sottili, previo trattamento con gluteraldeide ed impregnazione con resina epossidica, per le analisi al microscopio ottico e al SEM-EDS. È stato compiuto uno studio mineralogico-petrografico e un'analisi delle caratteristiche morfologiche evidenziate all'interfaccia roccia-lichene per le singole specie, confermate anche dall'analisi al SEM di singoli frammenti di roccia con lichene. Sono stati identificati sistemi di fratture sub-parallele tra loro e alla superficie esterna del substrato ed intruse dalle ife di alcune specie di licheni. Altre specie hanno mostrato un'azione di progressiva disgregazione e incorporazione di frammenti di roccia o minerali all'interno del tallo lichenico. Infine è stata effettuata un'analisi in spettrometria FTIR per la determinazione dei prodotti di neogenesi, consentendo di identificare minerali argillosi e ossalati.

**ANALISI DELLA RISPOSTA ALLO STRESS DA CADMIO IN *PHYSICIA
ADSCENDENS*: UN APPROCCIO PROTEOMICO**

Chiara RUSTICHELLI¹, Giovanna VISIOLI¹, Daria KOSTECKA², Emanuela VURRO²,
Nelson MARMIROLI¹, Luigi SANITÀ DI TOPPI²

¹ Sezione di Genetica e Biotecnologie Ambientali, Dipartimento di Scienze Ambientali,
Università degli Studi di Parma, 43100 Parma; ² Sezione di Biologia Vegetale,
Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale, Università degli Studi di Parma,
Parco Area delle Scienze 11/A, 43100 Parma

Con il presente lavoro si è valutato l'approccio proteomico nello studio della risposta allo stress da cadmio in *Physcia adscendens* (Fr.) H.Olivier. I talli sono stati trattati con cadmio 36 µM per 6, 18, 24 e 48 ore, quindi utilizzati per l'estrazione della componente proteica solubile totale. Le analisi mediante elettroforesi bidimensionale associate alla spettrometria di massa (MALDI-TOF/MS) hanno permesso di valutare l'espressione delle proteine nei vari tempi di trattamento. Il confronto tra le diverse mappe bidimensionali ottenute ha evidenziato che solo l'80-85% delle proteine è presente in tutti e quattro i tempi di trattamento. L'identificazione di alcuni spot proteici che mostravano un'espressione differenziale attraverso il "fingerprinting" di peptidi digeriti con tripsina in MALDI-TOF/MS ha fatto rilevare che alcune proteine - tra cui "heat shock protein cognates" ad alto peso molecolare, glutazione S-transferasi e citocromo P-450 - aumentano la loro espressione già dopo 6 ore di trattamento con cadmio, mantenendo alti livelli di espressione anche con il trattamento per 18 ore. Al contrario, a seguito di esposizione al cadmio per 24 e 48 ore, si è avuta induzione di altre proteine, tra le quali alcuni trasportatori vacuolari (di tipo ABC), possibilmente implicati nel sequestro e nella compartimentazione di xenobiotici e glutazione-coniugati. Pertanto, la risposta allo stress da cadmio in *P. adscendens* non è soltanto basata sulla induzione di fitochelatine, ma anche sulla espressione differenziale di diverse famiglie proteiche.

COLORANTI DAI LICHENI: PROCEDURE DI PREPARAZIONE E NOTE STORICHE

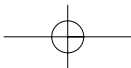
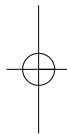
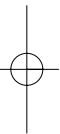
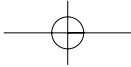
Paolo MODENESI, Barbara SATURNO, Guido RIZZI

DIP.TE.RIS, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Sede di Botanica, Università degli Studi di Genova, Corso Dogali 1/M, 16136 Genova

La presenza di metaboliti secondari giustifica l'uso tradizionale dei licheni nella preparazione di farmaci, profumi e coloranti. I primi hanno ancora interesse scientifico ed economico. La preparazione di sostanze coloranti è, invece, obsoleta o ha solo un interesse di nicchia, e i relativi protocolli sono incompleti e datati. I coloranti sono impiegati da millenni nelle arti decorative, nella tintura delle stoffe, della pelle, della pietra e nella cosmesi, ma spesso i materiali e le tecniche sono ignoti. Dalle sostanze licheniche possono derivare due tipi di coloranti, distinti per le modalità di impiego nell'industria tessile: indipendenti (o diretti) e coloranti al tino. Questi ultimi derivano da sostanze insolubili in acqua, che in condizioni riducenti e alcaline sono convertiti nella forme leuco, solubili. Queste per ossidazione danno pigmenti insolubili. I coloranti indipendenti si ottengono invece per semplice bollitura dei talli in acqua e danno colori gialli, marroni e verdi. Quelli al tino si ottengono per immersione dei talli in una soluzione acquosa di ammoniaca. Durante la macerazione i depsidi e i depsidoni sono idrolizzati ad acido orsellico che per decarbossilazione forma orcinolo. Questo reagisce, attraverso reazioni di condensazione, incorporando azoto dall'ammoniaca per dare una miscela di fenoxazoni che collettivamente sono chiamati orceina. In dipendenza della specie usata e del tipo di fenoxazoni che si producono si ottengono diversi colori brillanti ed intensi. Sono state verificate le capacità tintorie di 30 specie di licheni su lana grezza con entrambi i metodi. I campioni di lana tinta ottenuti costituiscono una documentazione dei prodotti che possono derivare dalle sostanze licheniche di diverse specie e che possono essere confrontati con antichi manufatti colorati per il riconoscimento del materiale e delle antiche tecniche di manifattura.



Sessione Poster



**VARIAZIONE INTRATALLINA DELL'EMISSIONE DI FLUORESCENZA DELLA
CLOROFILLA A IN *FLAVOPARMELIA CAPERATA* (L.) HALE**

Laurence BARUFFO, Massimo PICCOTTO, Mauro TRETIAH
*Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Trieste,
Via Giorgieri 10, 34127 Trieste*

La comprensione dei meccanismi dell'emissione della fluorescenza della clorofilla *a* (CaF) e dei fattori che la influenzano, è un obiettivo di grande interesse anche nel campo applicativo del biomonitoraggio ambientale. È infatti importante poter discriminare selettivamente le variazioni indotte da inquinanti aerodiffusi rispetto a quelle indotte da fattori ambientali ed endogeni, che possono condizionare fortemente i risultati. Questo lavoro ha l'obiettivo di migliorare un protocollo sperimentale recentemente proposto dagli autori, evidenziando come l'emissione di CaF possa variare significativamente a seconda della posizione sul tallo lichenico (marginale o centrale) del punto in cui vengono condotte le misure. Lo studio è stato condotto su un lichene a lobi larghi frequentemente usato in studi di biomonitoraggio ambientale, *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale. Misure di CaF sono state effettuate sia in campo che in laboratorio, in condizioni rigidamente controllate, minimizzando possibili alterazioni dei parametri dovute a variazioni di temperatura, adattamento a diversi regimi luminosi e stato di idratazione dei talli. Sono state evidenziate significative variazioni intratalline a carico dei parametri F_0 e F_m , riconducibili alle differenze di concentrazione di clorofilla *a* già note in letteratura. Di particolare interesse sono le differenze riscontrate a carico del parametro F_v/F_m , che indica una maggiore efficienza fotochimica primaria nelle parti marginali, e Φ_{PSII} , che suggerisce una minor capacità di assimilazione di CO_2 nelle porzioni più vecchie del tallo, confermando quanto noto da studi sugli scambi gassosi. Questi dati lasciano supporre che la problematicità dei risultati di precedenti lavori di biomonitoraggio basati sulla CaF sia legata all'influenza della variabilità intratallina. Vengono infine proposte alcune riflessioni sull'importanza dell'analisi dei parametri legati alla dissipazione dell'energia sotto forma di calore.

LA FLUORESCENZA CLOROFILLIANA PER LA CONSERVAZIONE DEI BENI CULTURALI: COME VALUTARE EFFICACEMENTE GLI EFFETTI DI DIVERSI BIOCIDI SU LICHENI ENDOLITICI

Stefano BERTUZZI¹, Laurence BARUFFO¹, Paola CRISAFULLI¹,
Ornella SALVADORI², Mauro TRETACH¹

¹ Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Trieste, Via L. Giorgieri 10, 34127 Trieste; ² Laboratorio Scientifico, Soprintendenza Speciale per il Polo Museale Veneziano, Cannaregio 3553, 30131 Venezia

E' stata valutata l'applicabilità di tecniche fluorimetriche nel campo della conservazione dei beni culturali mediante lo studio dell'efficacia di tre biocidi (Benzalconio cloruro, Koretrel, Rocima 110) su due licheni endolitici (*Acrocordia conoidea* e *Verrucaria marmorea*) del Carso triestino. La vitalità di campioni trattati e non trattati è stata stimata mediante: (a) osservazioni in epifluorescenza su sezioni lucide (microscopio Leiz Orthoplan); (b) misure di fluorescenza clorofilliana (parametro F_v/F_m , Yield massimo) (Photosynthesis Yield Analyzer Mini-PAM). Le misure sono state effettuate prima dell'applicazione dei biocidi e dopo 1, 2, 4, 8 e 16 giorni su campioni mantenuti in condizioni controllate a un regime luminoso compatibile con l'ecologia delle specie. Le osservazioni in epifluorescenza mostrano che *A. conoidea* è meno sensibile ai biocidi di *V. marmorea*, in quanto dopo 8 giorni dall'applicazione dei prodotti i suoi campioni hanno presentato una fluorescenza residua. Inoltre i tre biocidi sembrano avere, a parità di quantità utilizzata, una efficacia molto simile. Le misurazioni di F_v/F_m hanno invece permesso di discriminare i tre biocidi in base ai loro effetti: il Koretrel, già dopo un giorno dall'applicazione, ha portato a un azzeramento di F_v/F_m in entrambe le specie; il Benzalconio cloruro ha agito efficacemente su *V. marmorea*, ma molto meno su *A. conoidea*; il Rocima 110 ha portato a una lenta, costante diminuzione di F_v/F_m , tale da far ritenere che dopo 8 giorni gli organismi fossero morti. I dati sperimentali dimostrano che le osservazioni in epifluorescenza non sono precise ed efficaci quanto le misure di fluorescenza clorofilliana. Quest'ultima tecnica può quindi essere considerata uno strumento prezioso per la stima della vitalità non solo dei licheni endolitici, ma anche di altri microrganismi fotoautotrofi, e pertanto il suo uso nel campo della conservazione dovrebbe essere implementato perché potrebbe permettere una ottimizzazione dei protocolli di trattamento con biocidi.

**MODULAZIONE DELLA SOLUBILITÀ DI MINERALI ASBESTIFORMI DA PARTE DI
FATTORI DI DETERIORAMENTO BIOLOGICI E ABIOLGICI**

Sergio Enrico FAVERO-LONGO^{1,4}, Francesco TURCI^{2,4}, Bice FUBINI^{2,4}, Roberto
COMPAGNONI^{3,4}, Rosanna PIERVITTORI^{1,4}

¹ Dipartimento di Biologia Vegetale e CEBIOVEM, Università degli Studi di Torino, Viale
Mattioli 25, 10125 Torino; ² Dipartimento di Chimica IFM, Università degli Studi di Torino,
Via Giuria 7, 10125 Torino; ³ Dipartimento di Scienze Mineralogiche e Petrologiche,
Università degli Studi di Torino, Via Valperga Caluso 35, 10125 Torino; ⁴ Centro
Interdipartimentale Scansetti per lo Studio degli Amianti e di Altri Particolati Nocivi,
Università degli Studi di Torino, Via Giuria 7, 10125 Torino

L'acido ossalico (AO) secreto dai micobionti è ritenuto il principale composto responsabile dell'azione deterioгена operata da numerose specie licheniche a spese delle rocce. Per la duplice azione chelante e acidificante, tale metabolita primario è infatti responsabile dell'estrazione di ioni dai minerali, alimentando processi di dissoluzione che possono estendersi dalla superficie in profondità (bulk). Nonostante la rilevanza dell'azione biologica, il degrado dei substrati litici è sempre influenzato anche da fattori abiotici, in primis temperatura e umidità. Quanto il singolo contributo e l'interazione dei diversi fattori ambientali influenzi le modalità di degrado dei minerali rappresenta, tuttavia, un argomento poco indagato. Nella presente ricerca, gli effetti di 500 cicli in camera climatica (gelo-disgelo da -12 a 50°C; secco-umido da 0 a 80% UR) nel modificare la solubilità in H₂O di tre minerali asbestiformi del Piemonte (crisotilo, tremolite, balangeroite) sono stati esaminati per fibre non trattate (controllo) e preventivamente trattate con AO. Le fibre incubate 35 giorni in AO 0,5 mM risultano modificate nel chimismo in misura confrontabile a fibre analoghe rinvenute in campo all'interfaccia licheni-substrati asbestiferi. L'azione dell'AO modifica le modalità di dissoluzione in H₂O di crisotilo e balangeroite. Analisi con ICP-AES hanno indicato che il crisotilo trattato rilascia meno magnesio (già rimosso dall'AO), ma maggiori quantità di silice. La balangeroite trattata evidenzia una maggiore tendenza al collasso della struttura silicatica. La scarsa dissoluzione della tremolite non è, invece, influenzata dal trattamento biodeteriogeno. Come tali variazioni influenzino la reattività superficiale delle fibre rappresenta un punto di interesse per la determinazione della loro tossicità.

ANALISI DELLA "PERFORMANCE" FOTOSINTETICA NEL LICHENE *PARMOTREMA PERLATUM* (HUDS.) M.CHOISY IN RELAZIONE A VARIAZIONI MACROCLIMATICHE

Paola MALASPINA, Sara TIXI, Paolo GIORDANI, Paolo MODENESI

DIP.TE.RIS., Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Sede di Botanica, Università degli Studi di Genova, Corso Dogali 1/M, 16136 Genova

Il presente studio si colloca all'interno di un progetto di ricerca nazionale volto ad indagare la risposta dei licheni a cambiamenti climatici a lungo termine. L'obiettivo è stato quello di verificare se alle differenze di abbondanza e di distribuzione di *Parmotrema perlatum* lungo gradienti macro- e micro-climatici corrispondesse una diversa capacità di adattamento fisiologico. Per verificare questa ipotesi è stata indagata l'alterazione di emissione di fluorescenza clorofilliana indotta da diversi agenti ambientali quali temperatura, umidità relativa e radiazione solare. I campioni sono stati prelevati da un'area sub-mediterraneo umida dell'Appennino Ligure e trapiantati, in parte nel loro sito di origine e in parte in una regione della Sardegna occidentale, caratterizzata da clima mediterraneo secco. Nel sito sardo i talli sono stati trapiantati sia in un'area a vegetazione rada sia in un'area boschiva adiacente. In questo modo si è potuto valutare le differenze dei parametri fluorimetrici correlate sia al macroclima sia al microclima. I risultati mostrano che l'analisi della fluorescenza clorofilliana può essere impiegata per studiare la "performance" fotosintetica di organismi fotoautotrofi in relazione al loro habitat naturale. Il parametro F_v/F_m diminuisce significativamente in funzione di un gradiente crescente di stress idrico, termico e luminoso. Si è osservato inoltre che condizioni microclimatiche simili tra il sito di origine e il bosco sardo sopperiscono a condizioni macroclimatiche differenti. In conclusione è possibile affermare che la relativa rapidità della risposta fotosintetica di *Parmotrema perlatum* alle variazioni climatiche è in accordo con le caratteristiche ecologiche e di distribuzione, confermando il suo potenziale utilizzo come indicatrice di cambiamenti climatici a lungo termine.

**EFFETTI DELL'ECCESSO DI AZOTO SU ALCUNI PARAMETRI ECOFISIOLOGICI DEL
LICHENE *EVERNIA PRUNASTRI* (L.) ACH.**

Silvana MUNZI¹, Stergios Arg. PIRINTSOS², Kiriakos KOTZABASIS², Stefano LOPPI¹

¹ Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università degli Studi di Siena, Via P.A. Mattioli 4, 53100 Siena; ² Dipartimento di Biologia, Università di Creta, P.O. Box 2208, 71409 Heraklion, Grecia

Nel presente lavoro sono stati indagati gli effetti dell'eccesso di azoto sull'integrità delle membrane cellulari e sull'efficienza fotosintetica della specie lichenica epifita *Evernia prunastri* (L.) Ach., per un loro possibile utilizzo come indicatori precoci di stress da composti azotati. Talli di *E. prunastri* sono stati incubati, a temperatura ambiente, con soluzioni acquose di KNO₃ (0.05, 0.1, 0.5 e 1 M), NH₄NO₃ (0.05, 0.1, 0.5 e 1 M) e (NH₄)₂SO₄ (0.025, 0.05, 0.25 e 0.5 M). I valori di fluorescenza e di conducibilità sono stati misurati subito dopo il trattamento e a distanza di 24, 48 e 96 ore, per individuare eventuali cinetiche nell'attività dei composti utilizzati. A parità di concentrazione è stato osservato un effetto inibitorio marcato sull'efficienza fotosintetica del NH₄NO₃ e del (NH₄)₂SO₄, mentre il KNO₃ non sembra causare alcun danno al sistema fotosintetico. La conducibilità elettrica, utilizzata come indicatrice di danneggiamento delle membrane cellulari, ha mostrato una buona correlazione con la concentrazione di tutte le sostanze azotate in soluzione e con la quantità di K⁺ rilasciata dai talli dopo l'incubazione.

**CONFRONTO FRA DUE PROTOCOLLI SPERIMENTALI PER L'ANALISI
DELL'INTEGRITÀ DELLE MEMBRANE CELLULARI
NEL LICHENE *EVERNIA PRUNASTRI***

Valentina NICOLARDI, Stefano LOPPI, Carlo GAGGI

*Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università degli Studi di Siena
Via P.A. Mattioli 4, 53100 Siena*

Sono stati messi a confronto due protocolli analitici per la stima e la quantificazione dell'integrità delle membrane cellulari in campioni di *Evernia prunastri* trapiantati in un'area soggetta a contaminazione di H₂S. Come è noto, uno dei test più utilizzati per stimare l'integrità delle membrane cellulari è la misura della conducibilità elettrica dei soluti ottenuti dopo l'immersione di talli lichenici in acqua bidistillata. La membrana plasmatica dei licheni è un importante sito di interazione chimico-fisica con elementi e composti tossici. Nel caso di alcuni contaminanti, l'interazione è anche di carattere chimico-fisiologico, in quanto essi fungono da potenti catalizzatori della perossidazione dei lipidi di membrana. La perossidazione lipidica, dunque, è il meccanismo di danno cellulare, presente sia nelle cellule vegetali che animali, usato come indicatore di stress ossidativo. I lipidi perossidati sono instabili e si decompongono per formare una serie complessa di composti che comprendono composti reattivi carbonilici. La perossidazione degli acidi grassi polinsaturi genera malondialdeide (MDA) e quattro idrossialchenali su decomposizione. Misure della MDA sono utilizzate come indicatori di perossidazione lipidica. Dall'analisi dei risultati ottenuti, sugli stessi campioni, si è potuto concludere che le due tecniche sono perfettamente correlabili, tuttavia si ritiene la prima migliore non per la qualità analitica (e.g. sensibilità, precisione ed accuratezza), ma per la facilità operativa, tempo di esecuzione e basso costo.

STRUTTURA DI *EVERNIA PRUNASTRI* E CAPACITÀ DI BIOCONCENTRAZIONE DI Hg⁰ IN FASE DI VAPORE

Valentina NICOLARDI, Giovanni EVENGELISTI, Stefano LOPPI, Carlo GAGGI
Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università degli Studi di Siena
Via P.A. Mattioli 4, 53100 Siena

Nel presente lavoro si è voluto dare un contributo alla comprensione dei meccanismi di accumulo di Hg⁰ nei talli di *Evernia prunastri* e mettere in evidenza la correlazione fra la concentrazione in aria di questo metallo e la capacità di accumulo delle diverse parti del tallo. A questo scopo è stata utilizzata una serra sperimentale di circa 2 m³ all'interno della quale possono essere regolate e mantenute costanti temperatura, umidità, illuminazione e concentrazione di Hg⁰ come vapore. Nella serra sono stati posizionati talli di *E. prunastri* prelevati da un'area priva di sorgenti di contaminazione e dove i valori di Hg⁰ sono considerati di fondo. La concentrazione costante di Hg⁰ in aria è stata di 2 ng/L (%C.V.=1,8). Dagli esperimenti condotti sui campioni lichenici esposti in serra, si è potuto constatare come le concentrazioni di mercurio, nelle differenti parti del tallo lichenico, siano significativamente diverse; ovvero, si osserva una capacità di accumulo crescente dalla parte basale a quella apicale. Per comprendere meglio tale comportamento sono state eseguite sulle diverse parti del tallo lichenico analisi spettrografiche e indagini microscopiche (microscopia ottica ed elettronica a scansione) le quali hanno rilevato la presenza di ossalati di calcio (whewellite) in percentuale minore spostandosi dalla parte basale alla parte apicale. Dai dati ottenuti, si è potuto stabilire che la diversa capacità di accumulo è dovuta sia ad una differente efficienza metabolica, maggiore nella parte apicale e più bassa nella parete basale, sia ad un effetto di diluizione dato dalla maggiore massa "inerte".

ANALISI DELLE EMISSIONI DI FLUORESCENZA CLOROFILLIANA NEI LICHENI MEDIANTE APPLICAZIONE DEL JIP-TEST

Luca PAOLI¹, Dario BONCIANI¹, Tommaso PISANI¹, Eleni NAVAKOUDI², Kiriakos
KOTZABASIS², Stergios Arg. PIRINTSOS², Stefano LOPPI¹

¹ Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università degli Studi di Siena, Via P.A.
Mattioli 4, 53100 Siena; ² Dipartimento di Biologia, Università di Creta, P.O. Box 2208,
71409 Heraklion, Grecia

L'analisi dell'emissione di fluorescenza clorofilliana fornisce informazioni sulle capacità fotosintetiche e sulla vitalità del materiale vegetale analizzato, rappresentando un utile strumento di "screening" per applicazioni sia di carattere ecologico sia economico. In aggiunta agli estremi dell'emissione di fluorescenza (F_0 e F_m), la diffusione dei moderni fluorimetri ad alta risoluzione (nell'ordine di 10 μ s) ha reso possibile investigare i punti intermedi tra F_0 e F_m , il cui andamento in funzione del tempo descrive la curva di emissione di fluorescenza clorofilliana. Lo studio di tale curva costituisce la base del JIP-test che fornisce rapidamente dati supplementari su struttura, conformazione, flussi energetici e funzionamento dell'apparato fotosintetico del materiale misurato, in quanto l'andamento della curva di emissione di fluorescenza è influenzato dall'ambiente chimico-fisico in cui il campione è stato esposto (intensità luminosa, temperatura, umidità, concentrazione di inquinanti, etc.). Nel corso del 2005, campioni di varie specie licheniche aventi *Trebouxia* come fotobionte sono stati esposti in Toscana meridionale per periodi da tre a dodici mesi in habitat caratterizzati da piena esposizione alla radiazione solare fino a condizioni di ombreggiamento in bosco di querce decidue. L'analisi delle emissioni di fluorescenza ha mostrato che l'efficienza fotosintetica del PSII calcolata a partire dagli estremi della curva e i parametri del JIP-test (in particolare i flussi energetici attraverso il PSII) sono risultati sensibili alle variazioni microclimatiche indotte attraverso il trapianto. Alte "performance" fotosintetiche sono state registrate prevalentemente in condizione di ombreggiamento, in funzione dell'umidità atmosferica, della capacità di ritenzione idrica da parte dei talli lichenici e in funzione di variazioni specie-specifiche.

**RISPOSTE ECOFISIOLOGICHE DI SPECIE LICHENICHE A CAMBIAMENTI
MESOCLIMATICI: ESPERIMENTI IN CAMPO E SIMULAZIONI
IN ATMOSFERA CONTROLLATA**

Sara TIXI, Paola MALASPINA, Paolo GIORDANI, Paolo MODENESI
*DIP.TE.RIS, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Sede di
Botanica, Università degli Studi di Genova, Corso Dogali 1/M, 16136 Genova*

Il riscaldamento globale e l'errato utilizzo dei suoli stanno accelerando i processi di desertificazione: questo fenomeno, diffuso su scala mondiale, colpisce anche la regione Mediterranea, soprattutto Grecia, Portogallo e Spagna meridionale, a causa delle attività agropastorali intensive. La Sardegna è la regione italiana a maggiore rischio di desertificazione: per indagare la criticità del fenomeno, è stato condotto uno studio in campo usando trapianti del lichene *Evernia prunastri*, esposti per 4 mesi durante la stagione estiva-autunnale in 15 stazioni, caratterizzate da un diverso uso del suolo e diverse classi di sensibilità alla desertificazione (ESA). Su di essi sono state poi condotte analisi fisiologiche per valutare la degradazione delle membrane, misurando la conducibilità elettrica e l'efficienza fotosintetica attraverso il rapporto F_v/F_m e PI. I parametri fluorimetrici sono risultati validi indicatori dell'efficienza fotosintetica dei trapianti, diversamente correlati alle variabili analizzate (umidità relativa, temperatura, indice di copertura fogliare LAI, tipologia di uso del suolo, ESA, Heat Index). La conducibilità elettrica invece risulta essere debolmente correlabile solo con l'Heat Index. È stato successivamente condotto un esperimento in atmosfera controllata per studiare le variazioni a breve termine di F_v/F_m nei confronti di diversi valori di umidità, temperatura ed intensità luminosa. Oltre ad *E. prunastri*, sono state testate altre tre specie, caratterizzate da differenti esigenze ecologiche (*Parmotrema perlatum*, *P. reticulatum*, *Xanthoparmelia tinctoria*). Questo esperimento ha dimostrato come l'efficienza fotosintetica risponda rapidamente al cambiamento dei parametri, variando già dopo due giorni di esposizione. È emerso inoltre che le migliori condizioni climatiche per questo indice corrispondono a bassi valori di temperatura ed intensità luminosa e valori medi di umidità relativa.

**EFFETTI DI ELEVATE CONCENTRAZIONI DI CO₂ E NH₄ SULLE
CONCENTRAZIONI DI ALCUNI ELEMENTI IN TRACCIA IN TALLI DI *EVERNIA
PRUNASTRI***

Emanuela VURRO¹, Simone SOSSI¹, Marilena BRUNO¹, Luigi SANITÀ DI TOPPI¹,
Tommaso PISANI², Silvana MUNZI², Carlo GAGGI², Stefano LOPPI²

¹ *Sezione di Biologia Vegetale, Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale, Università
degli Studi di Parma, Parco Area delle Scienze 11/A, 43100 Parma;*

² *Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università degli Studi di Siena,
Via P.A. Mattioli 4, 53100 Siena*

Il presente lavoro è stato intrapreso per verificare l'ipotesi che elevate concentrazioni atmosferiche di CO₂ e composti azotati possano stimolare la crescita dei talli lichenici, e quindi la produzione di biomassa, determinando un "effetto diluizione" sull'accumulo degli elementi in traccia. A tale scopo, talli di *Evernia prunastri* sono stati trattati con soluzioni di platino, palladio, cadmio, rame e zinco, singolarmente o in combinazione, sia in condizioni ambiente che di elevate concentrazioni di CO₂ (600 µg/L), NH₄⁺ (irrigazioni periodiche) o entrambi (CO₂ + NH₄⁺). Gli esperimenti si sono protratti per due mesi e ogni dieci giorni sono stati prelevati campioni per le analisi degli elementi considerati. Gli effetti dei vari trattamenti sono stati valutati misurando le concentrazioni di glutazione, fitochelatine e malondialdeide, le attività di enzimi antiossidanti quali guaiacolo perossidasi, catalasi, superossido dismutasi e glutazione reduttasi, l'integrità delle membrane cellulari e l'efficienza fotosintetica.

**PROGETTO DI MONITORAGGIO BIOLOGICO DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI
NEL "COMPENSORIO TERRITORIALE DELL'AREA A RISCHIO DI CRISI
AMBIENTALE DI PACE DEL MELA" MEDIANTE L'UTILIZZO DI LICHENI**

Giuseppe ALONZO¹, Gioacchino GENCHI², Giandomenico NARDONE³, Domenico OTTONELLO³, Massimo PAPPALARDO²

¹ Dipartimento Ingegnerie e Tecnologie Agro-Forestali, Palermo; ² Assessorato Regionale per il Territorio e l'Ambiente, Servizio 3 U.O.S., Regione Sicilia; ³ Dipartimento di Scienze Botaniche, Università degli Studi di Palermo, Via Archirafi 38, 90123 Palermo

L'area industriale di Milazzo (ME) è dichiarata dal 2002 "Area ad elevato rischio di crisi ambientale del comprensorio del Mela". Le pesanti problematiche ambientali sono riconducibili all'imponente attività industriale presente. Con lo scopo di conoscere e valutare l'entità della pressione che questa esercita sul territorio, nel 2005/06 è stata effettuata un'indagine di biomonitoraggio mediante l'utilizzo di licheni come bioaccumulatori. E' stata installata una rete, composta di 54 stazioni di campionamento passive, a passo variabile: 1.5x1.5 km in prossimità dell'area industriale, 3x3 km in aree più distanti dalle sorgenti puntiformi d'inquinamento individuate. Al fine di settare alcuni valori di background per l'interpretazione e il confronto dei risultati finali, la rete è stata corredata di 6 stazioni di controllo site in aree di tutela individuate in zone esterne al territorio monitorato. Dalle informazioni ottenute in questo primo ciclo di studi è emerso che la qualità dell'aria mostra particolari condizioni di disturbo. Il territorio risulta contaminato da inquinanti legati alle attività industriali, mentre, per gli elementi di natura terrigena si sono registrati valori prossimo-naturali. Lo sviluppo di un modello digitale del terreno e la sovrapposizione a questo dell'analisi spaziale condotta per tutti gli elementi chimici, ha evidenziato una forte azione della geomorfologia sulla dispersione degli inquinanti. Infatti, la conformazione a conca del territorio concentra i fenomeni di ricaduta in un'area ristretta compresa tra la zona costiera e un massimo di 3-4 km verso l'entroterra, in corrispondenza delle aree collinari più prossime alla costa. Un modello diffusionale gaussiano compilato a posteriori ha confermato l'azione schermante dei rilievi collinari sulla dispersione atmosferica.

**BIODIVERSITÀ LICHENICA NEI DINTORNI DI UNA CENTRALE
TERMoeLETRICA IN PROVINCIA DI VERCELLI (PIEMONTE)**

Maura BRUSONI, Daniela CHIAPPETTA, Alessandra PITILLO, Vanda TERZO,
Mariagrazia VALCUVIA PASSADORE
*Dipartimento di Ecologia del Territorio, Università degli Studi di Pavia,
Via S. Epifanio 14, 27100 Pavia*

E' stato effettuato uno studio mediante licheni epifiti per valutare la qualità dell'aria nei pressi della centrale termoelettrica Galileo Ferraris del comune di Trino, piccolo centro della bassa pianura vercellese circondato da risaie. L'impianto è situato in località Leri Cavour in prossimità della strada provinciale che collega Vercelli a Crescentino e occupa un'area di circa 23 ettari. Per garantire il rispetto delle normative vigenti l'Enel ha installato, in un raggio di circa 12 km dall'impianto, quattro centraline automatiche per misurare le emissioni che fuoriescono da due camini alti 100 m e che derivano dal processo di combustione che avviene nei turbogas: le emissioni sono costituite soprattutto da NO_x e CO_x, mentre molto ridotte sono quelle di SO₂ e di polveri. E' stato utilizzato il protocollo ANPA 2001 per il calcolo dell'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL) eseguendo campionamenti su alberi di tiglio presenti in 23 stazioni per un totale di 276 rilievi. Sono stati censiti 25 *taxa* lichenici, in prevalenza fogliosi e con gravitazione centro-meridionale in Europa. Tra quelli rinvenuti una sola volta si cita *Agonimia opuntiella* (Poelt & Buschardt) V zda, non ancora segnalato per il Piemonte. I valori di biodiversità lichenica delle stazioni, compresi tra 2 e 57, hanno rivelato una prevalente situazione di moderato inquinamento. Non sono emerse correlazioni evidenti tra valori di IBL e distanza dalla centrale, mentre sono stati evidenziati una moderata influenza di gas fitotossici ed evidenti fenomeni di basificazione ed eutrofizzazione secondaria dei substrati arborei dovute all'immissione in atmosfera dei fertilizzanti usati nelle pratiche agricole. La situazione merita di essere approfondita, ripetendo le osservazioni e, eventualmente, integrando gli studi con l'impiego di altri bioindicatori.

**BIOMONITORAGGIO NELLE VILLE STORICHE CON I LICHENI EPIFITI:
VILLA BORGHESE (ROMA)**

Stefania CAPORALE¹, Valerio GENOVESI¹, Mariada MUCIACCIA², Simona CIRIACI²

¹ *Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma;* ² *Liceo Ginnasio T. Mamiani, Viale Delle Milizie 30, 00192 Roma*

Nel periodo novembre 2006-marzo 2007 insieme alle classi VL e VG del Liceo T. Mamiani di Roma è stato realizzato il progetto didattico/scientifico *Valutazione dell'inquinamento atmosferico del parco romano di Villa Borghese con l'applicazione dell'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL)*. L'approccio utilizzato per lo studio dell'area del parco (80 ha), basato su un reticolo di 200x200 m, è lo stesso utilizzato già lo scorso anno per il parco di Villa Doria Pamphili. Sono state rilevate in totale 24 UCP, utilizzando come forofiti esclusivamente alberi di leccio (*Quercus ilex* L.) molto comuni all'interno della Villa. I valori di IBL, compresi tra 1 e 86, sono stati utilizzati per la realizzazione di una mappa di naturalità/alterazione che ha evidenziato condizioni di maggiore alterazione nella parte N e NW della Villa, in corrispondenza delle zone caratterizzate da una più accentuata aridità e da un più intenso traffico veicolare e che, anche a causa della loro posizione marginale, sono inserite di fatto nel contesto urbano vero e proprio. E' stata effettuata contestualmente una caratterizzazione bio-ecologica della florula rinvenuta che ha evidenziato la predominanza di specie acidofile, eliofile e xerofile, in perfetto accordo con il tipo di scorza del leccio (acida) e con i criteri di scelta previsti dal metodo (alberi isolati). La maggioranza delle specie mostra un'ampia tolleranza nei confronti dell'eutrofizzazione e risulta caratteristica di ambienti fortemente antropizzati. Nell'insieme, i risultati ottenuti sono in accordo con quanto rilevato in precedenti studi di biomonitoraggio sulla città di Roma.

**BIOMONITORAGGIO CON I LICHENI EPIFITI
IN UNA ZONA DELL' ALTO CASERTANO**

Immacolata CATALANO¹, Raffaele GAROFALO², Antonello MIGLIOZZI³, Giuseppa
Grazia APRILE³, Paolo CASORIA¹

¹ DiSAm - Dipartimento di Scienze per l'Ambiente, Università degli Studi di Napoli
'Parthenope', Via De Gasperi 5, Napoli; ² Liceo Scientifico Statale "Cuoco", Via Duomo 228,
Napoli; ³ Dipartimento di Arboricoltura, Botanica, Patologia Vegetale - Sez. Botanica,
Università degli Studi di Napoli Federico II, Via Università 100, 80055 Portici (NA)

In questo lavoro sono stati impiegati i licheni come biomonitors del territorio comprendente il complesso vulcanico del Roccamonfina, utilizzando l'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL). Lo studio è stato svolto tra gennaio e maggio 2006 seguendo le linee guida ANPA 2001. Un'indagine preliminare del territorio ha individuato in *Castanea sativa* Miller e *Quercus pubescens* Willd. le specie arboree più adatte per questo studio. Sull'area monitorata, di 84 kmq, non insistono centri abitati di grande rilievo e mancano stabilimenti industriali a significativo impatto ambientale. Di fatto i maggiori fattori di disturbo sono l'agricoltura intensiva e l'elevato traffico veicolare, soprattutto presso lo svincolo autostradale di Capua per la strada statale n. 7 Appia. Sono state selezionate 56 stazioni, monitorati 208 alberi e censiti 49 taxa lichenici. I valori dell'IBL delle stazioni sono compresi fra 3 e 103. I dati puntuali sono stati interpolati tramite la funzione Inverse Distance Weighed (ArcView Gis), che calcola, a partire dal valore di un punto, un modello continuo sulla base dei valori pesati di un gruppo di punti vicini e distribuiti entro una certa distanza. Oltre alla carta della qualità dell'aria, è stata realizzata anche una carta dell'uso del suolo, che ha permesso di correlare i diversi valori dell'IBL con l'effettivo utilizzo del territorio. Di supporto all'analisi spaziale è stata effettuata una cluster analysis. Dall'analisi spaziale, sintetizzata dalla carta della Biodiversità Lichenica, emerge che le stazioni caratterizzate da valori più bassi dell'indice coincidono con le zone di maggiore attività antropica, in particolare l'uscita autostradale di Capua e le periferie di Sparanise, Francolise e Montanaro. Allontanandosi da queste zone i valori di IBL iniziano ad aumentare fino a raggiungere i massimi livelli in corrispondenza dei boschi di latifoglie. Questo dato, che si correla al miglioramento della qualità dell'aria, è anche comprovato dalla cluster analysis.

BIOMONITORAGGIO CON I LICHENI EPIFITI NEL PARCO REGIONALE DI VEIO (LAZIO)

Letizia Maria CAVALLO, Stefania CAPORALE, Valerio GENOVESI, Sonia RAVERA
*Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Roma "La Sapienza",
Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma*

Lo studio è stato condotto nell'ambito del Master in Bioindicazione e Biomonitoraggio della Qualità dell'Aria dell'Università La Sapienza (A.A. 2005-2006), con l'obiettivo di stimare, attraverso l'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL), il grado di alterazione dalla naturalità del Parco di Veio, quarto parco per estensione del Lazio (15.000 ha). L'area si trova a N di Roma tra la Cassia e la Flaminia, in un territorio con forti valenze storico-archeologiche e naturalistico-paesaggistiche. Seguendo il protocollo APAT (2001), sono state individuate 14 UCP su una griglia di 4x4 km e selezionate 3 querce per ciascuna UCP. I valori di IBL, compresi tra 45 e 128, sono stati interpretati mediante la scala per le querce caducifoglie nella regione submediterranea tirrenica. Dai risultati emerge una prevalenza (65%) di aree con alterazione media. L'impatto antropico agisce sui popolamenti lichenici con diverse modalità: maggiormente rilevante è quello rappresentato dall'uso prevalentemente agricolo del suolo non urbanizzato. Un altro aspetto è rappresentato dal traffico veicolare, soprattutto nel settore meridionale in prossimità di Roma. Si evidenzia una generale tendenza al miglioramento lungo la direttrice S-N, sia per il progressivo allontanamento da Roma che attenua gli effetti causati dalla dispersione degli inquinanti gassosi, sia per il carattere poco degradato di questo settore del Parco, dove è ancora diffuso il bosco misto dominato da *Quercus cerris* L. e la geomorfologia accidentata non ha consentito una diffusa pratica agricola o lo sviluppo di insediamenti abitativi di rilievo. In assenza di dati pregressi, i risultati dello studio costituiscono l'unico elemento di conoscenza della qualità dell'aria nel territorio indagato e possono rappresentare un valido punto di partenza per future indagini conoscitive nonché per l'adozione di adeguate misure di monitoraggio e salvaguardia della qualità dell'aria.

**ANDAMENTO STAGIONALE DELL'ACCUMULO DI ELEMENTI IN TRACCIA IN TALLI
DI *EVERNIA PRUNASTRI* TRAPIANTATI NELL'AREA URBANA DI SIENA**

Luigi A. DI LELLA, Tommaso PISANI, Giuseppe PROTANO,
Carlo GAGGI, Stefano LOPPI

*Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università degli Studi di Siena,
Via P.A. Mattioli 4, 53100 Siena*

Talli di *Evernia prunastri*, raccolti in un'area remota della provincia di Siena, sono stati trapiantati in tre stazioni, rispettivamente ad alto e basso traffico e con assenza di traffico (Orto Botanico) nell'area urbana di Siena. I talli sono stati esposti stagionalmente per tre mesi, esponendo ogni volta nuovo materiale. Prima e dopo l'esposizione, preliminarmente alle analisi effettuate tramite ICP-MS, i talli sono stati lavati con acqua deionizzata in un bagno a ultrasuoni allo scopo di rimuovere la frazione semplicemente depositata sulla superficie tallina. Per rendere i valori direttamente confrontabili, le concentrazioni finali sono state normalizzate rispetto a quelle iniziali. In generale, indipendentemente dalla stagione, le concentrazioni normalizzate di tutti gli elementi sono risultate congrue rispetto alla tipologia della stazione, con i valori più bassi nell'orto botanico e quelli più elevati nella stazione ad alto traffico. Le concentrazioni della quasi totalità degli elementi analizzati (As, Cd, Co, Cr, Fe, Li, Mn, Ni, Pb, Sb, Sr, Ti, Zn) sono risultate positivamente correlate con l'andamento della temperatura media, mostrando i valori maggiori in estate; fanno eccezione Al e Cu: per quest'ultimo, essendo le concentrazioni indicative di una situazione di accumulo in tutte le stazioni solo in primavera, i trattamenti anticrittogamici utilizzati in agricoltura sembrerebbero la fonte stagionale principale. Interessante è anche il fatto che proprio per Al e Cu sia stato riscontrato un disaccumulo in tutte le stagioni ad eccezione della primavera. Solo le concentrazioni di Mn sono risultate negativamente correlate con le precipitazioni.

**PRODUZIONE DI POLVERI IN ATTIVITÀ PRODUTTIVE DI ESCAVAZIONE E
RELATIVI IMPATTI SULLA BIODIVERSITÀ LICHENICA**

Ulisse LANDI

ARPAT, Dipartimento di Massa Carrara, Via del Patriota 2, 54100 Massa

È stato effettuato un monitoraggio della biodiversità lichenica in cinque siti dell'alta Versilia (Lucca) caratterizzati da attività estrattive di marmo di Carrara (3 siti), e pietra del Cardoso (2 siti). Il primo è un carbonato di calcio molto puro fortemente metamorfosato, la seconda una arenaria formatasi dal disfacimento di rocce a composizione generalmente granitica e dal metamorfismo non molto profondo.

Il monitoraggio lichenico è stato eseguito posizionando un reticolo di dimensione fissa (30 x 50 cm), costituito da 10 maglie rettangolari uguali della dimensione ciascuna di 15 x 10 cm su tre alberi di castagno (*Castanea sativa* Miller) nelle stazioni di monitoraggio localizzate in modo preferenziale intorno a ciascun sito estrattivo. Sono state inoltre misurate mediante pompa aspirante (protocollo UNICHIM n 271-77) le polveri prodotte durante le varie fasi di lavorazione; i valori medi sono stati espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM).

I risultati dimostrano che il valore medio di IBL è sensibilmente più basso nelle aree in cui si lavora il marmo (IBL medio: 11, 21 e 29) rispetto a quelle dove si estrae la pietra del Cardoso (IBL medio: 39 e 37). I valori di IBL sono correlati negativamente con la quantità media di polveri misurata nelle cinque aree ($R^2=0,85$). E' ipotizzabile che ciò sia legato al maggior potere basificante delle polveri di marmo sul pH delle cortecce.

BIODIVERSITÀ LICHENICA E INCIDENZA DEI TUMORI IN ALCUNI COMUNI DEL DESTRA SECCHIA (MN)

Claudio MALAVASI¹, Anna Teresa NARDI²

¹ Liceo Scientifico "G. Galilei", Piazza Guido Rossa 36/a, 46026 Quistello (MN);

² Via Corridoni 23, 46026 Quistello (MN)

Due indagini indipendenti realizzate nello stesso territorio, l'una utilizzando i licheni come bioindicatori dell'inquinamento atmosferico e l'altra di tipo epidemiologico sull'incidenza e la mortalità dei tumori nella popolazione, confermano la correlazione fra i bassi valori di biodiversità lichenica e l'alta incidenza di neoplasie. Il territorio preso in esame è ubicato nella porzione più orientale della provincia di Mantova e pur essendo eminentemente agricolo, rappresenta una zona a elevato impatto ambientale per la presenza di industrie e di due centrali termoelettriche (Ostiglia e Sermide) ubicate a breve distanza l'una dall'altra (circa 10 km in linea d'aria). Per molti anni le centrali hanno bruciato olio combustibile, sostituito solo recentemente da gas metano. Permane tuttavia il problema delle polveri sottili (PM10 e PM2.5) con le ben note ricadute sia sull'apparato respiratorio sia su quello cardiocircolatorio. Il biomonitoraggio dei licheni è stato condotto da alcune classi del Liceo Scientifico Galileo Galilei di Ostiglia nell'ambito del progetto *Licheni in Rete* che ormai da anni coinvolge le scuole mantovane. L'indagine si è svolta nei mesi di marzo e aprile 2006 in alcuni comuni del Destra Secchia, compresi quelli sede delle due centrali, utilizzando il metodo I.B.L. La raccolta dei dati epidemiologici è stata effettuata, su base volontaria, da alcuni medici di base operanti nel Destra Secchia a partire dal 2003 ed è continuata negli anni successivi. Nel 2005 hanno collaborato 12 medici, che hanno censito oltre 14.000 abitanti rispetto ai 13 medici del 2004 che avevano censito 15.200 abitanti. Collegando i dati delle due indagini si è avuta la conferma che il Destra Secchia è un'area con un grado di inquinamento medio-elevato, che riduce la biodiversità dei licheni soprattutto nei paesi sedi delle due centrali (Sermide e Ostiglia), dove è anche maggiore l'incidenza di neoplasie.

**EVALUATION DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE DANS LA REGION DE
RABAT-SALE A TRAVERS L'UTILISATION DES LICHENS
COMME BIO INDICATEURS**

Ghizlane MAZOUZ¹, Mohammed FEKHAOUI¹, Abdellah EL ABIDI²,
Deborah ISOCRONO³, Rosanna PIERVITTORI⁴

¹ Institut Scientifique, Université Mohammed V, Avenue Ibn Battouta B.P. 703, Rabat-Agdal, Maroc; ² Institut National d'Hygiène, Avenue Ibn Battouta B.P. 769, Rabat-Agdal, Maroc; ³ Dipartimento di Coltura Arborea, Università degli Studi di Torino, Via Leonardo da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO), Italie; ⁴ Dipartimento di Biologia Vegetale e Centro di Eccellenza CEBIOVEM, Università degli Studi di Torino, Viale Mattioli 25, 10125 Torino, Italie

Le plomb est l'un des premiers produits dont a été reconnu la toxicité, même à des faibles concentrations et qu'il peut avoir plusieurs effets indésirables sur la santé. Au Maroc, aux causes communes de présence de plomb dans l'environnement, pourraient s'ajouter d'autres causes particulières comme l'utilisation considérable des additifs au plomb, l'utilisation d'outils de cuisine avec glaçure à base de galène, l'utilisation, comme en Asie, des remèdes et cosmétiques contenant du plomb. Dans le cadre d'un Accord spécifique de Coopération entre l'Université Mohammed V Agdal-Institut Scientifique de Rabat et l'Université de Turin-Département de Biologie Végétale nous avons voulu souligner l'intérêt qu'apportent les lichens comme bio détecteurs de pollution. Ici on présente les résultats d'une étude préliminaire d'une surveillance biologique. Le plomb a été dosé dans les lichens par spectrophotométrie d'absorption atomique en four à graphite. Les 9 stations étudiées ont été choisies dans les régions Rabat et Salé par rapport aux différentes sources de pollution atmosphérique. Globalement les résultats des différentes analyses réalisées sur les lichens montrent une variation spatio-temporelle importante dans un cadre de pollution atmosphérique diffuse. Les stations montrent une contamination parfois importante, en relation par les différentes sources de pollution. La teneur la plus haute (645,14 µg/g) a été enregistrée pour un endroit connu par ses activités de poterie (utilisatrice d'un élément de base de plomb). La teneur la plus faible (13,61 µg/g) a été enregistrée au site témoin (Forêt Hilton). Pour les autres points, le trafic routier semble être l'élément essentiel dans la contamination des lichens.

L'UTILIZZO DELL'IBL IN ARPAT

Marzia ONORARI, Valentina BIGAGLI, Piero CRITELLI, Leonardo LAPI,
Elisabetta MENICONI, Giulietta LUCHETTI, Monica CASOTTI, Giovanna
MARCHI, Marina PISCHEDDA, Gloria INNOCENTI, Monica PISANI, Patrizia
PAOLINELLI, Gabriele DISPERATI, Cinzia TADDEI, Elena DI CAPUA,
Tommaso BIANCHI, Veronica BEGLIOMINI, Antonio DI MARCO.

ARPAT, Via Baroni 18, 51100 Pistoia

Nell'ottica di utilizzare sempre di più i biondicatori per determinare la qualità nelle diverse matrici ambientali, ARPAT ha promosso la formazione del proprio personale nell'ambito della Lichenologia, in modo da poter utilizzare i licheni come indicatori della qualità dell'aria, attraverso l'espressione dell'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL). Il percorso formativo, che verrà descritto, è stato curato da personale specializzato dell'Università degli Studi di Siena. Dopo la formazione il personale ARPAT ha determinato l'IBL in tutte le stazioni della rete nazionale che ricadono nella Regione Toscana e i risultati verranno presentati in occasione del convegno. Verranno inoltre presentati i progetti ARPAT che includono l'utilizzo dei licheni e di cui si prevede la realizzazione nel corso del 2008.

EFFETTO DELL'IDRATAZIONE DEI CAMPIONI SULL'ACCUMULO DI ELEMENTI IN TRACCIA IN TRAPIANTI DI *EVERNIA PRUNASTRI*

Tommaso PISANI, Luigi A. DI LELLA, Giuseppe PROTANO,
Carlo GAGGI, Stefano LOPPI

*Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università degli Studi di Siena,
Via P.A. Mattioli 4, 53100 Siena*

Per valutare l'effetto dell'idratazione dei licheni sull'accumulo di elementi in traccia, talli di *Evernia prunastri* sono stati trapiantati per un periodo di tre mesi all'interno di un parcheggio sotterraneo. Una serie di campioni è stata esposta tal quale, mentre l'altra è stata idratata giornalmente con acqua minerale dalla composizione nota. Dopo l'esposizione sono state misurate le concentrazioni di una serie di elementi in traccia; inoltre, per valutare gli effetti biologici, sono stati quantificati i pigmenti fotosintetici e l'integrità delle membrane cellulari tramite misure di elettroconducibilità. I risultati hanno mostrato concentrazioni significativamente più elevate di Cu, Fe, Ni, Pb, Sb, Sr e Zn nei talli idratati. Inoltre, i campioni idratati hanno mostrato valori di Chl_{a+b} e del rapporto tra Chl_a e Chl_b significativamente più bassi e un maggiore danneggiamento alle membrane cellulari. Questi risultati evidenziano l'importanza dell'idratazione dei campioni nel processo di accumulo di alcuni elementi in traccia e sugli effetti a livello fisiologico che ne derivano.

**PARTICOLATO DEPOSITATO SULLA SUPERFICIE O BIOCONCENTRAZIONE?
CONFRONTO TRA LE CONCENTRAZIONI DI ELEMENTI IN TRACCIA IN
TRAPIANTI DI *EVERNIA PRUNASTRI* LAVATI E NON LAVATI**

Tommaso PISANI, Luigi A. DI LELLA, Giuseppe PROTANO, Carlo GAGGI, Stefano LOPPI
*Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università degli Studi di Siena,
Via P.A. Mattioli 4, 53100 Siena*

Per valutare il contributo del particolato depositato sulla superficie tallina alla concentrazione totale di alcuni elementi in traccia, sono stati confrontati i valori ottenuti in talli di *Evernia prunastri*, lavati e non lavati con acqua deionizzata prima delle analisi. I talli sono stati esposti per tre mesi in tre stazioni rispettivamente ad alto e basso traffico e con assenza di traffico (Orto Botanico). Nei campioni di controllo, raccolti in un'area incontaminata della provincia di Siena, non sono state osservate differenze significative tra campioni lavati e non lavati tranne che per la concentrazione di Al, elemento geogenico, più abbondante nei campioni non lavati. Nelle stazioni ad alto e basso traffico nei campioni non lavati sono state misurate concentrazioni significativamente più elevate di Al, Co, Cu, Fe, Mn, Pb e Sb. Si tratta di elementi geogenici, ma anche di origine antropica, derivanti sia dalle reazioni di combustione, sia dal deterioramento e dal consumo delle strutture meccaniche e portanti degli autoveicoli. Nella stazione priva di traffico, nei campioni non lavati sono state registrate concentrazioni più elevate di Al, Fe, Li, Ni e Ti, elementi tipicamente geogenici. Questo studio ha evidenziato che il particolato semplicemente depositato sulla superficie dei campioni può contribuire in modo determinante al contenuto elementare dei talli lichenici.

**BIOMONITORAGGIO CON I LICHENI EPIFITI IN AREE SOGGETTE
AD ATTIVITÀ ESTRATTIVA NEL PARCO NAZIONALE APPENNINO
LUCANO VAL D'AGRI-LAGONEGRESE**

Giovanna POTENZA¹, Simonetta FASCETTI¹, Sonia RAVERA², Domenico PUNTILLO³

¹ *Dipartimento di Biologia, Difesa e Biotecnologie Agro-Forestali, Università della Basilicata, Viale dell'Ateneo Lucano 10, 85100 Potenza;* ² *Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma;* ³ *Museo di Storia Naturale della Calabria ed Orto Botanico, Università della Calabria, 87030 Rende (CS)*

La storia del Parco Nazionale dell'Appennino lucano, Val d'Agri e Lagonegrese è strettamente correlata allo sfruttamento petrolifero che, negli ultimi anni, ha direttamente interessato l'area della Val d'Agri e la contigua Valle del Sauro, con la messa in produzione di alcuni pozzi e l'avvio di un "centro oli" nel comune di Viggiano. Al fine di fornire una stima temporale delle deviazioni da situazioni normali, nel 2003 è stato avviato un biomonitoraggio con i licheni epifiti ripetuto con cadenza annuale per il biennio successivo per un totale di tre campagne (2003-2005). L'area interessata è quella di pertinenza della concessione Volturino del programma TREND 1 e, poiché la fonte di disturbo è puntiforme e attribuibile all'attività estrattiva, è stato effettuato un campionamento sistematico secondo le esposizioni N, S, E, W presso i tre pozzi di Cerro Falcone (CF1-3) e l'area di raccolta LPT (centro di separazione-raffineria). Inoltre, nel sito CF1 dove si effettua la desolforazione del petrolio, è stato eseguito uno studio "before-after" a 500 m di distanza dalla fonte di emissione di SO₂ durante il quale sono stati osservati e segnalati numerosi talli con clorosi e decorticazione. Nel corso del monitoraggio sono stati effettuati in totale 416 rilievi, 104 per ciascuna esposizione (N, S, E, W) del reticolo. I rilievi sono stati organizzati in dataset per agevolare l'integrazione di dati nel tempo. Dall'analisi dei risultati relativi all'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL) sito-specifica si evince un decremento costante tra il 2004 e il 2005, compreso tra il 2% e il 5%, in tutte le stazioni eccetto per il sito CF2 in cui il valore di BL è rimasto inalterato (20,08 nel 2004 e nel 2005).

INDAGINE DI MICROSCALA SU BIODIVERSITÀ LICHENICA E INQUINAMENTO ATMOSFERICO IN PROVINCIA DI FERRARA

Deborah VALBONETTI¹, Sonia RAVERA², Giovanni F. GARASTO¹

¹ ARPA sezione provinciale di Ferrara, Corso Giovecca 169, 44100 Ferrara;

² Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Roma "La Sapienza",
Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma

È noto come la sensibilità dei licheni epifiti agli inquinanti atmosferici sia utilizzabile per integrare il tradizionale monitoraggio chimico-fisico della qualità dell'aria. Nell'ambito di un progetto riguardante alcuni comuni con zone artigianali-industriali, finanziato con fondi "Obiettivo 2" dall'Unione Europea e dalla Provincia di Ferrara, è stata effettuata un'indagine con valutazione della biodiversità lichenica, misure dirette degli inquinanti, ricognizione delle emissioni locali e applicazioni modellistiche diffusionali. Lo studio ha riguardato un territorio di circa 9 kmq caratterizzato da tre zone adiacenti a differente vocazione: un tessuto urbanizzato continuo (il centro e la periferia del comune di Copparo), una zona produttiva in via d'espansione con piccole aziende prevalentemente artigianali e una zona industriale che ospita un'industria metalmeccanica di ca. 2400 addetti, rilevante sotto il profilo delle emissioni in atmosfera (oltre 250 camini con autorizzazioni per circa 120 t/a di ossidi di azoto, 16 t/a di ossidi di zolfo e 90 t/a di polveri). Il territorio d'indagine è stato suddiviso in 9 unità di campionamento (UC) definite su una griglia di 1x1 km, in ognuna delle quali sono state individuate le stazioni di rilevamento seguendo le linee guida dell'APAT. Sono stati rilevati 3 alberi (*Tilia* sp. e *Quercus robur* L.) per UC, per un totale di 24 rilievi (in una UC non sono stati rinvenuti alberi idonei). I valori di Biodiversità Lichenica calcolati variano da un minimo di 46,3 ad un massimo di 116,3. Per la loro interpretazione è stata utilizzata la scala proposta per la regione submediterranea nord-adriatica. Le aree indagate si posizionano in situazioni che vanno da una naturalità 'media' ad una 'molto alta', con valori minori nel centro storico di Copparo e nei settori occidentali e sud-orientali immediatamente adiacenti.

**LICHENI EPIFITI IN UNA RISERVA NATURALE RIPARIALE DEL NORD ITALIA:
RICCHEZZA SPECIFICA, COMPOSIZIONE E CONSERVAZIONE**Juri NASCIBENE¹, Lorenzo MARINI², Pier Luigi NIMIS¹

¹ Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Trieste, Via Giorgieri 10, 34100 Trieste; ² Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali, Università degli Studi di Padova, c/o Agripolis, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD)

In Italia molte riserve naturali includono habitat ripariali, il cui ruolo nella conservazione dei licheni è poco conosciuto. Questo lavoro ha lo scopo di valutare l'importanza per la conservazione dei licheni epifiti di una piccola riserva naturale ripariale del Veneto, inserita in un contesto paesaggistico molto antropizzato in cui sono presenti attività agricole e industriali. Vengono inoltre valutate le relazioni tra la composizione dei popolamenti lichenici e le diverse tipologie forestali. I licheni epifiti sono stati rilevati applicando un protocollo di campionamento standardizzato all'interno di: (1) boschi alluvionali dominati da *Salix alba*, (2) boschi ripariali dominati da *Alnus* sp.pl. e *Populus* sp.pl., e (3) boschi planiziali a *Carpinus betulus* e *Quercus* sp.pl. Le differenze tra i tipi forestali sono state testate mediante ANOVA, mentre la composizione specifica è stata analizzata mediante Redundancy Analysis. Complessivamente la flora lichenica è relativamente povera e omogenea, data la presenza di un gruppo di specie tolleranti al disturbo antropico che sono frequenti in tutti i tipi forestali. Questo fa pensare che il contesto paesaggistico in cui è inserita la riserva influisca sulla ricchezza specifica e sulla composizione dei popolamenti lichenici, indipendentemente dalla qualità degli habitat disponibili nell'area protetta. Nonostante l'elevata antropizzazione delle aree limitrofe e la scarsa estensione, nella riserva sono presenti alcuni licheni rari a livello nazionale. Tuttavia, i tre tipi forestali hanno una importanza diversa nella conservazione dei licheni epifiti: i boschi ripariali ad *Alnus* sono i meno interessanti, mentre i boschi alluvionali a *Salix* sono quelli di maggior pregio dal momento che ospitano alcune specie sensibili al disturbo.

RELAZIONI TRA LICHENI EPIFITI E GESTIONE DELLA FAGGETA DEL CANSIGLIO (NE-ITALIA): UN CASO DI STUDIO

Juri NASCIBENE¹, Giovanni CANIGLIA¹, Fabio AMBROSI², Daniela CESTER¹, Stefania DAL PRÀ¹, Giorgio PERIPOLI¹, Michele PISETTA², Gianni SARTORI¹, Michela SEGNANA¹

¹ *Dipartimento di Biologia, Università degli Studi Padova, Viale Colombo 3, 35121 Padova;* ² *Dipartimento Territorio e Sistemi Agro Forestali, Università degli Studi di Padova, c/o Agripolis, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD)*

La faggeta del Cansiglio viene gestita con scopi produttivi mediante il sistema dei tagli successivi, basato su progressivi diradamenti eseguiti su popolamenti coetanei. Il ciclo produttivo, che dura circa 140 anni, si conclude con un taglio di sementazione, con il quale permangono esemplari maturi distribuiti su tutta la particella, a cui fa seguito un taglio di sgombero quando la nuova generazione di faggi si è completamente insediata. Questo sistema origina una successione che si conclude con un cambiamento drastico nelle caratteristiche dell'habitat forestale, dal momento che alla fine del turno la volta arborea viene completamente eliminata per essere poi ricostruita dalla nuova generazione. Questo studio ha lo scopo di verificare se la diversità e la composizione dei popolamenti lichenici epifiti subiscano delle variazioni durante le fasi del ciclo produttivo e se sia possibile individuare delle specie indicatrici delle diverse fasi. Sono stati confrontati quattro siti con età colturale diversa; in ciascun sito i licheni epifiti sono stati rilevati su 15 alberi con una metodologia standard. Le maggiori differenze riguardano la composizione specifica, mentre il numero di specie non subisce variazioni significative. Alcune specie sono presenti, anche se con frequenza diversa, in tutte le fasi del ciclo, mentre altre risultano esclusive di ciascuna fase. Il bosco giovane è caratterizzato da specie generaliste eliofile, mentre le specie più igrofile e sciafile caratterizzano le fasi più mature. In presenza del taglio di sementazione si ha una sovrapposizione di più elementi. Questo suggerisce che le specie sensibili al disturbo antropico siano in parte sfavorite da questo tipo di gestione.

CARATTERIZZAZIONE DELLA FLORA LICHENICA MOLISANA

Sonia RAVERA

*Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Roma "La Sapienza",
Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma*

Il Molise ha una geomorfologia prevalentemente collinare e montuosa. Le coste, con un'estensione modesta (38 km), hanno da sempre subito profonde modifiche da parte dell'uomo e nel complesso ospitano pochi habitat francamente mediterranei. I substrati litici potenzialmente idonei alla colonizzazione lichenica sono limitati per lo più a calcari, dolomie e arenarie. Questo lavoro riporta una descrizione della flora lichenica molisana, con particolare riguardo agli aspetti bio-ecologici e qualitativi; vengono inoltre svolte alcune considerazioni di carattere fitogeografico. Il Molise, per la collocazione geografica che lo rende soggetto all'influenza sia balcanica che mediterranea, rappresenta una potenziale fonte di conoscenza imprescindibile per la comprensione di due questioni ancora ampiamente dibattute: la definizione di un contingente di licheni a distribuzione mediterranea e quella del limite meridionale della fascia oroboreale alla quale i licheni continuano a fornire un importante contributo.

**COLLEMA ITALICUM E PYXINE SUBCINEREA, SPECIE TARGET NELL'INIZIATIVA
PER L'APPLICAZIONE DELLE CATEGORIE E DEI CRITERI IUCN (2001)
IN ITALIA**

Sonia RAVERA¹, Paolo GIORDANI²

¹ Università di Roma La Sapienza, Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma; ² DIP.TE.RIS,
Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Sede di Botanica, Università
degli Studi di Genova, Corso Dogali 1/M, 16136 Genova

Nell'ambito del progetto proposto dai GdL per la Conservazione, per la Micologia e per la Floristica della SBI sull'aggiornamento della lista rossa della flora italiana, sono stati proposti due licheni, *Collema italicum* de Lesd. e *Pyxine subcinerea* Stirt. come specie target per verificare l'applicabilità dei criteri e delle categorie IUCN (2001). *Collema italicum* è un cianolichene epifita che predilige tronchi di olivo, olmo, leccio e roverella e l'ambiente boschivo. Il *locus classicus* della specie, a Quarto (Priaruggia, Genova), è andato irrimediabilmente perso a causa dell'urbanizzazione di tipo continuo dell'area. Se ne conferma invece la presenza in due stazioni laziali recentemente segnalate. *Pyxine subcinerea* è una specie epifita che sporadicamente si rinviene anche su rocce silicee. In Italia questo lichene è strettamente costiero: sono note una ventina di stazioni in Liguria e due nel Lazio. Per le due specie sono riportate minacce, criteri applicati, proposte di strategie e azioni di conservazione, oltre allo status ed alle categorie di rischio derivanti dall'applicazione dei criteri IUCN.

I LICHENI DI MANUFATTI LAPIDEI DELL'ORTO BOTANICO DELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA

Mauro RIGAMONTI, Elisa ALTABELLI, Daniela CHIAPPETTA,
Mariagrazia VALCUVIA PASSADORE
*Dipartimento di Ecologia del Territorio, Università degli Studi di Pavia,
Via S. Epifanio 14, 27100 Pavia*

E' iniziato il censimento dei licheni che colonizzano i manufatti lapidei del giardino storico dell'Orto Botanico dell'Università di Pavia, posto in ambiente urbano in un'area caratterizzata da clima temperato continentale con affinità di tipo padano. Quasi tutti i manufatti risalgono agli anni 1933-35 e i rimanenti agli anni 1945-1957. Si tratta per lo più di opere costruite con Pietra di Vicenza e Ceppo Lombardo, rispettivamente un calcare e un'arenaria. Tra i *taxa* lichenici finora identificati prevalgono i crostosi epilittici (solo *Sarcogyne regularis* Körb. var. *regularis* è endolittico) e quelli che si riproducono sessualmente, con l'eccezione di *Caloplaca citrina* (Hoffm.) Th.Fr. che presenta riproduzione vegetativa. Sono in netta maggioranza i licheni diffusi dalla zona centro-europea a quella mediterranea. Dall'elaborazione degli indici ecologici risulta inoltre che le specie prediligono substrati piuttosto basici, bene illuminati, moderatamente xerici e con eutrofizzazione variabile, da molto debole a molto elevata. È in corso l'individuazione di specie di particolare interesse per lo stato di conservazione del manufatto e utili per pianificare eventuali interventi conservativi. La presenza dei licheni sui manufatti può essere, infatti, considerata in due modi differenti: possono essere ritenuti un elemento di disturbo da eliminare, a causa del degrado chimico-fisico e/o dell'alterazione cromatica oppure, secondo un approccio più naturalistico, possono rappresentare un sensibile ed utile indicatore delle condizioni del luogo. In considerazione delle finalità prettamente didattico-scientifiche dell'Orto Botanico sarebbe interessante poter sottolineare questo aspetto realizzando anche pannelli divulgativi sulla colonizzazione lichenica dei monumenti.

BIOCENOSI LICHENICHE E MUSCINALI SU PAVIMENTAZIONI ARCHEOLOGICHE

Ada ROCCARDI, Sandra RICCI

Istituto Centrale per il Restauro, Piazza San Francesco di Paola 9, 00184 Roma

I licheni ed i muschi esercitano un ruolo di fondamentale importanza nel degrado delle pavimentazioni archeologiche esposte all'aperto. Questi organismi si sviluppano diffusamente soprattutto su substrati lapidei di natura carbonatica, tipologia di materiale costitutivo dei monumenti di grande pregio, e presentano un'elevata capacità di adattamento agli stress ambientali. Tali qualità rendono spesso possibile il loro sviluppo come colonizzatori primari o dominanti in particolari condizioni di esposizione, soprattutto in relazione alle loro caratteristiche ecologiche ed alla peculiarità di essere organismi poichiloidrici. La colonizzazione ad opera di licheni e di muschi si manifesta con tipologie assai diversificate in funzione dei diversi fattori edafici ed ambientali, nonché dello stato di conservazione del manufatto lapideo. Nel presente lavoro sono descritti i casi osservati nei siti archeologici di Paestum ed Ostia Antica, in cui è stata evidenziata la stretta relazione tra la fenomenologia di sviluppo della flora muscinale e lichenica e le condizioni conservative del materiale lapideo. In tale ambito è stato, inoltre, possibile individuare le diverse fasi della dinamica di colonizzazione dei due gruppi vegetali.

**CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLA FLORA LICHENICA DELL'AREA
NATURALE PROTETTA DI INTERESSE LOCALE
"SERPENTINE DI PIEVE S. STEFANO" (AR)**

Renato BENESPERI, Lorenzo LASTRUCCI

*Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Firenze,
Via G. La Pira 4, 50121 Firenze*

L'ANPIL "Serpentine di Pieve S. Stefano", istituita per salvaguardare la vegetazione serpentinicola, è costituita da tre rilievi separati, per una superficie complessiva di 126 ha: Poggio delle Calbane (879 m), Monte Petroso (649 m) e Monte Murlo (605 m). Le serpentine dell'Alta Valtiberina sono state oggetto di numerosi studi in passato, a partire dalle ricerche di Cherici e Amidei a metà Ottocento. Tuttavia, la flora lichenica di queste aree è stata del tutto ignorata. I *taxa* lichenici individuati sono 72 di cui uno, *Lecanora hypopta*, nuovo per la Toscana; l'elenco è tuttavia da non ritenersi esaustivo in quanto durante lo studio sono stati individuati alcuni interessanti microhabitat, non ancora esplorati, che necessiteranno di uno studio particolareggiato. La flora dell'area indagata, confrontata con i pochi studi relativi ad altre aree serpentinicole in Italia, è da ritenersi ricca, contando circa un quarto dei *taxa* conosciuti per questo tipo di habitat a livello mondiale. Particolarmente significativo è il ritrovamento di molti *taxa* finora mai raccolti su questo tipo di substrato (*Anaptychia ciliaris*, *Caloplaca cerina*, *Cetraria muricata*, *Peltigera horizontalis*, *P. praetextata*, *Physconia enteroxantha*, *P. petraea*, *Pleurosticta acetabulum*, *Squamarina cartilaginea*, *S. gypsacea*). Degne di nota sono anche due comunità licheniche epifite. La prima, ospitata dal nucleo di querce decidue presenti nel versante nord del monte Petroso, vede la presenza di talli di *Lobaria pulmonaria*. La seconda, su piante di ginepro rosso in via di essiccamento alle pendici del Poggio delle Calbane, ospita *Lecanora hypopta*, nonché esemplari di notevoli dimensioni di *Platismatia glauca* e *Pseudevernia furfuracea*.

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLA FLORA LICHENICA DELLA RISERVA NATURALE DELL'ORRIDO DI BOTRI

Renato BENESPERI

*Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Firenze, Via G. La Pira 4,
50121 Firenze*

La Riserva Naturale dell'Orrido di Botri è situata a ridosso del crinale appenninico nella valle del torrente Fegana, affluente di sinistra del Serchio, in provincia di Lucca (Toscana) e copre una superficie di 288 ettari. La Riserva è caratterizzata dalla presenza di un vero e proprio canyon, con versanti molto ripidi e imponenti, lungo circa 4 km. La gestione dell'area è di competenza del Corpo Forestale dello Stato. Questo lavoro vuole contribuire al miglioramento delle conoscenze naturalistiche dell'area, non rappresentata nelle poche collezioni storiche di licheni dell'area appenninica. I licheni censiti nell'area di studio sono in totale 100 più un fungo lichenicolo. Quattro specie (*Squamarina oleosa*, *Xanthoparmelia angustiphylla*, *Peltigera leucophlebia*, *Lecanora flotoviana*) sono segnalate per la prima volta per la flora della Toscana. Nell'elenco compaiono numerose altre specie rare nella regione, alcune delle quali risultano qui localmente abbondanti. Sono particolarmente interessanti i popolamenti lichenici degli affioramenti calcarei, assai diffusi lungo le creste sommitali. I licheni che colonizzano questi habitat, assieme agli epigei, rappresentano circa il 70% della flora censita. Per molti di questi *taxa* l'Orrido di Botri è una delle poche stazioni toscane conosciute, ne sono un esempio *Caloplaca agardhiana*, *Leptogium massiliense*, *Physconia muscigena* var. *muscigena*, *Protoblastenia calva*, *Protoblastenia cyclospora*, *Protoblastenia incrustans*, *Toninia opuntioides*. Da menzionare anche il ritrovamento nell'area di studio di specie appartenenti a generi preferenzialmente silicicoli quali *Neofuscelia*, o esclusivi di tali substrati come le specie appartenenti al genere *Xanthoparmelia*. Meno interessanti sono risultate le comunità licheniche epifite, che rappresentano circa il 30% della flora censita.

**OSSERVAZIONI FLORISTICHE IN ALCUNE LECCETE DELL'ITALIA CENTRO
SETTENTRIONALE: NUOVI SPUNTI DI RICERCA**

Fabiana CRISTOFOLINI¹, Paolo GIORDANI², Sonia RAVERA³, Elisabetta PELLEGRINI¹,
Elena GOTTARDINI¹

¹ *Istituto Agrario di S.Michele all'Adige, Via E. Mach 1, 38010 S.Michele all'Adige (TN);* ²
DIP.TE.RIS, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Sede di
Botanica, Università degli Studi di Genova, Corso Dogali 1/M, 16136 Genova;

³ *Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Roma "La Sapienza",*
Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma

Il leccio è una pianta tipicamente mediterranea ma l'elevata capacità adattativa e l'ampia plasticità fenotipica determinano il successo di questa specie arborea anche in aree non perfettamente consone alle sue caratteristiche ecologiche. Si presenta uno studio che mira ad indagare la composizione floristica dei licheni epifiti lungo un ampio gradiente ecologico, dal Lazio fino ad alcuni boschi relittuali del Trentino. Analizzando le specie licheniche osservate associate al leccio si commentano similitudini e differenze nei rilievi condotti in Lazio, Umbria, Liguria e Trentino. Si evidenzia la peculiarità delle osservazioni condotte in Trentino ove i boschi di leccio si trovano al loro limite settentrionale di distribuzione. Sulla base di queste osservazioni preliminari vengono indagate le caratteristiche ecologiche (es. forme di crescita e strategie riproduttive) e vengono tracciate alcune possibili linee di ricerca svilupparli per indagare più a fondo le dinamiche della colonizzazione lichenica nelle leccete, in relazione a fattori legati al substrato e all'habitat.

INDAGINE LICHENOLOGICA NELLA RISERVA NATURALE ORIENTATA DI CAPO RAMA E CALAROSSA (TERRASINI, PALERMO)

Laura GENCO¹, Antonino LA MANTIA², Domenico OTTONELLO²

¹ WWF Italia, Via delle Rimembranze 18, 90049 Terrasini (PA); ² Dipartimento Scienze Botaniche, Università degli Studi di Palermo, Via Archirafi 38, 90123 Palermo

L'area di "Cala Rossa e Capo Rama" occupa 60 ettari nella parte orientale del Golfo di Castellammare, Sicilia nord-occidentale, nel territorio del Comune di Terrasini (PA), e a causa del suo notevole valore paesaggistico è stata oggetto di abusivismo edilizio, con conseguente degrado del territorio. Con la legge regionale n.14/88, l'area è divenuta Riserva Naturale Orientata (con gestione a carico del WWF) e quindi soggetta a vincolo di protezione. Inoltre è soggetta ad altri vincoli come Sito di Interesse Comunitario (S.I.C. ITA020009 Dir. 92/43/CEE), a vincolo archeologico e a vincolo paesaggistico. Sui substrati, di natura calcarenitica, si alternano suoli poco profondi di terra rossa sabbiosa che riempiono le fratture e le pozze. Il tipo bioclimatico si colloca nel Termomediterraneo inferiore con ombrotipo subumido inferiore; la piovosità media annua è di 776 mm; la temperatura è compresa tra 13,4 e 26,8° C. La vegetazione rupestre si insedia lungo la costa rocciosa a strapiombo sul mare. La vegetazione arbustiva nativa è rappresentata da macchia a palma nana nelle rupi costiere e da un piccolo nucleo di *Quercus calliprinos* a portamento arbustivo. La vegetazione prevalente è data da *Opuntia angustifolia* e da diverse crassulente come *Agave*, *Yucca*, *Dracaena*, *Aloe*, *Carpobrotus*, ecc., abbandonate in loco in seguito ai lavori di pulizia dei giardini delle numerose villette presenti in zona. I prati tra le creste rocciose sono colonizzati dal *Cladonietum convolutae* e dal *Toninio-Psoretum decipientis*. Sulle falesie ombrose si trovano *Caloplaca subochracea*, *Dirina massiliensis*, *Opegrapha calcarea*, *O. trifurcata*, *Trentepohlia* sp. Sulle rocce carbonatiche affioranti crescono *Aspicilia calcarea*, *Caloplaca aurantia* e *Verrucaria nigrescens*. Nel piano sopralitorale è presente *Verrucaria amphibia*.

**ASSESSMENT OF THE DIVERSITY OF EPIPHYTIC LICHENS WITHIN OAK FORESTS
IN SLOVAKIA – A PILOT STUDY**Anna GUTTOVÁ¹, Luca PAOLI²

¹ *Institute of Botany, Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 14, SK- 84523 Bratislava, Slovakia;* ² *Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università degli Studi di Siena, Via P.A. Mattioli 4, 53100 Siena, Italy*

Forests ecosystems cover 39.4% of the surface of Slovakia. Most are broad-leaf woods (58.8%) with beech (*Fagus sylvatica* L.) as dominant species. Oak forests represent 13.4% of them and generally host the highest number of epiphytic lichen species. Lichen communities are one of the key factors for monitoring overall biodiversity and ecosystem functions in forests. Nevertheless, sufficient lichenological data to provide reliable information on environmental quality within oak forests were still missing in Slovakia. The aim of this study was to fill this gap. A dataset of epiphytic lichen communities (species richness and frequency) was recorded through the assessment of lichen diversity values (LDV) according to the recent European methodology. The data were collected within 29 plots distributed in six orographical units all over the country - Strážovské vrchy Mts., Malé Karpaty Mts., Muránska planina plateau, Stolické vrchy Mts., Považský Inovec Mts., Levočské vrchy Mts. The results of this survey allowed the identification of the baseline condition of epiphytic lichen communities as well as of the variables influencing lichen diversity in the area. Furthermore, preliminary information for assessing the quality of Slovak oak forests, to be used under the European framework of permanent monitoring programs, is provided.

**NOTE SU *LECANORA CARPATHICA*,
UNA SPECIE DESCRITTA PER LA SLOVACCHIA**

Anna GUTTOVÁ¹, Anna LACKOVIČOVÁ¹, Martin BAČKOR²

¹ *Institute of Botany, Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 14, SK - 84523 Bratislava, Slovakia;* ² *Institute of Biology and Ecology, Department of Botany, Šafárik University, Mánesova 23, SK - 04167 Košice, Slovakia*

Per lungo tempo la specie epifita *Lecanora carpathica* (Zahlbr.) è stata enumerata soltanto nella checklist dei licheni della Slovacchia. Nel 2003, in seguito a segnalazioni dalla Romania, il *taxon* è apparso anche nella checklist dei Carpazi Orientali. Le nuove segnalazioni hanno suggerito la necessità di intraprendere una ricerca più approfondita sull'identità della specie. Un dettagliato studio morfo-anatomico e chimico (TLC) è stato condotto sul materiale conservato a Vienna (W), incluso il tipo nomenclaturale. È stato inoltre esaminato il materiale rumeno conservato a Berlino (B) e sono state condotte osservazioni di campo nell'area del "*locus classicus*" relativo alle prime segnalazioni di Zahlbruckner, al fine di verificare l'attuale distribuzione della specie nei Piccoli Carpazi (Malé Karpaty). Il materiale di riferimento presenta tallo crostoso da grigio-bianco a grigio, riccamente sorediato. I sorali sono chiari, rotondi e piani. Sono presenti apotecii sparsi sulla superficie del tallo, sessili con disco di colore marrone scuro, da concavo a piano e bordo tallino da delicatamente crenulato a liscio. La chimica dei sorali e quella degli apotecii sono identiche: sono stati rinvenuti 5 diversi metaboliti, in maggioranza atranorina e terpenoidi, corrispondenti a quelli di *Lecanora allophana*, inclusa la f. *sorediata*. Il materiale rumeno, raccolto su micascisti, non appartiene a *L. carpathica*, ma bensì a una specie di *Immersaria*. Gli studi di campo effettuati in Slovacchia non hanno confermato la presenza di alcuna *Lecanora* con tallo sorediato e apotecii sui Piccoli Carpazi. Queste evidenze suggeriscono la necessità di una revisione nomenclaturale del *taxon*.

ATTIVAZIONE DI UNA BANCA DATI DEI LICHENI DEL PARCO NAZIONALE DEL GRAN PARADISO

Enrica MATTEUCCI¹, Laura POGGIO², Rosanna PIERVITTORI¹

¹ *Dipartimento di Biologia Vegetale e Centro di Eccellenza CEBIOVEM, Università degli Studi di Torino, Viale Mattioli 25, 10125 Torino;* ² *Giardino Alpino "Paradisia", Fraz. Valnontey, 11012 Cogne (AO)*

L'Ente Parco ha intrapreso una serie di azioni volte a incrementare le conoscenze sulla componente crittogamica. È stato per questo avviato un programma di ricerca che prevede, in primis, l'attivazione di una banca dati della biodiversità lichenica. Il database è stato strutturato in modo da potersi interfacciare con i database già in uso presso l'Ente e, nello specifico, con quello delle fanerogame. Sono stati realizzati tre archivi denominati rispettivamente: "Taxa" (informazioni sistematico-ecologiche, desunte da *ITALIC*, delle entità costituenti la flora potenziale del Parco); "Segnalazioni" (segnalazioni floristiche ricavate da diverse tipologie di fonti e georeferenziate); "Bibliografia" (informazioni inerenti le pubblicazioni riferite al territorio considerato). I dati sono stati inseriti in fogli di calcolo di Microsoft Excel in previsione dell'implementazione in Microsoft Access; per ogni tabella è stata prevista una chiave primaria al fine di garantire la coerenza dei dati e la possibilità di inserire dei vincoli di integrità referenziale fra le tabelle. Ad oggi, nell'archivio "Segnalazioni" sono stati inseriti 1364 record, di cui 266 relativi a campioni conservati presso la Sezione attuale dell'Erbario Crittogamico dell'Università di Torino (TO) e 1098 relativi a segnalazioni bibliografiche reperite in 14 pubblicazioni. Le segnalazioni (1158 per il versante valdostano e 205 per quello piemontese) sono riferibili a 249 entità tassonomiche. È stato intrapreso inoltre un riordino di materiali provenienti da campagne di raccolta effettuate nel periodo 1978-1998 e di dati inediti, che consentiranno di arricchire ulteriormente il database. Questo costituirà una valida base per la pianificazione di successive e mirate indagini in quei settori del Parco risultanti poco o nulla indagati dal punto di vista lichenologico.

PHYLOGENETIC ANALYSES OF POLYKETIDE SYNTHASES DOMAINS IN ASCOMYCETES

Lucia MUGGIA¹, Georg BRUNAUER², Martin GRUBE¹

¹ *Institut of Plant Science, Karl-Franzens University of Graz, Holteigasse 6, A-8010 Graz, Austria;* ² *FB Organism Biology, University of Salzburg, Hellbrunnerstrasse 34, 5020 Salzburg, Austria*

In lichen and non-lichenized fungi, polyketide synthases enzymes (PKSs) are responsible for the production of hundreds of secondary metabolites. PKSs are iterative enzymes composed by up to 8 different domains, whose combinations determine the chemical characteristics of the released polyketides. Reducing and non-reducing PKS genes have been found in several species of *Aspergillus*, *Botryotinia*, *Cochliobolus*, *Gibberella* and *Neurospora*, the ketoacyl synthase (KS) domain of non-reducing PKS are known for several lichens, and only one whole PKS gene is known for the lichen *Xanthoria elegans*. Phylogenetic and phylogenomic approaches have already been widely applied on the ketoacyl synthase domain of the protein. The current study presents the results of several phylogenetic analyses based on amino acid sequences of the acyl transferase (AT), tioesterase (TE) [cyclase (CYC)], dehydratase (DH), keto reductase (KR), methyl transferase (ME), and acyl carrier protein (ACP) [phosphopantethein attachment site (PP)] domains of the PKS of *X. elegans* and other non-lichenized ascomycetes. The phylogenies obtained analysing each single domain and different combinations of them, either for reducing or for non-reducing PKSs, in most cases reveal congruent topologies with the already known PKS phylogeny based only on the KS domain. However, the analysis focused on the phosphopantethein attachment site (PP), which can occur pair wise, points out possible duplication events in the evolution of these domains. Further discussions concern the comparison of those PKS domains found screening completed sequenced genomes of *Aspergillus fumigatus*, *A. nidulans*, *A. terreus* and *Gibberella zeae* in which up to 13 genes for putatively reducing and non-reducing PKSs were identified.

I LICHENI EPIFITI DELL'ALTO ADIGE (SÜDTIROL)

Juri NASCIMBENE, Giovanni CANIGLIA, Federica TODESCO
*Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Padova,
Viale Colombo 3, 35121 Padova*

Lo scopo di questo lavoro è di redigere una checklist aggiornata dei licheni epifiti della provincia di Bolzano (Alto Adige-Südtirol) e di fornire indicazioni per future linee di ricerca e gestione delle risorse ambientali in questo territorio. Il lavoro è basato sull'analisi delle citazioni bibliografiche riguardanti la regione Trentino-Alto Adige fino al 2003, integrate da pubblicazioni più recenti relative al territorio altoatesino. Per evidenziare la distribuzione geografica delle specie si è utilizzata la suddivisione in quattro macroaree proposta nella classica flora di Dalla Torre & Sarnthein: Pusteria, Bolzano, Vipiteno, Merano. La checklist include tutte le specie potenzialmente presenti su corteccia e/o legno di alberi e arbusti. Sono state reperite circa 1600 citazioni riferibili a 407 specie. La distribuzione temporale delle citazioni evidenzia una scarsa attività lichenologica recente. La principale fonte di dati rimane la flora di Dalla Torre & Sarnthein. Nel Sud Tirolo sono presenti circa il 48% dei licheni epifiti noti per l'Italia e il 61% di quelli noti per l'arco alpino italiano. Prevalgono i licheni crostosi, mentre i macrolicheni costituiscono circa il 36%. La flora è caratterizzata soprattutto da specie acidofile e meso-eliofile che trovano il loro habitat ideale nei boschi di conifere non molto densi e luminosi. Dal momento che la maggior parte delle specie non tollera l'eutrofizzazione, l'eventuale eccesso di nutrienti negli habitat potrebbe rappresentare in futuro una minaccia e modificare l'attuale composizione dei popolamenti epifiti, favorendo gli elementi più nitrofilo. 34 specie sono estremamente rare a livello nazionale; dalle loro caratteristiche ecologiche si può ipotizzare che siano concentrate soprattutto nei boschi di conifere umidi e abbastanza luminosi. Questi habitat dovrebbero pertanto ricevere una particolare attenzione nei processi gestionali.

I LICHENI EPIFITI DELLA RISERVA NATURALE ORIENTATA BOSCO DELLA FONTANA (MANTOVA)

Mariagrazia VALCUVIA PASSADORE¹, Andrea TRUZZI²

¹ Dipartimento di Ecologia del Territorio, Università degli Studi di Pavia, Via S. Epifanio 14, 27100 Pavia; ² Via C. Marchesi 21, 46029 Suzzara (MN)

Il Bosco della Fontana, Riserva Naturale Orientata dal 1976, è un lembo di foresta planiziale che occupa una superficie di 233 ha nel comune di Marmirolo, a circa 5 km a NO di Mantova. Sono state censite: specie di particolare interesse floristico ed ecologico, in quanto non ancora segnalate per la Lombardia [*Cladonia polydactyla* (Flörke) Spreng., *Lecanora umbrina* (Ach.) A.Massal. e *Lepraria lobificans* Nyl.]; specie assenti o rare nella regione fitoclimatica Padana, in cui rientra l'area di studio; specie incluse nelle liste rosse di ITALIC [*Arthonia cinnabarina* (DC.) Wallr., *Arthothelium spectabile* A.Massal. e *Opegrapha vermicellifera* (Kunze) J.R.Laundon]; specie proprie di ambienti prossimi alla naturalità e indicatrici di continuità forestale [*A. ruanum* (A.Massal.) Körb. e *A. spectabile*]; specie caratteristiche di ambienti particolari in accordo con i differenti microclimi che si instaurano in una cenosi forestale ben strutturata, quale è il querceto-carpineteto considerato. La discreta ricchezza floristica (40 *taxa* lichenici epifiti) è indice delle adeguate tecniche selvicolturali cui è sottoposto il bosco e del suo buono stato di conservazione. Questo nonostante sia collocato in un territorio caratterizzato da naturalità piuttosto scarsa, da un'intensa attività agricola e dalla presenza di cave esaurite di inerti e di aree destinate al commercio e all'artigianato. L'indagine sottolinea l'importanza dei boschi come luoghi di protezione degli organismi viventi, in quanto rifugi per specie rare o interessanti sotto diversi aspetti. La presenza di una Riserva Naturale Orientata, quale è il Bosco della Fontana, pur tra le difficoltà di sopravvivenza che un'area protetta può avere in un territorio pesantemente antropizzato, rappresenta l'unica possibilità di protezione per diverse specie vegetali e animali, patrimonio biologico di inestimabile valore.

LICHENI E CERTIFICAZIONE ISO: UNA SIMBIOSI POSSIBILE

Rosanna PIERVITTORI, Sergio Enrico FAVERO-LONGO, Enrica MATTEUCCI,
Isabella MARTINI, Massimo MAFFEI

*Dipartimento di Biologia Vegetale e Centro di Eccellenza CEBIOVEM, Università degli
Studi di Torino, Viale Mattioli 25, 10125 Torino*

Nel 2003 le competenze multidisciplinari maturate dal Dipartimento di Biologia Vegetale (DBV) nel campo della ricerca di base ed applicata sono valse ad ottenere, da parte del Ministero dell'Università e della Ricerca, il riconoscimento per l'eccellenza scientifica come CEntro di Eccellenza per la BIOSensoristica VEgetale e Microbica (CEBIOVEM), unica struttura di ricerca in Italia ad occuparsi di piante e microrganismi per la biosensoristica e la biopercezione. Questo traguardo ha fornito nuovi stimoli e ha fatto maturare, nel triennio successivo, l'esigenza di formalizzare le procedure di ricerca in un Sistema di Qualità (SQ) per garantire la fornitura di prodotti e servizi conformi alle richieste e il miglioramento continuo della qualità delle attività svolte.

E' stato deciso di limitare, inizialmente, l'adozione e l'implementazione di un Sistema di gestione per la qualità, in accordo alla norma UNI EN ISO 9001 ('Sistemi di gestione per la qualità - Edizione 2000), a tre laboratori del Dipartimento: Fisiologia vegetale, Micoteca e Lichenologia. Per quest'ultimo vengono illustrate, nel presente contributo, le tappe salienti delle procedure sino alla consegna, da parte dell'Ente preposto (RINA), della Certificazione ISO 9001/2000 e in particolare: preparazione dei documenti gestionali (processi primari, di supporto, ecc.); preparazione dei documenti operativi (istruzioni operative, output, ecc.); pianificazione (azioni, risultati attesi, ecc.). L'identificazione e la descrizione dei processi è stata attuata analizzando e considerando tutte le attività di ricerca svolte dall'Unità di Lichenologia: 1) caratterizzazione e conservazione della biodiversità lichenica; 2) biosensoristica lichenica; 3) caratterizzazione della componente lichenica epi- ed endolitica in processi di biodegrado, biodeterioramento e biorisanamento.

LA COLONIZZAZIONE LICHENICA NEL TEATRO ROMANO DI AOSTA

Claudia GAZZANO ¹, Sergio Enrico FAVERO-LONGO ¹, Lorenzo APPOLONIA ²,
Gaetano DE GATTIS ³ & Rosanna PIERVITTORI¹

¹ *Dipartimento di Biologia Vegetale e CEBIOVEM, Università di Torino, Viale Mattioli 25, 10125 Torino, ²Soprintendenza per i Beni e le Attività Culturali della Valle d'Aosta - Direzione ricerca e progetti cofinanziati, Piazza Narbonne 3, 11100 Aosta,*

³ *Soprintendenza per i Beni e le Attività Culturali della Valle d'Aosta - Direzione restauro e valorizzazione, Piazza Roncas 12, 11100 Aosta*

Il Teatro Romano di Aosta, di alcuni decenni posteriore alla fondazione di *Augusta Praetoria* nel 25 a.C., rappresenta un'imponente testimonianza della colonizzazione romana della regione alpina con le sue monumentali vestigia ancora osservabili nel corpo di fabbrica anteriore, nella cavea e nelle fondamenta dell'edificio scenico. L'austera monumentalità del Teatro appare determinata dall'utilizzo di grandi blocchi squadrati di materiali lapidei locali, quali travertino e conglomerato (puddinga). Diverse operazioni di restauro condotte nel corso del Novecento hanno comportato l'integrazione delle murature mediante l'utilizzo di blocchi di travertino segati e di ciottoli annegati in abbondante legante.

Il Teatro, per i diversi substrati e le particolari condizioni ambientali e micro-climatiche, presenta condizioni più favorevoli alla crescita diversificata di specie licheniche rispetto ad altre vestigia dell'area urbana. Nell'ambito di un programma di valorizzazione del sito avviato dalla Soprintendenza per i Beni e le Attività Culturali della Valle d'Aosta, tale peculiare biodiversità è risultata meritevole di salvaguardia, pur essendo necessario garantire il contenimento dell'azione biodeteriogenica lichenica ai fini della conservazione del monumento stesso.

Il presente lavoro prevede come fase iniziale lo studio floristico-vegetazionale della colonizzazione lichenica del Teatro attraverso il campionamento di plot randomizzati. Tale ricerca amplia la conoscenza della flora lichenica di Aosta, ponendo inoltre le basi per un'analisi ecologica dei fattori ambientali che hanno favorito lo sviluppo delle diverse specie. La conoscenza di tali fattori si dimostra importante sia per ricostruire la genesi di determinate manifestazioni biologiche sia per la scelta dei metodi di controllo e prevenzione nella successiva fase di restauro conservativo.

L'USNEA DEL CRANIO UMANO

Paolo MODENESI

*DIP.TE.RIS, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse,
Sede di Botanica, Università degli Studi di Genova
Corso Dogali 1/M, 16136 Genova*

E' ben noto che i licheni possono vivere sui più diversi substrati; dalla letteratura e dalle immagini spesso disponibili in rete si hanno testimonianze della colonizzazione di vetrate di chiese, carrozzerie di auto, cartelli stradali in plastica, elitre di coleotteri, corazze di tartarughe e così via per non citare che i casi più insoliti.

Cercando, appunto, in rete, mi sono imbattuto in una immagine di un teschio umano, privo di mandibola, sui cui crescono alcune specie di licheni, tra cui (forse) *Pseudevernia furfuracea*, *Letharia vulpina* ed una o due parmellie. La foto, sebbene un po' macabra, è suggestiva per i suoi bei talli lichenici sparsi sulla calotta cranica, sulle arcate orbitali, graziosamente affollati nella cavità nasale ed è tuttora osservabile nel sito:

http://www.bgbm.org/bgbm/museum/expo/2000_2/images/17.htm

Si tratta della pagina web dell'Orto e Museo Botanico di Berlino, che presenta alcune belle immagini di licheni relative ad una mostra (Flechten-Kunstwerke der Natur) organizzata nel 2000. La didascalia in tedesco è telegrafica, dice: 'I licheni che crescono su teschi umani erano noti al tempo della teoria delle Signature come muschio del cranio umano, erano ricercati come rimedio contro gli attacchi epilettici e pagati per il loro peso in oro'.

Il sito, purtroppo non offre altre informazioni, ma cercando ancora e giocando con le parole chiave, soprattutto nel motore *Google Ricerca Libri*, ho trovato una miniera di altre informazioni e la testimonianza di un coinvolgimento dei licheni in una curiosa pratica terapeutica nata in un periodo tardo medioevale, ma protrattasi, anzi rivalutata, nel cosiddetto periodo dei Lumi, dal mesmerismo e nota e praticata popolarmente ancora nell'Ottocento perché riconosciuta salutare ed efficace.

Un buon percorso narrativo per la descrizione di questi fatti può iniziare dal chiarimento dei termini presenti nella legenda della fotografia del teschio colonizzato, che ho riportato sopra. Possiamo iniziare dalla **teoria delle Signature** (*signa naturae*). Si tratta di una antica e diffusa dottrina medica medioevale secondo la quale Dio, creando le malattie, ha creato anche i rimedi specifici contenuti nelle piante, segnalando queste con un tratto caratteristico. Questa credenza deriva dal concetto dell'analogia tra l'aspetto della pianta, in senso ampio, e l'organo da curare; nel caso dell'*Usnea* del cranio, il tratto caratteristico è ovviamente l'insolito substrato colonizzato.

La teoria viene adottata dal medico-mistico-alchimista Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hontheim (1493-1541), detto Paracelso, (superiore a Aulo C. Celso, medico e naturalista romano), come lui stesso amava definirsi, semplificando i nomi che portava e dando prova di una modestia non comune. Nelle sue opere si trovano sia intuizioni mediche e farmacologiche moderne sia sorprendenti concezioni magiche ed astrologiche. Paracelso ovviamente era figlio del suo tempo, ma vorrei citare tre fatti che lo pongono tra i fondatori della Scienza moderna: sostiene la superiorità del metodo empirico (esperienza) su quello speculativo, riconosce le capacità anestetiche dell'etere etilico trecento anni prima del suo impiego medico diffuso, è considerato il primo tossicologo della storia ed a lui è riconducibile l'aforisma tuttora valido: *sola dosis facit venenum*. Paracelso amplia il numero dei rimedi che potevano derivare dall'osservazione dell'aspetto di piante e minerali in base all'assioma *similia similibus curantur*: la somiglianza con gli alveoli polmonari, i lobi del fegato, la coda di uno scorpione, le radici antropomorfe, il colore del sangue, il colore dell'itterizia e così via. Paracelso afferma che nei vegetali erano contenute *omnia membra hominis* e che tutto ciò che appare all'esterno, deve essere materia d'indagine per conoscere l'intima struttura degli organi umani, nonché le virtù e le predisposizioni alla salute piuttosto che alla malattia. Secondo Paracelso la conoscenza del microcosmo in cui è inserito l'uomo aiuta a comprendere il macrocosmo, i principi di funzionamento dell'universo intero. Inoltre, teorizza che occorre imparare a leggere i messaggi e il linguaggio della natura, anche attraverso il proprio elemento interno che per una azione detta magnetica o simpatetica si congiunge a quello della natura delle piante e dei minerali. Successivamente Giovanni B. della Porta (1536-1615) in *Phytognomica* approfondisce e amplia il numero della piante 'segnate' basandosi sulle indicazioni di Paracelso.

L'altro termine, sicuramente più intrigante, è il **muschio del cranio umano** che può avere anche altre denominazioni, tra cui *Usnea Cranii humani*, *Muscus ex cranio humano*, *M. ex c.h. innatus*, *U. officinarum nostratium*. Ovvero nelle lingue nazionali: Moss of a dead man's skull, Usnèe humaine, Muschio del cranio. E' chiaro che le orecchie del lichenologo si rizzano a sentire il caro nome, ma serpeggia tuttavia un certo nervosismo ritrovando l'odiata confusione tassonomica. Il nervosismo, tuttavia, si placa pensando che il termine *Usnea* deriva in realtà dall'arabo *ušna*, muschio, e che per la prima volta viene impiegato per un lichene da Dillenius in *Historia Muscorum* nel 1742. A questo proposito occorre ricordare che la lingua scientifica medioevale era l'arabo: per esempio è Avicenna, il principe dei medici a Isfahan, che recupera la scienza medica greca di Teofrasto, Dioscoride e di altri autori. I secoli del medioevo sono bui solo per noi europei.

Johannes Baptista van Helmont (1579-1644), medico e scienziato fiammingo, afferma nel suo *De Magnetica vulnerum curatione* (Griffero, 2000; Waddel, 2003): 'il seme di questo muschio cranico cade dal cielo sulla superficie del cranio...la già immanente virtù viene ulteriormente potenziata dall'unione con il midollo mumiale del cranio umano. Altrove questa resina o fiore del cielo si trasforma in pietra, piovendo in ogni caso dal cielo in modo non meno naturale della rugiada mattutina e della manna'.

Una buona fonte di informazioni è il Dizionario Medico del filosofo naturalista inglese Robert James (1703-1776) che sarà tradotto poi (1746-1748) in francese da Diderot e che sarà fonte di ispirazione per l'*Encyclopedie* (il testo è disponibile in rete: <http://www.bium.univ-paris5.fr/histmed/medica>). Sotto *Usnea Cranii humani* si legge: 'frequente in Irlanda da cui si importa, si usa tutta la pianta e diversi autori la ritengono efficace per arrestare le emorragie, è impiegata nella famosa composizione nota come *Unguentum Armarium*. Esistono due tipi di *Usnea humana*, la prima, quella irlandese che si può trovare nelle farmacie non è altro che un piccolo *Muscus vulgaris terrestris Adianthi aurei capitulis (Polytricum spp. ?)* simile a quello che cresce sui sassi e sugli alberi. Secondo M. Doody, farmacista e botanico londinese, questo tipo cresce anche sulle ossa dei cavalli e dei buoi gettati nelle discariche. Il secondo tipo cresce in forma di crosta sui crani umani come il *Lichen petreus*, diversi autori preferiscono quest'ultimo tipo ritenendolo più ricco di virtù. Tutti gli autori raccomandano il muschio che cresce sui cadaveri esposti lungamente all'aria per curare, sia per via interna sia per via esterna, l'epilessia, le malattie mentali, le emorragie, la dissenteria e persino come amuleto. Robert Boyle ne conferma l'efficacia, verificata attraverso l'uso personale, come antiemorragico nasale. Qualche autore sostiene che abbia più virtù quando raccolta quando la luna piena entra nella Vergine, o per altri in Toro, Gemelli o Pesci. Altri assicurano che la migliore sia quella cresciuta sul cranio degli impiccati, ma Paracelso dice che va bene anche quella di persone qualunque esposte sulla strada. Grube in *Arcana Medicina* ci spiega che quelli che credono nell'utilità dell'usnea pensano che gli spiriti vitali ed animali del morto passino in essa e da qui derivino le virtù terapeutiche. Ma tutti sanno che niente di vitale è presente in un cadavere e sembrano nel giusto quelli che pensano che le presunte virtù si fondino sulla credulità e sulla suggestione; sembra probabile che queste forze collaborino per la guarigione. Boyle ed altri autori sostengono tuttavia che l'unico merito dell' *Usnea humana* sia la rarità, pur riconoscendone l'efficacia come antiemorragico, astringente e cicatrizzante. Alcuni propongono la sostituzione dell'usnea con il muschio dei tetti che è anche efficace, mischiato all'aceto, per fermare le emorragie nasali. Ludovici nel capitolo 'Vulnerari e Astringenti' della sua opera *Pharmacopeia* dice che l'usnea si trova dappertutto e quella su quercia o acacia non è per niente inferiore a quella che la superstizione vuole che si colga sui crani umani. Altri

autori in considerazione della rarità dell'usnea naturale propongono l'impiego di un tipo artificiale così ottenuto: si prende del muschio da una grossa pietra in aprile, si secca e si polverizza in un mortaio di vetro bagnando con vino di Malvasia, si stendono, sul cranio di un cadavere trovato lungo la strada, più mani della pasta ottenuta via via che la precedente si secca e si espone al sole e alla pioggia fino a che la pianta germoglia. L'usnea così ottenuta è analoga a quella che cresce naturalmente sui crani.

Il testo di James pone diverse questioni: perché l'usnea si importava dall'Irlanda? Se la ragione dipende da un fattore climatico anche l'Inghilterra era adatta! Secondo Cooper (2004) si trattava dell'abitudine irlandese di abbandonare all'aperto i corpi dei condannati a morte, da qui la relativa abbondanza del raccolto. In seguito Van Helmont sosterrà che non necessariamente dovesse essere il cranio di un criminale, ma che anche il cranio di un gesuita fosse adatto allo scopo, quindi anche un martire, la condizione essenziale consistendo nella morte violenta che conserverebbe una forza vitale che, invece, sarebbe ormai quasi spenta in un cranio di una persona morta di morte naturale che, tra l'altro, in genere non viene abbandonata sulla strada. Infatti Theodor Zwinger (1658-1724) nel *Compendium Medicinæ Universæ* ricorda: '*Sic notum est, quod Usnea, ex Cranio Hominis violenter occisi procrescens, stupendas habeat virtutes contra Haemorrhagias, quod alius Muscus, qui in coemeteriis provenit, non praestat*'.

L'altra questione è quella che pone a questo punto il lichenologo sul baratro del disinteresse: ma di che cosa stanno parlando di un muschio o di un lichene?

Nel suo Dizionario così James definisce il termine *Muscus* ed i suoi sinonimi (*M. usnea, M. arboreus, Usnea officinarum, M. arboreus villosus*): 'questa specie di muschio è composta da un gran numero di fibre lunghe, sottili e biancastre un po' rigide e ruvide che pendono per una certa lunghezza dai rami degli alberi.....'

Anche un briologo fundamentalista dovrebbe riconoscere che si tratta di un lichene del genere *Usnea*. Ma, proseguendo la descrizione, la certezza (esiste?) si sfilaccia e James sembra ampliare il termine a diverse specie di licheni: *Bryoria, Pseudevernia*, forse *Teloschistes* ed infine parla di un tipo profumato, raro in Inghilterra, ma abbondante nella zona di Montpellier con cui si prepara la *pulvis cyprius*, un chiaro riferimento ad *Evernia prunastri*. Nel Dizionario di James si trova anche riportato il termine *Bryon* che viene definito come un muschio che cresce sulla scorza degli alberi, ma poi la precisazione che il *Bryon* bianco è odoroso e più stimato di quello nero, almeno a me suggerisce un'altra volta un riferimento ad *Evernia* e *Pseudevernia*. Una ulteriore precisazione ricorda il *Bryon Thalassium* di cui parlano i greci e la descrizione che ne segue sembra suggerire qualche tipo di alga.

Nella letteratura recente si trovano due esempi interessanti. Harper e Streeter (2006) informano sul ritrovamento nella biblioteca del St. John College di Cambridge di un pacchetto etichettato *Muscus ex Craneo humano* contenente un campione di un muschio riconoscibile come *Homalothecium sericeum*. Mentre nel 2001 si poteva leggere sul Bryologische Rundbriefe un estratto di un libro del 1823 (*Bryologia Germanica*) che non chiarisce però la natura dell'usnea: 'per credenza diffusa ci si serviva di muschi chiamati *Usnea* o *Muscus* del cranio umano contro le emorragie facendoli cuocere nell'aceto..... si utilizzava come ingrediente principale dell'*Unguentum armarium* o semplicemente ponendoli in mano all'ammalato'. L'articolo afferma inoltre che per gli stessi scopi erano anche usati *Campylopus pulvinatus* e *Leskea sericea*.

La conclusione ovvia di quanto sopra, stante l'antica drammatica impossibilità di distinguere muschi e licheni, è che i farmacisti, dal '500 all'800, usassero qualunque cosa nascesse sul cranio umano per la sua evidente 'segnatura' per preparare medicinali e che questo qualcosa poteva essere sia un lichene sia un muschio. Entrambi macro-organismi pionieri capaci di colonizzare un nudo e scabro substrato calcico, che rappresenta solo una variante un po' particolare di un substrato roccioso esposto.

Dal percorso descrittivo proposto sopra emerge con evidenza che la legenda dell'immagine citata all'inizio tace (pudore scientifico ?) un uso dell'usnea del cranio che abbiamo trovato citato due volte: l'usnea era soprattutto l'ingrediente principale dell'*Unguentum armarium*.

La terapia dell'*Unguentum armarium* (unguento dell'arma) era fondata sull'*hoplochrisma*, l'azione di ungere con un linimento salutare (*chrisma*) un'arma (*hoplo*) e mostra radici molto antiche che affondano nel mito del Graal, nei cicli epici indiani e nordici. Consisteva nel curare una lesione unguendo (quindi curando) non tanto la ferita quanto l'arma che l'aveva causata e che poteva trovarsi anche a grande distanza dal ferito, oppure non l'arma stessa che aveva causato il danno, ma un suo sostituto che imitava la forma dell'arma (un sasso, un bastoncino, un pugnale) immerso preventivamente nella ferita per riaccutizzarla e bagnandosi così del suo sangue (Griffero, 2000). L'arma o il suo sostituto erano unti e bendati fino a che la ferita non si fosse rimarginata perfettamente. La cura dell'arma era un tipo di terapia famosa, persistente, diffusa anche negli ambienti colti, praticata dai medici perché ritenuta davvero salutare. La preparazione aveva anche altri nomi: *U. magneticum* o *U. sympatheticum*, ovvero, non in forma di unguento: polvere di simpatia o polvere di vetriolo (Waddell, 2003).

I componenti dell'unguento erano singolari, la ricetta base, pseudoparacelsiana per molti storici, prevedeva alcuni ingredienti considerati fondamentali: usnea del cranio e *mumia*, alcuni utili come mezzo di

sospensione: grasso (maiale, orso, manzo) e miele, altri di fantasia: lombrichi cotti, sangue umano, olio di lino, trementina, bolo armeno (una vernice di ossido di ferro), letame. Mi fermo qui perché esistono oltre cinquanta diverse ricette (Griffero, 2000). Assieme all'usnea, la cui natura è ormai chiarita, appare la *mumia*, cos'è?

La *mumia* indica nella medicina antica, un farmaco famoso, variamente composto, di consistenza bituminosa, diffuso ancora agli inizi del '900 nelle farmacie europee. Fino a questa epoca infatti lo si poteva ordinare alla farmacia Merck di Darmstadt come: *Mumia vera aegyptica*, fino ad esaurimento, per marchi 17,50 al Kg. (Griffero, 2000). Una sua precisa ed entusiastica descrizione la si può trovare nella *Histoire générale des drogues* di Pierre Pomet del 1691 (Cooper, 2004) in cui vengono citati Erodoto ed Avicenna per le notizie sulla sua preparazione. In sintesi si tratterebbe dell'essudato, composto da grasso e sostanze aromatiche, che fuoriesce dalle mummie il cui corpo era stato riempito di bitume, aloe, mirra ed altre spezie ovvero delle carni stesse mummificate. In sostanza la *mumia* rappresenta il *Liquor o Calor innatus* diffuso in tutto il corpo, la quintessenza dell'uomo che presiede alla conservazione della sua vita e ad ogni processo di cicatrizzazione e guarigione autonoma delle varie parti del corpo. Ovviamente erano frequenti i falsi.

Ma torniamo all'unguento, che ormai siamo in grado di preparare, e cerchiamo di rispondere ad alcune domande rimaste senza risposta:

- 1) quando era prescritto?
- 2) com'era la procedura terapeutica?
- 3) perché era considerato efficace? e... volendo
- 4) perché van Helmont aveva il dente avvelenato con i gesuiti ?

1 - era prescritto quando l'arma non era troppo entrata in profondità nel corpo del ferito, quando quindi non erano stati lesi nervi, tendini, arterie o qualche organo essenziale, quando, insomma, non c'era evidente pericolo di vita (Griffero, 2000).

2 - per la terapia non riporto le avvertenze e le precauzioni inadempibili, per es. quelle relative alle fasi astrologiche, le modalità di conservazione e di posizionamento dell'arma durante la terapia a seconda che la ferita fosse di punta o di taglio. Riporto invece quelle relative al trattamento collaterale della ferita. Occorreva lavare la ferita con urina del paziente o vino o acqua salata, arrestare l'emorragia cospargendo con polvere di ematite e legno di sandalo o con la stessa usnea polverizzata (una sorprendente anticipazione degli antibiotici, *Usnea* contiene l'1% in peso di acido usnico, un antibiotico) e coprire con una benda pulita. La pulizia della ferita ed il bendaggio dell'arma dovevano essere ripetuti anche quotidianamente. Esistono anche altre prescrizioni terapeutiche, più o meno rigide, valide per il paziente e per il

medico, come una dieta moderata e l'astensione da ogni attività sessuale (anche per il medico!?).

3 - l'efficacia salutare dell'unguento consisteva nel suo ingrediente occulto (Gordon, 1992): l'igiene. Le ferite pulite, lavate e trattate con polveri battericide avevano la possibilità di non infettarsi. Per convincersi di ciò basta pensare che a volte il letame o lo sterco di capra erano considerati un buon rimedio per sanare le ferite e che il flagello della cosiddetta febbre puerperale che uccideva il 12% delle neo madri cessa solo nella seconda metà dell'800, quando il medico ungherese Semmelweis dimostra che era sufficiente che i medici si lavassero le mani, dopo aver manipolato un paziente dopo l'altro, per evitare infezioni contagiose iatrogene. Va, inoltre, ricordato che l'unguento armario è uno dei pochi farmaci (l'unico dell'epoca) che non abbiano effetti collaterali dannosi e che la sua supposta capacità di curare a distanza colpisse fortemente l'immaginazione e la suggestione determinando un potente effetto placebo.

4 - veniamo al quarto punto. Nel 1621 van Helmont fu pubblicamente censurato dalla Chiesa cattolica per il suo pensiero esposto nel trattato *De Magnetica*, pubblicato senza il suo consenso dai gesuiti (Waddel, 2003). Successivamente sarà processato dall'Inquisizione e condannato agli arresti domiciliari fin quasi alla sua morte nel 1644. Nel trattato, van Helmont commenta i diversi aspetti delle cure cosiddette magnetiche o simpatetiche, tra cui la cura basata sull'unguento armario, discute gli errori e le superstizioni ed attacca la concezione aristotelica di una natura della materia basata sui quattro elementi fondamentali (fuoco, aria etc.) su cui si basava la concezione medica dell'equilibrio degli umori del corpo: sangue, bile nera e gialla, flegma.

Nel '600 i gesuiti erano i principali interpreti di una nuova visione della teologia Scolastica, a cui tutto doveva essere ricondotto, che coniugava gli insegnamenti di Aristotele e S. Tommaso d'Aquino. La censura era dovuta all'accusa di pratiche contronatura (siamo alle solite) e diaboliche (accusa ora meno frequente). L'accusa nasce dall'osservazione che la cura dell'arma opera senza un contatto fisico tra l'arma curata e la ferita, in aperta violazione, quindi, della fisica aristotelica di descrizione della natura che esclude l'azione a distanza: *nullam agens agit in distans*. La terapia agisce, quindi, contro ed al di fuori delle leggi naturali, pervertendole ed il coinvolgimento del Demonio è implicito. A nulla vale, naturalmente, l'osservazione di van Helmont che anche la calamita agisce a distanza sulla polvere di ferro, così come altri fenomeni naturali, e se si ignorano ancora le leggi naturali coinvolte non per questo le azioni sono contronatura e diaboliche, andrebbero semplicemente studiate. Ma è inutile, ad alienargli le simpatie dei teologi sono due sue considerazioni per cui davvero avrebbero potuto anticipare il '*non possumus*': la prima è che i teologi dovrebbero occuparsi di teologia e lasciare spiegare la Natura agli scienziati, la seconda,

imperdonabile, è che anche le virtù terapeutiche delle reliquie dei santi agiscono senza contatto, a distanza. Proprio un demone.

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare la dott. Giorgia Perona che per interessamento del dott. Guido Rizzi ha gentilmente tradotto alcuni brani dal tedesco.

BIBLIOGRAFIA

Anonimo, 2001 - Gebrauch und Nutzen der Moose. Bryologische Rundbriefe, Informationen zur Moosforschung in Deutschland n° 50:8. elektronischer Form auf dem Internet (<http://www.unibonn.de/Bryologie/>)

Cooper P., 2004 - Medicinal properties of body parts. Pharmaceutical Journal, 273:900-903.

Gordon N., 1992 - Lo sciamano. Rizzoli Libri, Milano. Citazione a pag. 52

Griffero T., 2000 - Immagini contagiose. Malattia e cure magnetiche nella *philosophia per ignem* di Johann Baptist van Helmont. Rivista di Estetica 15: 19-45.

Harper D. & Streeter D. 2006 - Walk on the wild side. http://www.sussex.ac.uk/press_office/bulletin/13jan06/article10.htm

Waddell M.A., 2003 - Perversion of Nature: Johannes Baptista Van Helmont, the Society of Jesus, and the Magnetic Cure of Wounds. The Canadian Journal of History 38:179-198.

**INFLUENZA DELLA GESTIONE FORESTALE E DELLA TIPOLOGIA DI BOSCO
SULLA DIVERSITÀ DEI LICHENI EPIFITI.
SVILUPPO DI UN METODO PER IL MONITORAGGIO**

Giorgio BRUNIALTI

*TerraData srl environmetrics. Dipartimento di Scienze Ambientali 'G. Sarfatti',
Via P.A. Mattioli 5, 53100 Siena*

La struttura degli ecosistemi forestali naturali è stata ampiamente modificata dallo sfruttamento dei boschi per ottenerne il legname, compromettendone la complessità e il delicato equilibrio che li caratterizza (Esseen *et al.*, 1997). Nel caso di organismi estremamente sensibili quali i licheni epifiti, questi cambiamenti possono costituire degli importanti fattori limitanti influenzando direttamente o indirettamente sulla disponibilità di luce, di umidità e di substrati ottimali per la loro crescita e propagazione (McCune *et al.*, 2000, Will-Wolf *et al.*, 2002). Per questo motivo i licheni epifiti sono stati ampiamente utilizzati come indicatori delle caratteristiche strutturali del bosco in relazione agli impatti delle pratiche selvicolturali (cfr. Will-Wolf & Scheidegger, 2002). La continuità temporale del bosco è stata una delle prime variabili ambientali ad essere considerata (Rose, 1974; Gilbert, 1976). Altri autori hanno studiato la diversità dei licheni e la composizione delle comunità a livello di bosco, di albero e di chioma osservando un gradiente di variazione delle comunità con l'altezza della chioma, imputabile ai cambiamenti di condizioni microclimatiche dal tronco alla cima dell'albero (Ellyson & Sillett 2003). Un altro approccio riguarda la misura della biomassa di alcuni licheni epifiti, principalmente fruticosi, considerati importanti come indicatori di continuità forestale (McCune, 1993; 1994; Peck & McCune, 1997; Dettki & Esseen, 2002; Lehmkuhl, 2004). In generale, questi studi hanno evidenziato una diminuzione significativa della biomassa in relazione a periodi brevi di rotazione del taglio del bosco e a pratiche di gestione forestale poco conservative e poco selettive. Altri autori hanno considerato la vitalità, il tasso di crescita (Hedenas & Ericson, 2002) e la propagazione di diaspore vegetative (Sillett *et al.*, 2000) di alcune specie indicatrici di boschi vetusti (*old-growth forest lichens*), tra cui alcune specie di *Lobaria*, per valutare l'influenza della gestione forestale (Hedenas & Ericson, 2002). Un altro tipo di studi è indirizzato alla distribuzione di specie indicatrici, come ad esempio gruppi funzionali di specie (licheni con cianobatteri, licheni penduli, *Caliciales*) o gruppi di specie in lista rossa. Su queste variabili di risposta sono state indagate le influenze di variabili predittive legate alla struttura del bosco, come la densità arborea e l'area basimetrica (Peck & McCune, 1997; McCune *et al.*, 2003; Gustaffson *et al.*, 2004; Lehmkuhl, 2004), l'età del

bosco e degli alberi (Hyvärinen *et al.*, 1992; Gustaffson *et al.*, 2004), la ricchezza di specie di altri organismi, come invertebrati (Nilsson *et al.*, 1995) e piante vascolari (Gustaffson *et al.*, 2004), i diversi piani di gestione forestale (Peck & McCune, 1997; McCune *et al.*, 2003; Dettki & Esseen, 2002).

LO 'STATO DI SALUTE' DEL BOSCO: UN PARAMETRO DI DIFFICILE DEFINIZIONE OPERATIVA

I licheni epifiti possono essere utilizzati come indicatori dell'influenza delle pratiche selvicolturali (Humphrey *et al.*, 2002; Dettki & Esseen, 2002), della struttura del bosco (Hyvärinen *et al.*, 1992), dell'età e degli stadi successionali del bosco (Holien, 1998) e dell'effetto margine prodotto dal taglio del bosco (Kivisto & Kuusinen, 2000). Questi lavori sono genericamente indirizzati alla stima e al monitoraggio della 'funzione dell'ecosistema' (*ecosystem function*) o dello 'stato di salute del bosco' (*forest ecosystem health*), caratteristiche spesso difficili da ricondurre ad una definizione operativa (Ferretti, 1995; Ferretti *et al.*, 1995). In entrambi i casi, infatti, non è stabilito a priori quale dovrebbe essere la condizione ideale o lo stato ottimale del bosco. A queste osservazioni va aggiunto che il punto di vista dell'addetto allo studio del bosco può influire notevolmente sulla definizione operativa di 'stato di salute' del bosco. Infatti, il personale che gestisce la produzione del legname, il cui scopo è di ottenere una maggior produzione di legname di buona qualità, riterrà 'maturo' e con un buono 'stato di salute' il bosco più produttivo e, nel caso della produzione di paleria, questa condizione si verificherà con boschi cedui molto giovani e anche molto lontani dalla maturità ecologica. Dall'altra parte il gestore ambientale affronterà il problema con un'ottica completamente diversa, preoccupandosi di garantire il mantenimento di ecosistemi con alta biodiversità, allo scopo sia di valorizzare l'ambiente sia di ottenere una buona produttività primaria (es. produzione di funghi commestibili e di altri prodotti del sottobosco). A questi aspetti bisogna poi aggiungere che l'equilibrio idrogeologico è altamente condizionato dalla composizione floristica dei boschi e quindi anche dalla biodiversità totale. Ad esempio un bosco d'impianto di conifere, con esemplari arborei molto fitti e con un sottobosco molto povero in specie arbustive e arboree, difficilmente riuscirà ad arginare l'effetto dilavante di piogge particolarmente intense. Infine, il conservazionista, che studia la biodiversità in tutti i suoi aspetti, è spesso condizionato dall'impostazione dei propri studi nella valutazione della 'qualità' e dello 'stato di salute' dell'ambiente, con la tendenza a considerare migliore un bosco sulla base delle proprie osservazioni e specializzazioni. In alcuni casi questi studi si limitano ad adottare un semplice approccio qualitativo e descrittivo, pur essendo supportato da una valutazione soggettiva basata su solide basi conoscitive (*expert knowledge*). Con questo tipo di approccio si corre il rischio di

focalizzare l'attenzione sulla conservazione di specie rare o di particolare pregio, perdendo di vista la protezione a livello di habitat. Inoltre, da un'analisi più approfondita non sempre la presenza di determinate specie rare può essere un indice di qualità, trattandosi, in alcuni casi, di specie al limite del loro areale di distribuzione o di specie che sono solo sporadicamente presenti in determinati ambienti.

Sebbene questi tre aspetti appena elencati sembrano rappresentare approcci completamente indipendenti per stimare la 'qualità' e lo 'stato di salute' del bosco, il crescente interesse per il mantenimento della biodiversità e per una gestione oculata delle risorse naturali dimostrano l'esigenza di elaborare metodi di monitoraggio ambientale che permettano di considerare in maniera organica tutte queste sfaccettature del problema ecologico al fine di valorizzare il territorio e allo stesso tempo di sfruttare al meglio le risorse, garantendo la sostenibilità dello sviluppo.

DA UN APPROCCIO QUALITATIVO AD UNO QUANTITATIVO

In Tabella 1 sono riportate le caratteristiche di due approcci metodologici che possono essere adottati nello studio dell'influenza del bosco sulle comunità di licheni epifiti.

Buona parte degli studi condotti finora si rifanno all'utilizzo di metodi descrittivi, basati principalmente sulla soggettività di floristi esperti. Di conseguenza, questi studi non forniscono dati quantitativi validi per effettuare inferenza statistica. I risultati, perciò, non possono essere generalizzati ad altre situazioni ambientali. Spesso in questi studi non esiste un vero e proprio piano di campionamento, ma le indagini si riducono a semplici sopralluoghi su campo, in aree con estensione e caratteristiche ambientali non comparabili. Gli studi condotti con questo approccio, perciò, si limitano spesso a fornire informazioni di tipo descrittivo, che non considerano l'influenza delle variabili ambientali sulla ricchezza specifica dei licheni. Nonostante le forti limitazioni insite in questo tipo di approccio, i risultati di queste indagini hanno spesso elevato al ruolo di organismi indicatori alcuni *taxa* rari, presenti soprattutto in condizioni di elevata continuità temporale del bosco, senza un vero e proprio processo di selezione in base all'ecologia e alla dispersione delle specie, ritenuto di fondamentale importanza da numerosi autori (Ohlson *et al.*, 1997; Caro & O'Doherty, 1999; Carignan & Villard, 2002; White, 2004). È il caso dell'approccio adottato da alcuni lichenologi nello studio della continuità forestale, che ha portato all'elaborazione di indici di continuità ecologica del bosco basati su liste di specie distribuite prevalentemente in boschi maturi (Rose, 1974; 1976; 1992; Coppins & Coppins, 2002; Diederich, 1991; Etayo & Gomez-Bolea, 1992; Gustaffson *et al.*, 1992; Longàn & Gomez-Bolea, 1996). Nonostante le liste di specie di questi studi rispondano bene alle caratteristiche di boschi con alta continuità a scala locale, non è possibile estendere questi risultati dalla scala locale a cui sono stati condotti a scala

maggiore e, soprattutto, adattarli ad altre realtà geografiche (Nordén & Appelqvist, 2001). Questo approccio, basato sulla soggettività, rende questi indici ecologici inapplicabili in situazioni diverse da quelle in cui sono stati elaborati per i seguenti motivi (Carignan & Villard, 2002; White, 2004):

- le specie osservate nell'area studio indagata possono avere un areale di distribuzione limitato;
- spesso le liste non sono riferite ad un'unità spaziale (es. numero o frequenza specie/ha) e quindi non hanno una valenza oggettiva;
- manca un metodo formale e univoco per la stima della lista di specie.

Approccio qualitativo	Approccio statistico
Basato sull' <i>expert knowledge</i>	Basato su un campionamento casuale
Non fornisce dati quantitativi su cui effettuare inferenza statistica	Fornisce dati quantitativi su cui effettuare inferenza statistica
Non permette di generalizzare i risultati	I risultati possono essere utilizzati per costruire modelli predittivi
Metodologie non estendibili ad altre situazioni	Metodologie estendibili ad altre situazioni
Studio descrittivo che non considera l'influenza delle variabili ambientali	Studio sperimentale con possibilità di correlare i dati floristici con dati macro e micro ambientali
<p><i>Esempi:</i> Elaborazione degli indici ecologici di continuità forestale: Index of Ecological Continuity (Rose, 1974), Revised Index of Ecological Continuity (Rose, 1976), New Index of Ecological Continuity (Rose, 1992)</p>	<p><i>Esempio:</i> Modelling long-term effects of forest management on epiphytic lichens in northern Sweden (Dettki & Esseen, 2002) Use of a smoother to forecast occurrence of epiphytic lichens under alternative forest management plans (Mc Cune <i>et al.</i>, 2003) Assessing rarity of species with low detectability: lichens in pacific northwest forests (Edwards <i>et al.</i>, 2004)</p>
Basati su liste di specie selezionate soggettivamente e presenti solo in particolari situazioni ambientali	Basati su campionamento probabilistico e su elaborazioni di modelli predittivi

Tabella 1 - Schema esemplificativo delle caratteristiche di indagini svolte con approccio qualitativo e quantitativo.

Questa caratteristica contribuisce a rendere poco confrontabili e ripetibili gli studi condotti da operatori diversi. Ad esempio, lo specialista di determinati

gruppi di specie indirizzerà lo sforzo della ricerca a specifiche nicchie ambientali, trascurando altri settori dell'ecosistema magari molto ricchi in specie.

Inoltre, bisogna considerare l'importanza dell'intensità e del tempo di campionamento. Uno studio condotto a livello locale e con un buon intervallo di tempo a disposizione risulterà in una stima della biodiversità più accurata rispetto ad un areale vasto ma poco esplorato (Brunialti *et al.*, 2004). Da queste considerazioni risulta evidente l'esigenza di adottare un disegno di campionamento basato su un approccio statistico. I vantaggi rispetto ad un'indagine qualitativa sono notevoli ed è per questo motivo che negli ultimi anni si stanno sempre più diffondendo studi basati su questo approccio (Tabella 1), che permette di ottenere stime quantitative su cui costruire modelli predittivi.

GESTIONE FORESTALE E DIVERSITÀ LICHENICA

Le pratiche selvicolturali influiscono direttamente sulla struttura e sulla composizione specifica dei boschi modificandone indirettamente le condizioni microclimatiche, quali la disponibilità di luce e umidità, la presenza di nicchie ecologiche e la disponibilità di substrati ottimali per lo sviluppo delle comunità licheniche caratteristiche degli habitat boschivi (Rose, 1992). Diversi autori hanno descritto la relazione tra gestione forestale e diversità lichenica (cfr. Will-Wolf *et al.*, 2002). In particolare, la pratica della ceduzione agisce come fattore limitante, secondo alcuni principali meccanismi di alterazione dell'habitat:

- a) eliminazione del substrato. Il taglio e la rimozione degli alberi colonizzati sono il primo meccanismo diretto che agisce negativamente sulla colonizzazione lichenica
- b) frammentazione dell'habitat (Saunders *et al.*, 1991; Esseen *et al.*, 1997; Spence, 2001; Dettki & Esseen, 2002; Will-Wolf & Scheidegger, 2002). La gestione forestale intensiva ha portato alla frammentazione dei boschi ad alto fusto, aumentando il rapporto tra margine e interno della foresta e le distanze tra habitat favorevoli ai licheni
- c) limitazione nella dispersione dei propaguli (Esseen *et al.*, 1996; Sillet *et al.*, 2000; Hilmo & Sastad, 2001). Il taglio frequente (ogni 15-30 anni) blocca sistematicamente la successione delle comunità epifite ai primi stadi pionieri (es. licheni crostosi). Inoltre, pochissimi individui raggiungono la maturità sessuale o propagativa e viene significativamente diminuito il numero di propaguli in grado di colonizzare nuovi substrati (Hilmo & Sastad, 2001; Dettki & Esseen, 2002)
- d) alterazione delle caratteristiche microclimatiche dell'habitat. La ceduzione altera radicalmente molte caratteristiche microclimatiche del bosco: la luce diffusa, l'irraggiamento diretto (Gauslaa & Solhaug, 1996; Palmqvist & Sundberg, 2000) e il vento (Kivisto & Kuusinen, 2000) aumentano

considerevolmente, mentre, di conseguenza, l'umidità diminuisce (Nash, 1996). In questi habitat modificati le specie caratteristiche di boschi ad elevata continuità spaziale e temporale non riescono a sopravvivere (Gauslaa, 1995; Holien, 1996; Mc Cune, 2000).

Negli ultimi anni sono stati sviluppati modelli predittivi che permettono di stimare la presenza, l'abbondanza e la distribuzione dei licheni epifiti in relazione all'influenza di diversi piani di gestione forestale (Peck & McCune, 1997; Dettki & Esseen, 2002; McCune *et al.*, 2003; Gustaffson *et al.*, 2004; Edwards *et al.*, 2004). Dettki & Esseen (2002), hanno considerato l'influenza di diversi scenari di gestione forestale sulla biomassa di licheni penduli (*Alectoria sarmentosa*, *Bryoria* spp. e *Usnea* spp.), dimostrando come questo parametro sia altamente influenzato dalla lunghezza del periodo di rotazione del taglio del bosco. Infatti, secondo questi autori, un uso continuo del taglio raso può comportare la perdita del 19% dell'abbondanza di licheni penduli dopo 100 anni. La situazione migliore si ha con una rotazione lunga (160 anni) che può incrementare di tre volte la biomassa iniziale dei licheni penduli.

UN CASO STUDIO PER L'INDIVIDUAZIONE DI TECNICHE SPERIMENTALI ADATTE

Sebbene in Italia i licheni siano ampiamente utilizzati per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico (Nimis *et al.*, 2001) e sebbene buona parte del territorio nazionale sia costituito da aree boschive, questo tipo di studi è ancora poco diffuso, a parte qualche applicazione sporadica in Sardegna (Zedda, 2002), Liguria (Giordani, 2004; 2006; Giordani & Brunialti, 2005; Viglione *et al.*, 2005), Toscana (Loppi *et al.*, 1999; Benesperi & Fappiano, 2005) e in alcune aree boschive peninsulari (Giordani *et al.*, 2004, 2005; Caniglia *et al.*, 2005; Nascimbene *et al.*, 2005). In particolare, non sono ancora stati effettuati studi pilota, basati su un protocollo accurato e riproducibile, che permettano di conoscere le variazioni delle comunità licheniche in relazione alla struttura e alla complessità dei boschi della fascia mediterranea.

In questo contributo vengono riportati i risultati salienti di un progetto svolto con l'obiettivo di approfondire questi ultimi aspetti e di sviluppare un modello dettagliato per descrivere i rapporti tra colonizzazione lichenica, ricchezza specifica di piante vascolari e briofite e fattori ambientali legati alle pratiche selvicolturali (Brunialti, 2006). La conoscenza dei principali fattori che regolano lo sviluppo dei licheni epifiti ha permesso di individuare su base statistica gruppi di specie indicatrici delle caratteristiche strutturali del bosco, di studiare le relazioni tra la diversità lichenica e quella di altri gruppi di organismi e di elaborare un metodo che permetta di estendere le indagini a larga scala.

Materiali e metodi

Le indagini sono state condotte nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi (AR). Proporzionalmente all'estensione dei boschi demaniali dell'area, sono state selezionate 22 Aree di Saggio (AdS), precedentemente indagate per lo studio della biodiversità di piante vascolari e briofite (Progetto TopModel, Chiarucci *et al.*, 2003; Chiarucci & Bonini, 2005), affiancato allo studio della struttura e delle caratteristiche chimico-fisiche del bosco (Progetto MON.I.TO., Chiarucci *et al.*, 1996; Ferretti *et al.*, 1996).

Le stazioni includono 6 tipologie forestali: faggeta (9 AdS), abetina (5), cerreta (2), bosco misto di latifoglie (2), pineta a pino nero (2) e rimboschimento a douglasia (2). In totale, sono stati rilevati 183 alberi (37% del totale dei plot) appartenenti a 12 specie arboree (*Fagus sylvatica*, *Pseudotsuga menziesii*, *Alnus glutinosa*, *Quercus cerris*, *Pinus nigra*, *Abies alba*, *Fraxinus ornus*, *Prunus avium*, *Ostrya carpinifolia*, *Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*, *A. obtusatum*).

All'interno di ciascuna Ads, costituita da un plot quadrato di 400 m², è stato effettuato il rilevamento della diversità lichenica in un plot di 200 m² (10×20 m).

Le specie licheniche epifite sono state campionate mediante un reticolo costituito da 4 subunità di 10×50 cm, ciascuna divisa in cinque quadrati di 10×10 cm, posizionati sul tronco degli alberi con circonferenza maggiore di 50 cm, ad 1 m dal suolo, a N, S, E ed W (Nimis *et al.*, 2001; Asta *et al.*, 2002). L'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL) è stato calcolato come la somma delle frequenze delle specie licheniche presenti nel reticolo di campionamento.

Per ciascuna AdS, sono state considerate le seguenti variabili stazionali (Chiarucci *et al.*, 2003): area basimetrica (m²/ha), densità arborea (N alb/ha), N° totale di alberi, circonferenza media degli alberi (cm), N° di alberi con circonferenza >120 cm, età media degli alberi, N° di specie arboree, arbustive ed erbacee, N° di specie di briofite.

Elaborazioni statistiche

I dati sono stati elaborati a tre livelli di approfondimento: a livello di rilievo (732 rilievi), a livello di albero (183 alberi), a livello di plot (22 plot). I dati relativi alle variabili di risposta a livello di plot (200 m²) sono stati messi in relazione con le variabili ambientali rilevate a livello di AdS (400 m²) nel corso del progetto TopModel.

È stata considerata l'influenza sulle variabili di risposta (N° di specie licheniche, IBL) delle seguenti variabili predittive: esposizione del reticolo (N,S,E,W); substrato arboreo (*Quercus cerris*, *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus nigra*, *Alnus glutinosa*, *Prunus avium*, *Ostrya carpinifolia*); tipologia forestale (faggeta, cerreta, bosco misto di caducifoglie, abetina, pino nero, douglasia); gestione forestale (ceduo, ceduo invecchiato, fustaia); densità arborea (N° di alberi/ha); area basimetrica (m²/ha); circonferenza degli alberi (cm); N° di 'alberi vetusti' (con circ.>120 cm); età

media degli alberi (anni); N° di specie arboree (totale per AdS); N° di specie arbustive (totale per AdS); N° di specie erbacee (totale per AdS); N° di specie di briofite (epifiti, epilittici ed epigei; totale per AdS).

Per ridurre il 'rumore' dovuto alle specie rare e ai plot poco rappresentativi questi sono stati eliminati dal dataset prima di ogni analisi multivariata mediante analisi degli *outlier*.

Per studiare l'influenza delle variabili predittive sulle variabili di risposta sono state utilizzate statistiche non parametriche sia di analisi univariata (ANOVA di Kruskal-Wallis; test di Kolmogorov-Smirnov; correlazione lineare per ranghi di Spearman) che multivariata (NMS; Non Metric Multidimensional Scaling, misura di distanza di Sørensen, Shepard, 1962; Kruskal, 1964).

Il metodo dell'Indicator Value (IV, Dufrene & Legendre, 1997) è stato utilizzato per trovare le specie e i gruppi di specie indicatrici di una determinata situazione ambientale (habitat e diversi livelli di fattori di disturbo). L'IV è basato sulla combinazione dell'abbondanza e della frequenza relative di ciascuna specie in ciascun gruppo considerato. La significatività statistica del massimo IV calcolato è stata valutata mediante un test Monte Carlo.

Le analisi statistiche sono state realizzate avvalendosi dei software STATISTICA 6.0 (StatSoft Italia srl 2001) e PcORD 4.0 (MJM Software Design), che includono numerosi moduli di statistiche descrittive, analisi univariate e multivariate. Per ulteriori approfondimenti sulle tecniche utilizzate si rimanda a Brunialti (2006).

Efficienza del campionamento nella selezione degli alberi substrato

Sulla base dei dati, relativi al censimento degli individui arborei appartenenti alle 16 specie, disponibili dal database del Progetto TopModel (Chiarucci *et al.*, 2003), è stato possibile calcolare l'efficienza percentuale della tattica di campionamento adottata. I plot (10×20 m) interni alle 22 AdS (20×20 m), hanno permesso di rilevare 183 alberi su un totale di 496 disponibili (con circ>50 cm), rappresentativi del 37%. L'efficienza % della tattica di campionamento nella selezione degli alberi oscilla da un minimo del 12% degli esemplari campionati in cedui di faggio molto giovani (4 alberi rilevati su 33 disponibili) ad un massimo del 100% in un bosco misto di faggio e cerro. Questa variabilità nell'efficienza del campionamento è risultata influenzata dalla distribuzione degli alberi e dall'eterogeneità geomorfologica di ciascuna AdS.

Il campionamento ha permesso di rilevare la biodiversità lichenica in corrispondenza di 12 su 16 specie arboree, che rappresentano il 69% delle specie disponibili. Le specie arboree maggiormente rappresentate nel campione sono *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Pinus nigra*, *Quercus cerris* e *Pseudotsuga menziesii*.

La tattica di campionamento utilizzata è risultata efficace e adottabile anche in monitoraggi su vasta scala e di lungo periodo. Infatti, essa ha consentito di

ottenere una buona rappresentatività delle AdS, con la possibilità di correlare la diversità lichenica con variabili ambientali dei boschi considerati. Inoltre, il rilevamento di una porzione dell'AdS (il plot) ha permesso di ridurre i tempi e i costi di un'eventuale campagna condotta su tutti gli alberi delle 22 AdS.

Tempistica del campionamento

Nella messa a punto di un protocollo sperimentale e nella pianificazione di una campagna di biomonitoraggio è molto importante conoscere il tempo richiesto da ogni fase del lavoro in modo da valutare l'applicabilità delle procedure e da migliorare la qualità dei dati (cfr. Olsen *et al.*, 1999). Soprattutto nel caso di monitoraggi della biodiversità, il tempo a disposizione per ogni fase del rilevamento può influenzare notevolmente i risultati. Ad esempio, nel caso del *Forest Health Monitoring program*, relativo al monitoraggio dello stato di salute delle foreste degli Stati Uniti orientali tramite licheni (Tallent-Halsell, 1994), il campionamento è a tempo limitato in modo da standardizzare i risultati ottenuti dai diversi operatori coinvolti nel monitoraggio.

In questo lavoro sono stati calcolati i tempi necessari per lo svolgimento delle fasi del campionamento. In media i tempi di raggiungimento del centro della stazione dalla sede logistica si aggirano sui 40 minuti per AdS, anche se in alcune stazioni remote sono state necessarie 2 ore di avvicinamento, sia per la lontananza della stazione che per la difficoltà nella georeferenziazione del punto precedentemente campionato. La fase di delimitazione dei plot ha richiesto dai 2 ai 18 minuti, essendo influenzata dalle caratteristiche geomorfologiche e vegetazionali della stazione.

La maggior parte del tempo è stata dedicata al rilevamento della biodiversità lichenica, che ha richiesto in media da 1 a 5 minuti, rispettivamente per una sub-unità del reticolo e per le 4 sub-unità a livello di albero, con un tempo di rilevamento medio per AdS di 44 minuti (min-max: 11 - 120 min).

Questo studio di fattibilità ha permesso di stabilire che una stazione di campionamento può essere campionata in media nell'arco di 2 ore, con un tempo massimo di 270 minuti nelle situazioni più complesse. Questi risultati confermano l'applicabilità del protocollo per lo svolgimento di indagini a larga scala sia spaziale che temporale, come osservato anche nel paragrafo precedente.

Risultati

In totale sono state rilevate 64 specie di licheni epifiti. Le 6 tipologie forestali presentano in media un IBL=27 e un N° di specie=14. La lista floristica evidenzia una prevalenza di licheni crostosi appartenenti a stadi pionieri del *Parmelion*, con molte specie appartenenti ai generi *Lecanora* e *Pertusaria*. Le specie fogliose a lobi larghi sono rappresentate principalmente dai generi *Melanelia*, *Parmelia* e *Parmelina*, mentre i generi *Phyrcia* e *Physconia* caratterizzano i licheni fogliosi a lobi stretti. La comunità di

Xanthorion è meno rappresentata, con specie come *Caloplaca cerinella*, *C. ferruginea*, *Candelariella xanthostigma* e *Xanthoria parietina*, che si sviluppano soprattutto in corrispondenza di boschi con una maggior disponibilità di luce sotto chioma. Rose (1992) considera la presenza di questa alleanza all'interno dei boschi una conseguenza dell'intervento delle attività umane, in particolar modo della frammentazione degli habitat, con un conseguente aumento delle polveri, e del pascolo, che contribuisce a basificare i substrati.

La ricchezza specifica dei licheni è risultata significativamente influenzata dalla tipologia forestale (K-W H, $p < 0.001$) e dal substrato arboreo, con un gradiente crescente di biodiversità passando dalle conifere alle caducifoglie (K-W H, $p < 0.001$). I boschi di conifere presentano una diversità lichenica molto bassa, mentre cerrete e boschi misti evidenziano la maggior diversità lichenica, nelle faggete si rileva una situazione intermedia. I valori più bassi delle faggete possono essere interpretati sulla base di due fattori il cui effetto probabilmente è sinergico: a) questi boschi tendono ad essere quasi sempre monospecifici offrendo pochi microhabitat adatti per la colonizzazione; b) il faggio presenta caratteristiche della scorza poco favorevoli all'insediamento di comunità mature di licheni. La disponibilità di luce, la varietà di microhabitat e la ricchezza di piante vascolari rendono boschi misti e cerrete habitat ideali per la colonizzazione lichenica, pur essendo boschi con un turno di ceduzione breve.

Per quanto riguarda i parametri ambientali direttamente legati alla gestione forestale, la diversità lichenica risulta negativamente correlata con area basimetrica, N° di alberi 'vetusti' e con la circonferenza degli alberi totali e di quelli rilevati (Spearman, $p < 0,05$).

La gestione forestale influisce significativamente sia sui valori di IBL che sulla ricchezza specifica (K-W H, $p < 0,01$). In particolare, la categoria gestionale che risulta più vantaggiosa per lo sviluppo di comunità ricche di specie è il ceduo invecchiato (IBL=63, 8 specie). Si tratta di boschi di caducifoglie (principalmente cerrete e faggete) in conversione ad alto fusto, caratterizzati da alberi ben distanziati tra di loro e con una buona disponibilità di luce sotto chioma. I boschi cedui, pur essendo caratterizzati dal maggior numero medio di specie licheniche per albero (9 specie), ospitano una diversità lichenica intermedia (IBL=58), ma comunque molto superiore rispetto alle fustaie. Questi boschi (cerrete, boschi misti e faggete) sono soggetti a turni brevi di taglio (15-30 anni), che comportano un notevole fattore di disturbo per le specie caratteristiche del bosco, poco tolleranti ai cambiamenti ambientali repentini. I tronchi delle matricine, che vengono rilasciate in seguito al taglio raso del bosco, sono soggetti a drastici cambiamenti ambientali durante il ciclo di taglio, che possono essere tollerati solo da poche specie normalmente eliofile, xerofile e dalla distribuzione ubiquitaria, che lentamente possono soppiantare le specie caratteristiche dei

boschi maturi (Rose, 1992). Infine, le fustaie, pur essendo i boschi con la maggior continuità temporale dell'area di studio, risultano molto povere di specie principalmente perché sono molto dense, poco illuminate e omogenee. Il fatto che si tratti di boschi coetanei costituisce un ulteriore fattore limitante per la colonizzazione dei licheni epifiti poiché mancano alberi vetusti che possano garantire una continuità temporale per la dispersione delle specie (Hilmo & Sastad, 2001; Peck & McCune, 1997).

Dall'analisi multivariata (NMS) si ottiene un ordinamento che spiega il 64,2% della varianza complessiva (R^2 cumulativo=0,642). Area basimetrica, età media degli alberi e numero di alberi 'vetusti' sono negativamente correlati con la diversità lichenica e sono associati ad abetine e faggete con una bassa ricchezza specifica di piante vascolari e briofite. Si tratta di boschi caratterizzati da alberi di grosse dimensioni, piuttosto fitti, con un sottobosco povero in specie vegetali. Si può ipotizzare che la luce e le caratteristiche della scorza siano in questo caso i principali fattori limitanti per la colonizzazione lichenica.

La ricchezza specifica dei diversi gruppi di piante vascolari (arboree ed erbacee) e, soprattutto, delle briofite è risultata correlata con la ricchezza di specie di licheni. Questo risultato conferma la possibilità di utilizzare la diversità lichenica come *proxy* della biodiversità complessiva delle foreste e nell'individuare probabili *hotspots* di biodiversità in cui svolgere studi più approfonditi.

Selezione di specie licheniche indicatrici

I risultati dell'indicator analysis hanno permesso di selezionare gruppi di specie indicatrici di caratteristiche strutturali e microambientali dei boschi considerati e di individuare le relazioni che intercorrono tra questi gruppi di licheni e la ricchezza specifica di altri gruppi di organismi. In particolare, sono state individuate 22 specie, alcune delle quali (*Buellia griseovirens*, *Candelariella xanthostigma*, *Dimerella pineti*, *Evernia prunastri*, *Flavoparmelia caperata*, *Lecanora carpinea*, *Lecidella elaeochroma*, *Parmelia sulcata*, *Pertusaria amara*, *Pertusaria pertusa*, *Phlyctis argena*, *Tephromela atra* var. *torulosa*) risultano influenzate da fattori ambientali legati sia alla struttura del bosco (area basimetrica, densità arborea, ecc.), sia alla biodiversità di altri organismi vegetali (piante vascolari e briofite). Si tratta di specie da comuni a molto comuni, che sono caratteristiche di habitat forestali e per questo sensibili agli interventi che ne possono alterare l'integrità. Alcune di esse risultano avvantaggiate dalle pratiche selvicolturali, come ad esempio le specie eliofile e moderatamente xerofile *Evernia prunastri* e *Candelariella xanthostigma*, che sono preferenzialmente legate a boschi cedui ($IV > 50$ e $p < 0,05$), mentre *Dimerella pineti* risulta associata alle fustaie con valori elevati di area basimetrica ($IV = 50$ e $p < 0,05$). Solo tre *taxa* risultano legati esclusivamente alla diversità di piante vascolari e briofite (*Lecanora chlorotera*, *Lepraria sp.* e *Parmelia saxatilis*), mentre un gruppo di 7 specie è

influenzato dalle caratteristiche strutturali del bosco (*Lecanora albella*, *Lecanora horiza*, *Lepraria lobificans*, *Melanelia subaurifera*, *Parmelina tiliacea*, *Pleurosticta acetabulum*, *Ramalina fraxinea*).

Sulla base di questi risultati sarà possibile, nell'ambito di future indagini di monitoraggio, seguire la distribuzione di questi gruppi di specie per ottenere informazioni sull'alterazione dei boschi.

Conclusioni e sviluppi futuri della ricerca

Questo lavoro rappresenta un progetto pilota per lo studio dell'effetto della gestione forestale sui licheni epifiti. I risultati hanno permesso di individuare i principali fattori limitanti per la biodiversità lichenica e di confermare il possibile ruolo di indicatori di questi organismi in relazione alla struttura, alla complessità e alla continuità ecologica del bosco.

In particolare, la gestione del bosco influisce significativamente sulla diversità dei licheni epifiti principalmente a causa di fattori ambientali legati alla struttura del bosco come la specie arborea substrato, la tipologia forestale, l'area basimetrica e l'età media degli alberi. La ceduzione avvantaggia lo sviluppo di specie ubiquitarie a discapito delle specie adattate a boschi vetusti (*old-growth forest lichens*), che, probabilmente per questo motivo, non sono presenti nella lista floristica dello studio, pur essendo stati rilevati nel territorio delle Foreste Casentinesi (Tretiach & Nimis, 1994). Sicuramente un processo di conversione del ceduo ad alto fusto e soprattutto il mantenimento e la formazione di boschi disetanei sarebbe ideale per lo sviluppo di comunità licheniche mature. Al contrario, le fustaie coetanee, molto dense e strutturalmente poco complesse, sono molto povere di specie. In questo caso i principali fattori limitanti per i licheni epifiti sono la disponibilità di luce sotto chioma e la carenza di nicchie ecologiche da colonizzare. Questi risultati sono in linea con quanto riportato in letteratura per altre regioni bioclimatiche. Infatti, la maggior parte degli autori concorda sulla necessità di garantire un maggior rilascio di alberi in seguito ai tagli del bosco (McCune *et al.*, 2003), di utilizzare tagli maggiormente selettivi (Hedenas & Ericson, 2002), di mantenere una buona percentuale di alberi maturi e non solo giovani matricine (Peck & McCune, 1997), di aumentare il periodo di rotazione (Dettki & Esseen, 2002) e di lasciare a terra il legno morto in modo da garantire la disponibilità di nicchie ecologiche importanti per licheni, funghi e comunità di organismi ad essi associati (Nilsson *et al.*, 1995; Ohlson *et al.*, 1997).

Esiste una buona correlazione tra complessità specifica di licheni e di piante vascolari e briofite, che indica la possibilità di utilizzare i licheni come *proxy* della biodiversità complessiva delle foreste. Negli sviluppi futuri della ricerca, sarà interessante considerare anche altri gruppi chiave per stabilire l'equilibrio degli ecosistemi boschivi come funghi, piccoli invertebrati, uccelli, mammiferi, per approfondire quanto riportato in numerosi lavori che trattano della congruenza tra gruppi funzionali di *taxa* (Nilsson *et al.*, 1992; Pharo *et*

al., 1999; 2000; Gunnarsson *et al.*, 2004; Scholes & Biggs, 2005). Il processo di selezione delle specie indicatrici ha permesso di individuare alcune specie in grado di rispondere significativamente alle variabili ambientali individuate sulla base del modello predittivo. Questo set di specie potrà venire utilizzato per monitorare siti forestali che vengono rilevati periodicamente nell'ambito di progetti di portata nazionale (MON.I.TO.) e internazionale (CONECOFOR). In particolare, le informazioni sull'ecologia di queste specie indicatrici potrebbero rilevarsi estremamente utili nell'interpretazione dei risultati del progetto *ForestBiota* (Stofer *et al.*, 2003), che a livello nazionale prevede lo studio della diversità lichenica in 12 siti CONECOFOR italiani e che potrebbe estendersi a tutti i siti italiani ed europei (Giordani *et al.*, 2004; 2005). Infine, le specie indicatrici, individuate in seguito al processo di selezione, potranno essere utilizzate per elaborare metodi semplificati di *Rapid Biodiversity Assessment*, sull'esempio della realtà nord americana (Tallent-Halsell, 1994; Neitlich & McCune, 1997; McCune *et al.*, 2003). Questi approcci semplificati dovranno prevedere metodi di campo semplici che possano essere utilizzati anche da personale non specializzato (es. guardie forestali, operatori delle comunità montane, ecc.), con una buona accuratezza e ripetibilità (Will-Wolf *et al.*, 2002) in modo da ottenere una maggiore diffusione del monitoraggio delle risorse naturali in ambiente boschivo.

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare tutti coloro che hanno contribuito allo svolgimento del progetto. In particolare ringrazio Alfonso Riva, Emanuele Vallone e Luisa Frati per la preziosa collaborazione durante il lavoro di campo e la successiva elaborazione dei dati. Ringrazio inoltre Stefano Loppi, Alessandro Chiarucci, Marco Ferretti e Paolo Giordani per i preziosi suggerimenti e le stimolanti discussioni.

BIBLIOGRAFIA

- ASTA J., ERHARDT W., FERRETTI M., FORNASIER F., KIRSCHBAUM U., NIMIS P.L., PURVIS W., PIRINTSOS S., SCHEIDEGGER C., VAN HALUWYN C., WIRTH V., 2002 - Mapping lichen diversity as an indicator of environmental quality. In: Nimis P.L., Scheidegger C. & Wolseley P. (eds.). *Monitoring with Lichens - Monitoring Lichens*. Kluwer, Dordrecht, pp. 273-281.
- BENESPERI R. & FAPPIANO A., 2005 - Influenza della gestione forestale sulla distribuzione di *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. nell'Appennino settentrionale e Alpi Apuane (Toscana, Italia centrale). *Informatore Botanico*, 37 (1): 392-393.
- BRUNIALTI G., 2006 - Effetti della gestione e della tipologia forestale sulla diversità dei licheni epifiti. Tesi di Dottorato. Università di Siena.
- BRUNIALTI G., GIORDANI P., FERRETTI M., 2004 - Discriminating between the good and the bad: quality assurance is central in biomonitoring studies. In:

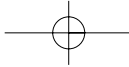
- Wiersma B. (ed.): *Environmental Monitoring*. CRC Press LLC, Cap. 20: 443-464.
- CANIGLIA G., DALLE VEDOVE M., NASCIMBENE J., NICLI M., ZORER R., 2005 - Licheni epifiti nei popolamenti forestali del Cansiglio. *Notiziario Società Lichenologica Italiana*, 18: 67-68.
- CARIGNAN V. & VILLARD M.A., 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environmental Monitoring and Assessment*, 78: 45-61.
- CARO T.M. & O'DOHERTY G., 1999 - On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology*, 13 (4): 805-814.
- CHIARUCCI A. & BONINI I., 2005 - Quantitative floristics as a tool for the assessment of plant diversity in Tuscan forests. *Forest Ecology and Management*, 212: 160-170.
- CHIARUCCI A., BONINI I., DE DOMINICIS V., 1996 - VASCULAR PLANT DIVERSITY. IN: BARTOLOZZI L., BUSSOTTI F., DE DOMINICIS V., FERRETTI M. (eds.). *Program MONITO. Concepts, structure and 1995 results*. Regione Toscana, Giunta Regionale Publisher, Firenze, pp. 57-61.
- CHIARUCCI A., BONINI I., RIVA A., CASINI F., FRATI L., ROCCHINI D., DE DOMINICIS V., 2003 - Biodiversità: una valutazione della componente vegetale. MON.I.TO., Giornata di Lavoro, 'Stato di salute, inquinamento e biodiversità delle foreste toscane'. Firenze, 6 Novembre 2003.
- COPPINS A.M. & COPPINS B.J., 2002 - Indices of Ecological Continuity for woodland epiphytic lichen habitats in the British Isles. *British Lichen Society*, Wimbledon. 36 pp.
- DETTKI H. & ESSEEN P.-A., 2002 - Modelling long-term effects of forest management on epiphytic lichens in northern Sweden. *Forest Ecology and Management*, 5949: 1-16.
- DIEDERICH P., 1991 -Les forêts luxembourgeoises à longue continuité historique. *Bull. Soc. Naturalistes Luxemb.*, 92: 31-39.
- DUFRENE M. & LEGENDRE P., 1997 - Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366.
- EDWARDS T.C., CUTLER D.R., GEISER L., ALEGRIA J., MCKENZIE D., 2004 - Assessing rarity of species with low detectability: lichens in Pacific Northwest Forests. *Ecological Applications*, 14 (2): 414-424.
- ELLYSON W.J.T. & SILLETT S., 2003 - Epiphyte communities on sitka spruce in an old-growth redwood forest. *Bryologist*, 106 (2): 197-211.
- ESSEEN P.-A., EHNSTROM B., ERICSON L., SJOBERG K., 1997 - Boreal forests. *Ecological Bulletins*, 46: 16-47.
- ESSEEN P.-A., RENHORN K.-E., PETERSSON R.B., 1996 - Epiphytic lichen biomass in managed and old-growth boreal forests: effect of branch quality. *Ecological Applications*, 6: 228-238.

- ETAYO J. & GOMEZ-BOLEA A., 1992 - Estabilidad ecológica por medio de bioindicadores líquénicos en robledales de los Pirineos Atlánticos. *Fol. Bot. Misc.*, 8: 61-75.
- FERRETTI M., 1995 - Valutazione dello stato di salute dei boschi come esperienza integrata di monitoraggio ambientale. In: Gasparo D. & Zappa L. (eds.). *Organismi come bioindicatori ambientali*. Ecothema, Trieste, pp. 133-157.
- FERRETTI M., BROGI L., BUSSOTTI F., DE DOMINICIS V., 1996 - Il programma MON.I.TO, MONitoraggio Intensivo delle foreste TOscane. Concetti metodi e struttura operativa. *Monti e boschi*, 3: 11-21.
- FERRETTI M., BUSSOTTI F., COZZI A., CENNI F., 1995 - Forest decline and environmental pollution in Italy. A critical reassessment. *Agr. Med. Special Volume*, 248-265.
- GAUSLAA Y. & SOLHAUG K. A., 1996 - Differences in the susceptibility to light stress between epiphytic lichens of ancient and young boreal forest stands. *Functional Ecology*, 10: 344-354.
- GAUSLAA Y., 1995 - The *Lobarion*, an epiphyte community of ancient forests threatened by acid rain. *Lichenologist*, 27: 59-76.
- Gilbert O.L., 1976 - An alkaline dust effect on epiphytic lichens. *Lichenologist*, 8: 173-178.
- GIORDANI P. & BRUNIALTI G., 2005 - La diversità lichenica epifita, in relazione a variabili macro- e microambientali. *Informatore Botanico*, 37 (1): 406-407.
- GIORDANI P., 2004 - Licheni epifiti come biomonitors dell'alterazione ambientale. Influenza delle variabili ecologiche sulla diversità lichenica. Tesi di dottorato. Università di Trieste
- GIORDANI P., 2006 - Variables influencing the distribution of epiphytic lichens in heterogeneous areas: a case-study for Liguria (NW-Italy). *Journal of Vegetation Science*, 17: 195-206.
- GIORDANI P., BRUNIALTI G., NASCIBENE J., GOTTARDINI E., CRISTOFOLINI F., ISOCRONO D., MATTEUCCI E., PAOLI L., 2004 - Aspects of biological diversity in the CONECOFOR plots. III. Epiphytic lichens. Rapporto interno progetto CONECOFOR, in stampa.
- GIORDANI P., BRUNIALTI G., NASCIBENE J., GOTTARDINI E., CRISTOFOLINI F., ISOCRONO D., MATTEUCCI E., PAOLI L., 2005 - Progetto *ForestBiota*. biodiversità lichenica in foresta: applicazioni e prospettive. Congresso annuale Società Lichenologica Italiana, Trieste, 29-30 settembre 2005.
- GUNNARSSON B., HAKE M., HULTENGREN S., 2004 - A functional relationship between species richness of spiders and lichens in spruce. *Biodiversity and Conservation*, 13: 685-693.
- GUSTAFFSON L., APPELGREN L., JONSSON F., NORDIN U., PERSSON A., WESLIEN J-O, 2004 - High occurrence of red-listed bryophytes and lichens in mature managed forests in boreal Sweden. *Basic and Applied Ecology*, 5: 123-129.

- GUSTAFFSON L., FISKEJÖ A., INGELÖG T., PETERSSON B., THOR G., 1992 - Factors of importance to some lichen species of deciduous broad-leaved woods in southern Sweden. *Lichenologist*, 24: 255-266.
- HEDENAS H. & ERICSON L., 2002 - Response of epiphytic lichens on *Populus tremula* in a selective cutting experiment. *Ecological Applications*, 13 (4): 1124-1134.
- HILMO O. & SASTAD S.M., 2001 - Colonization of old-forest lichens in a young and an old boreal *Picea abies* forest: an experimental approach. *Biological Conservation*, 102: 251-259.
- HOLIEN H., 1996 - Influence of site and stand factors on the distribution of crustose lichens of the *Caliciales* in a suboceanic spruce forest area in central Norway. *Lichenologist*, 26: 315-330.
- HOLIEN H., 1998 - Lichens in spruce forest stands of different successional stages in central Norway with emphasis on diversity and old growth species. *Nova Hedwigia*, 66: 283-324.
- HUMPHREY J.W., DAVEY S., PEACE A.J., FERRIS R., HARDING K., 2002 - Lichen and bryophyte communities of planted and semi-natural forests in Britain: the influence of site type, stand structure and deadwood. *Biological Conservation*, 107: 165-180.
- HYVÄRINEN M., HALONEN P., KAUPPI M., 1992 - Influence of stand age and structure on the epiphytic lichen vegetation in the middle- boreal forests of Finland. *Lichenologist*, 24: 165-180.
- KIVISTO L. & KUUSINEN M., 2000 - Edge effect on the epiphytic lichen flora of *Picea abies* in middle boreal Finland. *Lichenologist*, 32: 387-398.
- KRUSKAL J.B., 1964 - Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. *Psychometrika*, 29:115-129.
- LEHMKUHL J.F., 2004 - Epiphytic lichen diversity and biomass in low-elevation forests of the eastern Washington Cascade range, USA. *Forest Ecology and Management*, 187: 381-392.
- LONGÀN A. & GOMEZ-BOLEA A., 1996 - Epiphytic lichen diversity on *Quercus ilex* in well-developed forests in Catalonia, Spain. In: The third Symposium IAL 3 Progress and problems in lichenology in the nineties. Salzburg, Austria, 1-7 September 1996. Book of abstracts, p. 168.
- LOPPI S., BONINI I., DE DOMINICIS V., 1999 - Epiphytic lichens and bryophytes of forest ecosystems in Tuscany (central Italy). *Cryptogamie Mycol.*, 20: 127-135.
- MCCUNE B., 1993 - Gradients in epiphyte biomass in three *Pseudotsuga-Tsuga* forests of different ages in western Oregon and Washington. *Bryologist*, 96: 405-441.
- MCCUNE B., 1994 - Using epiphytic litter to estimate epiphyte biomass. *Bryologist*, 97: 396-401.
- MCCUNE B., 2000 - Lichen communities as indicators of forest health. *Bryologist*, 103: 353-356.

- MCCUNE B., ROSENTRER R., PONZETTI J.M. AND SHAW D.C., 2000 - Epiphyte habitats in an old conifer forest in Western Washington, U.S.A. *Bryologist*, 103 (3): 417-427.
- MCCUNE B., BERRYMAN S.D., CISSEL J.H., GITELMAN A.I., 2003 - Use of a smoother to forecast occurrence of epiphytic lichens under alternative forest management plans. *Ecological Applications*, 13: 1110-1123.
- NASCIMBENE J., GIORDANI P., RAVERA S., ISOCRONO D., CANIGLIA G., DALLE VEDOVE M., NICLI M., BENESPERI R., FAPPIANO A.S., BRUNIALTI G., FRATI L., MATTEUCCI E., POTENZA G., LAPENNA M.R., PUNTILLO D., GRILLO M., CANIGLIA G.M., MARTELLI S., VALCUVIA PASSADORE M., OTTONELLO D., 2005 - Il 'Progetto *Lobaria*': indagini sui popolamenti di *Lobaria pulmonaria* in Italia. Congresso annuale Società Lichenologica Italiana, Trieste, 29-30 settembre 2005.
- NASH T.H. III, 1996 - Photosynthesis, respiration, productivity and growth. In: Nash T.H. III (ed.). *Lichen Biology*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 88-120.
- NEITLICH P.N. & MCCUNE B., 1997 - Hotspots of epiphytic lichen diversity in two young managed forests. *Conservation Biology* 11: 172-182.
- NILSSON S.G., ARUP U., BARANOWSKI R., EKMAN S., 1995 - Tree-dependent lichens and beetles as indicators in conservation forests. *Conservation Biology*, 9: 1208-1215.
- NIMIS P.L., FERRETTI M., BINI G., BONANNINI M., FERRARESE R., FORNASIER F., BRUNIALTI G., CORSINI A., GIORDANI P., ISOCRONO D., MANCINI L., PIERVITTORI R., TRETJACH M., VISENTIN R., 2001 - I.B.L. Indice di biodiversità lichenica. ANPA Manuali e Linee guida 2/2001:185.
- NORDÉN B. & APPELQVIST T., 2001 - Conceptual problems of ecological continuity and its bioindicators. *Biodiversity and Conservation*, 10: 779-791.
- OHLSON M., SÖDERSTRÖM L., HÖRNBERG G., ZACKRISSON O., HERMANSSON J., 1997 - Habitat qualities versus long-term continuity as determinants of biodiversity in boreal old-growth swamp forests. *Biological Conservation*, 81: 221-231.
- OLSEN A.R., SEDRANSK J., EDWARDS D., GOTWAY C.A., LIGGETT W., RATHBUN S., RECKHOW K.H., YOUNG L.J., 1999 - Statistical issues for monitoring ecological and natural resources in the United States. *Environmental Monitoring and Assessment*, 54: 1-45.
- PALMQVIST K. & SUNDBERG B., 2000 - Light use efficiency of dry matter gain in five macrolichens: relative impact of microclimate conditions and species-specific traits. *Plant, Cell and Environment*, 23: 1-14.
- PECK J.E. & MCCUNE B., 1997 - Remnant trees and canopy lichen communities in western Oregon: a retrospective approach. *Ecological Applications*, 7: 1181-1187.
- PHARO E.J., BEATTIE A.J., BINNS D., 1999 - Vascular plant diversity as a surrogate for bryophyte and lichen diversity. *Conservation Biology*, 13: 282-292.

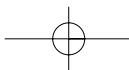
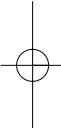
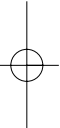
- PHARO E.J., BEATTIE A.J., PRESSEY R.L., 2000 - Effectiveness of using vascular plants to select reserves for bryophytes and lichens. *Biological Conservation*, 96: 371-378.
- ROSE F., 1974 - The epiphytes of oak. In: Morris M.G. & Perring F.H. (eds.). *The British oak. Its history and natural history*. EW Classey, Faringdon, pp. 250-273.
- ROSE F., 1976 - Lichenological indicators of age and environmental continuity in woodlands. In: Brown D.H., Hawksworth D.L. & Bailey R.H. (eds.). *Lichenology: progress and problems*. Academic Press, London, pp. 279-307.
- ROSE F., 1992 - Temperate forest management: its effects on bryophyte floras and habitats. In: Bates J.W. & Farmer A.M. (eds.). *Bryophytes and lichens in a changing environment*. Clarendon Press, Oxford, pp. 211-233.
- SAUNDERS D.A., HOBBS R.J., MARGULES C.R., 1991 - Biological consequences of ecosystem fragmentation. A review. *Conservation Biology*, 5: 18-32.
- SCHOLES R.J. & BIGGS R., 2005 - A biodiversity intactness index. *Nature*, 434: 45-49.
- SHEPARD R.N., 1962 - The analysis of proximities: Multidimensional scaling with an unknown distance function. I. *Psychometrika*, 27: 125-139.
- SILLETT S.C., McCUNE B., PECK J.E., RAMBO T. R., RUCHTY A., 2000 - Dispersal limitations of epiphytic lichens result in species dependent on old-growth forests. *Ecological Applications*, 10: 789-799.
- SPENCE J.R., 2001 - The new boreal forestry: adjusting timber management to accommodate biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution*, 16: 591-593.
- STOFER S., CATALAYUD V., FERRETTI M., FISCHER R., GIORDANI P., KELLER C., STAPPER N., SCHEIDEGGER C., 2003 - Epiphytic Lichen Monitoring within the EU/ICP Forests Biodiversity Test-Phase on Level II plots. (<http://www.forest-biota.org>).
- TALLENT-HALSELL N.G. (ed.), 1994 - Forest health monitoring. Field methods guide. EPA/620/R-94/027. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- TRETIACH M. & NIMIS P.L., 1994 - Una collezione di licheni dalle Foreste Casentinesi (Camaldoli, Toscana). *Notiziario Società Lichenologica Italiana*, 7: 25-32.
- VIGLIONE S., TIXI S., MALASPINA P., BRUNIALTI G., GIORDANI P., 2005 - Valutazione della rarità di *Lobaria pulmonaria* in aree antropizzate e forestate in Alta Val D'Aveto. *Notiziario Società Lichenologica Italiana*, 18: 63-64.
- WHITE G.J., 2004 - Selection of ecological indicators for monitoring terrestrial systems. In: Wiersma B. (ed.). *Environmental Monitoring*. CRC Press LLC, Cap. 10: 263-282.
- WILL-WOLF S. & SCHEIDEGGER C., 2002 - Monitoring lichen diversity and ecosystem function. An Introduction. In: Nimis P.L., Scheidegger C. &

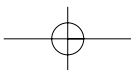
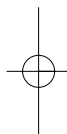
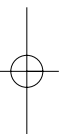
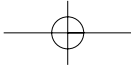


Wolseley P. (eds.). Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens. Kluwer, Dordrecht, pp. 143-145.

WILL-WOLF S., ESSEEN P-A. & NEITLICH P., 2002 - Monitoring biodiversity and ecosystem function: forests. In: Nimis P.L., Scheidegger C. & Wolseley P. (eds.). Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens. Kluwer, Dordrecht, pp. 203-222.

ZEDDA L., 2002 - The epiphytic lichens on *Quercus* in Sardinia (Italy) and their value as ecological indicators. Englera, 24: 1-457.





**L'ESPERIENZA DI TERRADATA ENVIRONMETRICS:
NUOVA IMPRESA SPIN-OFF DELL'UNIVERSITÀ DI SIENA**

Giorgio BRUNIALTI, Luisa FRATI, Giovanni BACARO, Filippo BUSSOTTI,
Marco CALDERISI, Alessandro CHIARUCCI, Michela MARIGNANI, Simona
MACCHERINI, Duccio ROCCHINI e Marco FERRETTI

*TERRADATA srl environmetrics. Dipartimento di Scienze Ambientali
'G. Sarfatti', Via P.A. Mattioli 5, 53100 Siena*

Nell'ambito del monitoraggio ambientale l'utilizzo di organismi viventi come indicatori di stato degli ecosistemi si sta affermando sempre di più come uno strumento di controllo e verifica in concomitanza con strumenti di monitoraggio più tradizionali. I licheni rappresentano un esempio di indicatori biologici ampiamente utilizzati in questo contesto. Sono necessarie competenze lichenologiche approfondite per poter applicare queste tecniche, ma allo stesso tempo è altrettanto necessario un doveroso confronto con altri settori dell'ecologia e un'integrazione con competenze provenienti da formazioni diverse. Infatti, con l'apporto di nuove conoscenze che permettano di elaborare in maniera ottimale i dati, di adottare piani di campionamento idonei, di interpretare i risultati alla luce di modelli diffusionali degli inquinanti, è possibile ottenere un valore aggiunto rispetto a lavori condotti esclusivamente da esperti di lichenologia. Questo è solo uno dei tanti esempi di come l'innovazione nel settore del monitoraggio ambientale possa derivare da una calibrata combinazione di competenze e di curricula che permetta di ottenere risultati del tutto sinergici. Questo approccio rappresenta una delle caratteristiche basilari su cui abbiamo puntato quando abbiamo deciso di intraprendere l'esperienza di TerraData environmetrics.

In questo breve articolo presentiamo i primi passi della nostra attività come esempio ben riuscito di applicazione della ricerca di base al mondo dell'imprenditoria, con la convinzione che la nostra esperienza possa essere utile per avviare simili attività in altri contesti accademici italiani.

SPIN-OFF DELL'UNIVERSITÀ DI SIENA

TerraData è uno spin-off accademico dell'Università di Siena. Con il termine anglosassone *spin-off* si definisce una società, normalmente con carattere altamente innovativo, che nasce in seno ad una società più grande. Quest'ultima, credendo nell'idea imprenditoriale della neonata, le fa da incubatore per alcuni anni garantendole in questo modo la possibilità di formarsi, assestarsi, rendersi indipendente e affermarsi. Nel caso degli spin-off accademici, nati nell'ambito degli atenei italiani, esistono numerosi esempi di realtà altamente innovative che hanno confermato negli ultimi anni come la costituzione di strutture di questo tipo rappresenti un importante strumento di

trasferimento tecnologico, in quanto consente di diffondere sul mercato le conoscenze specifiche sviluppate nelle strutture di ricerca universitarie.

Si intuisce subito quali possano essere i mutui vantaggi per entrambe le controparti e quale sia la potenzialità di una simile collaborazione. Spesso, infatti, si manifesta un mancato trasferimento dei risultati della ricerca accademica al mondo esterno e alla società, anche se questo trasferimento di conoscenze potrebbe rivelarsi potenzialmente importante per i suoi risvolti applicativi.

TerraData environmetrics nasce proprio da questi presupposti, dalla volontà di trasferire il know-how dall'ambiente accademico alla società civile in modo da ottenere nuovi stimoli per la ricerca di base e dall'impostare le linee di ricerca in maniera ottimale, a partire da questo colloquio.

LA NASCITA

TerraData environmetrics nasce nell'aprile del 2006 in seguito ad un lungo percorso di affinamento segnato da alcune tappe basilari quali la ricerca delle competenze, l'analisi del mercato, i contatti con l'ufficio spin-off dell'Università di Siena e la partecipazione ad un corso sugli spin-off accademici, organizzato da Liaison Office e dalla Provincia di Siena. Al termine di questo processo, il business plan dell'azienda è stato vagliato e approvato da una commissione spin-off, costituita da esperti nel settore dell'economia aziendale, dal consiglio di Dipartimento di Scienze Ambientali e dal consiglio di amministrazione dell'Università di Siena. L'attività della società è iniziata il 1 giugno 2006.

LA NOSTRA MISSIONE

TerraData environmetrics è una società di servizi il cui settore di attività è la valutazione e il monitoraggio ambientale. I nostri servizi sono rivolti essenzialmente a tutte le tipologie di soggetti pubblici e privati la cui attività può avere un impatto sull'ambiente.

Possiamo dire che la nostra missione sia quella di sviluppare, integrare, trasferire ed applicare i risultati della ricerca scientifica promuovendo metodi quantitativi per la valutazione e il monitoraggio dell'ambiente e delle risorse naturali. Da questo deriva il nome dell'azienda: *TerraData*, dati che riguardano gli ecosistemi terrestri ed *environmetrics*, parametri quantitativi e statistici che riguardano l'ambiente.

CHI SIAMO

La società si è formata all'interno del Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di Siena che ha costituito l'ambiente ideale per l'incontro di un gruppo di ricercatori con interessi comuni. Ed è in questo contesto che le idee hanno preso forma a partire da uno stadio embrionale. Come per una buona ricetta ci sono voluti i giusti ingredienti: le persone adatte, le competenze complementari, le buone idee e una grande forza di volontà per metterle in pratica. La nostra avventura è iniziata così, un gruppo di persone che si

incontrano per comuni interessi nelle proprie linee di ricerca, che si conoscono e collaborano da anni. Ma soprattutto i 10 soci di TerraData sono accomunati dalla comune visione del monitoraggio ambientale e delle soluzioni alle problematiche ambientali.

UN'ELEVATA ETEROGENEITÀ

Il team di TerraData è caratterizzato da un'alta eterogeneità di competenze. I soci provengono da settori che vanno dalle scienze ambientali, biologiche, forestali e naturali alla chimica, con interessi che spaziano dallo studio dell'inquinamento alla biodiversità, ai cambiamenti ambientali, alla gestione delle risorse e al ripristino ambientale, fino alla chimica ambientale e alla qualità dei dati. Argomenti affrontati con approcci diversi, da osservazioni di campo al remote sensing, alle analisi GIS e statistiche. Nonostante questo quadro estremamente diversificato ci accomunano gli stessi interessi quali la necessità di promuovere l'integrazione di tecniche di studio diverse, un approccio quantitativo allo studio dell'ambiente, la volontà di promuovere la qualità dei dati ambientali.

STRUTTURA DELLA SOCIETÀ

La società è strutturata secondo una precisa ripartizione dei ruoli e dei compiti tra i soci. Abbiamo un Consiglio di Amministrazione costituito da tre persone, una direzione tecnica (DT) ed una commerciale (DC) e responsabili per ogni settore di competenza e per ogni singola competenza della società. Abbiamo anche previsto un organo esterno alla società, un comitato scientifico con il compito di revisionare i nostri lavori e di garantirne la correttezza scientifica. Abbiamo stabilito l'iter per lo sviluppo di progetti: DT e DC individuano un responsabile di progetto e stabiliscono la ripartizione del lavoro tra i soci. Il Responsabile di Progetto assolve al ruolo di curare i contatti con i committenti e seguire il lavoro in tutte le sue fasi.

I NOSTRI SETTORI DI ATTIVITÀ

Si possono distinguere tre principali settori di competenza: - il monitoraggio delle risorse naturali - la gestione sostenibile - il recupero, la formazione, l'aggiornamento e la divulgazione.

RESOCONTO DEI PRIMI MESI DI ATTIVITÀ

Le prime azioni di marketing che abbiamo intrapreso hanno riguardato essenzialmente la cura dell'immagine mediante la realizzazione di un logo, di un sito internet, di una carta dei servizi e di biglietti da visita che fossero accomunati da uno stesso stile, in modo da rendere inconfondibile il nostro marchio e il messaggio della nostra comunicazione.

Il secondo aspetto di cui ci siamo occupati riguarda i contatti della società non solo con i partner e le persone con cui i soci collaborano già da anni, ma anche con nuovi contatti interessati alle attività della nostra società.

Il terzo aspetto riguarda invece la partecipazione e l'organizzazione di convegni scientifici.

Tra le attività scientifiche, ma anche di marketing, svolte dall'azienda abbiamo organizzato un convegno sul tema del monitoraggio dell'ozono con la collaborazione di Università di Firenze e Pisa e Accademia dei Georgofili a cui hanno partecipato c.a 100 esperti del settore provenienti da tutta l'Italia. Al termine del workshop è stato firmato da tutti un documento per stimolare le autorità coinvolte nella gestione del problema ozono a prendere provvedimenti in merito.

Per quanto riguarda i primi frutti del nostro lavoro, alcune collaborazioni si sono concretizzate in lavori con una forte componente di ricerca. Un progetto ci ha visti coinvolti nell'allestimento di una rete di biomonitoraggio mediante licheni nei pressi di una centrale termoelettrica situata nel Parco del Ticino, al confine tra Piemonte e Lombardia, in collaborazione con il Dipartimento di Colture Arboree dell'Università di Torino. Uno studio di geologia di Siena ci ha commissionato il monitoraggio dell'impatto di una cava di ghiaia. Abbiamo sviluppato per ARPAT un corso di formazione professionale sul biomonitoraggio dell'inquinamento da ozono mediante piante di tabacco. Ci siamo occupati anche di biodiversità nell'ambito del progetto 'Georeferenziazione e modellizzazione dei dati floristici a scala nazionale', inserito nel contesto del progetto IPA (Important Plant Areas), che ci è stato commissionato dal CIRBEF dell'Università di Roma.

IN CERCA DI COLLABORAZIONI

La natura stessa di TerraData, la sua continua ricerca per garantire lo sviluppo e l'innovazione delle tecniche di monitoraggio ambientale, fa sì che sia un sistema aperto, estremamente disponibile alla collaborazione con qualsiasi struttura che senta l'esigenza di operare nel settore ambientale con un approccio di qualità superiore. Nell'ambito dei primi mesi di attività abbiamo cercato di curare in modo particolare le collaborazioni che i singoli soci avevano prima della fondazione della società e allo stesso tempo di ampliare il nostro raggio d'azione cercando nuovi contatti. In particolare, finora abbiamo sviluppato una rete di circa 500 contatti nel settore della gestione ambientale, abbiamo presentato 44 progetti di cui 4 sono stati svolti. La maggior parte di questi riguarda contatti presi nell'ambito della regione Toscana, seguiti da contatti nel Lazio e in altre regioni italiane. Sono tuttora in corso trattative per lo sviluppo di ulteriori progetti e abbiamo provveduto a coinvolgere anche alcuni colleghi del Dipartimento con competenze complementari alle nostre.

RINGRAZIAMENTI

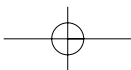
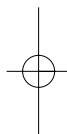
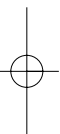
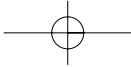
Desideriamo ringraziare per la preziosa collaborazione Alberto D'amico (Liaison Office), i docenti del corso "Diventare impresa" e in particolare Caterina Fiore, Michele Viti e Gaetano Torrisi, il cui contributo è stato essenziale per la redazione del BP e per l'impostazione della strategia di marketing. Ringraziamo inoltre i nostri colleghi del Dipartimento di Scienze Ambientali per avere accolto la nostra iniziativa con entusiasmo.

**PREMIO TESI DI LICHENOLOGIA
2006**

*Il Premio Tesi "Laurea Specialistica – Vecchio Ordinamento" 2006 è stato assegnato a Massimo Piccotto per la dissertazione Effetti degli stress ambientali e antropogenici sull'emissione di fluorescenza clorofilliana nel lichene *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale.*

*Il Premio Tesi "Laurea Triennale" 2006 è stato conferito ad Andrea Miceli che ha presentato la tesi Utilizzo di impianti di *Evernia prunastri* come bioindicatori per la stima della contaminazione da Hg⁰ e H₂S nell'area geotermica del Monte Amiata (Toscana meridionale).*

Complimenti ai neo-dottori !



**EFFETTI DEGLI STRESS AMBIENTALI E ANTROPOGENICI
SULL'EMISSIONE DI FLUORESCENZA CLOROFILLIANA
NEL LICHENE *FLAVOPARMELIA CAPERATA* (L.) HALE**

Massimo PICCOTTO

*Università degli Studi di Trieste
Laurea magistrale*

In questo lavoro sono state studiate le variazioni dell'emissione di fluorescenza clorofilliana del lichene epifita *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale mediante un fluorimetro a impulsi di luce modulata "MINI-PAM" (Walz, Effeltrich, Germania). Il lavoro si articola in due parti principali: 1) valutazione degli effetti indotti da fattori ambientali (fotoinibizione, disidratazione e stagionalità), 2) valutazione degli effetti indotti dall'inquinamento urbano.

Lo studio degli effetti della fotoinibizione e della disidratazione è stato condotto tanto in campo, nei pressi di una cerreta nell'altopiano carsico triestino, quanto in laboratorio. In questa parte della ricerca sono state principalmente monitorate le variazioni indotte sul parametro Fv/Fm dapprima su campioni fortemente disidratati e fotoinibiti, e successivamente sugli stessi campioni durante un periodo di recupero.

È stato inoltre effettuata una ricerca per valutare se, attraverso questa metodologia, fosse possibile rilevare l'effetto della stagionalità sull'attività fotosintetica del fotobionte. Per questo esperimento sono stati effettuati, nell'arco dell'anno, campionamenti lungo un transetto altitudinale perpendicolare alla costa, nella Toscana meridionale, dal Parco della Maremma al Monte Amiata, in tre stazioni individuate nei tre più importanti tipi di consorzi boschivi (lecceta mediterranea sempreverde, querceta termofila decidua, castagneta).

Con il materiale campionato ogni tre mesi sono state effettuate delle curve di induzione, a intensità luminosa costante, e delle curve di risposta alla luce a intensità luminose crescenti. I principali parametri analizzati sono stati il rateo di trasporto degli elettroni (ETR) e l'estinzione della fluorescenza per via non fotochimica (NPQ).

Per valutare gli effetti indotti dall'inquinamento urbano, è stato effettuato un esperimento che ha previsto l'esposizione di alcuni campioni in cinque stazioni situate rispettivamente a Trieste, Lignano Sabbiadoro (UD), Udine, San Giovanni al Natisone (UD) e presso la dolina di Percedol (TS), caratterizzate da diverse condizioni climatiche e di inquinamento dell'aria, in cui sono presenti centraline di monitoraggio. Su questi campioni sono state condotte delle curve di induzione alla luce ad una intensità di 175 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a 40 e 90 giorni di esposizione, che sono state confrontate con quelle ottenute prima dell'esposizione, ed è stato effettuato un confronto esteso ai principali parametri derivati (Fo, Fm, Fv/Fm, FF/Fm', qP, NPQ, qN, Rfd, Fdr).

I risultati ottenuti dall'analisi degli effetti della disidratazione e della fotoinibizione possono essere così riassunti:

1) le misure effettuate sia in campo che in laboratorio dimostrano che il parametro Fv/Fm è un buon indicatore dello stato di fotoinibizione del fotobionte;

2) l'emissione di fluorescenza varia a seconda che il tallo sia cresciuto in un ambiente ben illuminato o in un ambiente in cui la luce incidente è prevalentemente di tipo diffuso;

3) i talli fortemente disidratati non hanno particolari capacità di attivare meccanismi di fotoprotezione contro l'intenso irraggiamento, che, per essere avviati, necessitano probabilmente di un modesto grado di idratazione;

4) il range tipico dei valori di F_v/F_m osservati in campo sui talli fortemente fotoinibiti spazia da 0.330 a 0.450.

Dallo studio dell'emissione di fluorescenza sul materiale campionato in differenti stagioni, si è osservato che:

5) questa metodologia può essere utilizzata anche per studi di carattere ecologico, in quanto si è osservato che i licheni con i parametri fotosintetici più elevati sono stati sempre quelli campionati nella querceta caducifolia, dove *Flavoparmelia caperata* raggiunge il massimo valore di copertura e frequenza;

6) da un confronto effettuato tra il materiale campionato nelle diverse stagioni, è risultato che i mesi in cui questo lichene è più attivo sono marzo e dicembre, caratterizzati da una minore copertura fogliare (quindi maggiore irraggiamento) e abbondanza di precipitazioni.

I risultati ottenuti dallo studio conclusivo sugli effetti dello stress da inquinamento urbano hanno fornito probabilmente il risultato più interessante, in quanto è stato dimostrato che questa metodologia può essere applicata, con le dovute attenzioni, nel campo del biomonitoraggio ambientale qualora venga applicato un rigoroso protocollo sperimentale, che in questo caso è stato messo a punto in base alle conoscenze acquisite nella prima fase del lavoro.

Mediante l'esposizione di campioni nelle stazioni caratterizzate da diverse condizioni climatiche e di inquinamento dell'aria è stato infatti possibile interpretare le differenze osservate tra le misure pre- e post-esposizione di alcuni dei parametri misurati come il diretto effetto dell'azione degli inquinanti aerodiffusi, in particolare l'anidride solforosa e l'ossido di azoto. Va sottolineato che i parametri rivelatisi più significativi (per esempio NPQ, qN) non sono gli stessi che erano stati suggeriti da precedenti autori, che avevano ottenuto non a caso risultati di problematica interpretazione.

Questi risultati nel loro complesso aprono interessanti prospettive nel campo del biomonitoraggio ambientale.

**DIVERSITÀ ED ECOLOGIA DEL GENERE *XANTHOPARMELIA* S.LAT.
UN CASO STUDIO IN LIGURIA**

Guido RIZZI

*Università degli Studi di Genova
Laurea magistrale*

Il genere *Xanthoparmelia* (Hale, 1974; 1990; Elix *et al.*, 1986a) comprende circa 600 specie di cui 19 segnalate per l'Europa e 11 per l'Italia (Giordani *et al.*, 2002). È il più numeroso *taxon* tra i licheni fogliosi; è caratterizzato da colorazione giallo-verde dovuta alla presenza di acido usnico o isousnico (Blanco *et al.*, 2004). Colonizza preferenzialmente substrati silicei e ha una distribuzione prevalentemente centrata nell'emisfero Australe. All'interno di questo *taxon*, si riscontra una straordinaria variabilità a livello chimico rappresentata da più di 40 *chemosindromi*, di cui però solo quattro sono presenti nelle specie Europee.

Il genere *Neofuscelia* comprende 130 specie, di cui solo 11 finora segnalate per l'Europa e 7 per l'Italia (Giordani *et al.*, 2003). La colorazione è verde-marrone per la presenza di melanine. Recentemente Blanco *et al.* (2004) hanno proposto di accorpare *Neofuscelia* ed altri generi affini a *Xanthoparmelia* sulla base di spiccate affinità filogenetiche, chimiche e morfologiche. Infatti, sulla base delle analisi molecolari è stata evidenziata la monofileticità di questi taxa, anche se *Neofuscelia* costituisce un cluster omogeneo all'interno di un gruppo più ampio costituito da *Xanthoparmelia*.

Lo scopo di questo lavoro è approfondire la conoscenza dei generi *Xanthoparmelia* e *Neofuscelia* mediante diversi approcci e metodologie di studio. La necessità nasce dalla controversa posizione tassonomica ed ecologica che questi due generi attualmente occupano. In particolare si è voluto verificare se l'inquadramento dei taxa, realizzato su base filogenetica, corrisponda con la variabilità morfologica e con i requisiti ecologici delle specie a diverse scale spaziali (nazionale, regionale e locale). Il lavoro è stato suddiviso in diverse fasi:

1. revisione morfologica dei campioni di *Xanthoparmelia* s.lat. (incl. *Neofuscelia*). Per fare questo sono stati visionati più di 1000 campioni provenienti da diversi erbari del mondo (ASU, O, GE, TSB, HUT, FI, SIENA, GZU, MO, PAV, ROMA, PAD)

2. studio della distribuzione e dell'ecologia delle specie a livello di macroscale. Sulla base dei dati di erbario e di materiale raccolto nel corso di indagini di campo ad hoc è stata valutata la distribuzione sul nostro territorio del gruppo *Xanthoparmelia* s.lat. (Giordani *et al.*, 2002; 2003). I dati così raccolti sono stati analizzati in relazione ai substrati colonizzati, alle regioni bioclimatiche e alle fasce altitudinali per ottenere informazioni sull'ecologia delle specie a livello di macroscale

3. studio della distribuzione e dell'ecologia delle specie a livello di mesoscala. Sono stati raccolti dati quantitativi sulle specie in stazioni di campionamento in Sardegna e Liguria. Queste due regioni sono caratterizzate da una moderata variabilità climatica e vi si ritrovano diverse fasce bioclimatiche. La Sardegna è inoltre la regione con un'elevata diversità specifica all'interno del genere

4. studio della distribuzione e dell'ecologia delle specie a livello locale. Successivamente ho incentrato l'attenzione sull'ecologia di queste specie in un'area ligure, studiando la loro distribuzione in relazione al tipo di substrato, al clima, all'altitudine, alla piovosità, alla distanza dal mare e ad altri fattori microambientali. E' stata inoltre prestata particolare attenzione alla distribuzione, per tutti e tre i livelli d'indagine, delle coppie di specie morfologicamente e chimicamente affini ("pair species"). Si è cercato di chiarire, almeno per le specie italiane appartenenti a questo *taxon*, quali siano le condizioni ecologiche che determinano la condivisione dell'areale e quale sia la tendenza di queste specie nell'analisi dei gruppi.

Da un punto di vista morfologico, chemotassonomico ed ecologico (a tutte le scale di indagine), le specie di *Neofuscelia* formano un cluster distinto, anche se nidificato all'interno di *Xanthoparmelia* s.s. Questo risultato sembra concordare con quello delle analisi filogenetiche di Blanco *et al.* (2004).

Ecologia: è stata riscontrata una grande variabilità di habitat nella distribuzione delle specie sul territorio italiano, sono state inoltre osservate notevoli potenzialità di adattamento a diverse condizioni climatiche, altitudinali, di substrato, questo porta a concludere che le specie studiate abbiano un range di condizioni ecologiche ampio, il che conferma la difficoltà nell'inquadrare in modo preciso l'ecologia di ogni singola specie. Volendo tracciare comunque alcune linee generali si può evidenziare che le specie di *Xanthoparmelia* s.s. sono generalmente più xerofile, omogeneamente distribuite e comuni rispetto alle specie di *Neofuscelia*.

Frequenza: il rapporto con cui le specie di *Xanthoparmelia* s.s. e *Neofuscelia* compaiono in un'area campionata è solitamente intorno a (X)3:(N)1; elaborando i dati post determinazione si delinea una divisione in tre gruppi di frequenza: specie molto comuni, specie moderatamente presenti, specie rare. Il numero elevato di campioni esaminati a livello delle tre indagini di studio (circa 2000 talli), ha portato a scoprire tre specie nuove per l'Italia ed una per l'Europa. **Esposizione:** anche se i dati non supportano inconfutabilmente questo modello, si ipotizza che le esposizioni a Nord del versante possano essere un fattore limitante alla colonizzazione delle specie studiate.

Substrato: i dati raccolti inducono a pensare che calcari e calpionella e serpentiniti in condizioni particolari, agiscano come fattori limitanti nella colonizzazione lichenica delle specie studiate; basalto e diaspro nelle diverse condizioni di degradazione in cui sono stati osservati, sembrano non influire

in nessun modo sull'efficacia di colonizzazione da parte dei licheni. Questo porta alla convinzione che il tipo di substrato, all'interno delle stazioni osservate, possa limitare solo parzialmente la crescita di *Xanthoparmelia* s.lat. e nei modi sopra descritti, il tutto è in linea tra l'altro con il comportamento osservato per altri generi, per cui le differenze di distribuzione sono attribuibili soprattutto ad altri fattori ecologici quali ad esempio esposizione del versante ed insolazione.

Pair species, specie morfologicamente e chimicamente simili:

A macroscala Le specie simili sembrano occupare nicchie diverse a livello di macroscala.

A mesoscala Osservando la distribuzione delle coppie di specie e delle "pair species" si osserva una tendenza per alcune a sovrapporre in vaste parti il loro areale. Dati interessanti emergono per le coppie di specie che differiscono per la modalità di riproduzione (vegetativa-sessuale): *N. delisei-loxodes* - *X. angustiphylla-conspersa* - *X. cumberlandia-plittii*. Solo queste tre coppie ("pair species") infatti, a questo livello d'indagine, dimostrano di possedere areali molto sovrapposti.

A scala locale Anche la quarta coppia *X. somloensis-protomatrae* condivide la distribuzione e le preferenze ecologiche. Per la maggior parte delle coppie di specie quindi si rilevano significative affinità dal punto di vista ecologico. Tranne che per *X. pulla* vs. *X. perrugata* non si osservano variazioni significative del comportamento delle specie in relazione a fattori ecologici a livello microambientale, gli areali sono praticamente sovrapposti. Per questa coppia di Neofuscelie emergono differenze significative ad esempio preferenze di crescita in versanti opposti (ovest-est), su substrati diversi (basalto-diaspro) e in condizioni climatiche differenti.

**VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI CONTAMINAZIONE DELL'AMBIENTE URBANO
DI SIENA CAUSATO DALLE EMISSIONI VEICOLARI**

Emanuele VALLONE

Università degli Studi di Siena

Laurea magistrale

La presente tesi è stata intrapresa allo scopo di valutare il livello di contaminazione dell'ambiente urbano dovuto alle emissioni veicolari e definire i rischi per la salute umana. Lo studio è stato effettuato nell'area urbana di Siena, particolarmente adatta allo scopo in quanto, ad eccezione del riscaldamento domestico, il traffico veicolare rappresenta l'unica fonte d'inquinamento atmosferico. I campionamenti, effettuati nel periodo Marzo-Maggio 2005, hanno riguardato il particolato atmosferico, con l'utilizzo di autocampionatori ad aspirazione, e licheni epifiti, sia come bioindicatori, tramite appositi indici di biodiversità, che come bioconcentratori, tramite l'utilizzo di trapianti. I filtri degli autocampionatori e i trapianti di lichene sono stati poi analizzati in laboratorio per determinare il contenuto di una serie di elementi in traccia d'interesse tossicologico ed ambientale. I risultati hanno mostrato che le principali fonti di elementi in traccia associati al particolato atmosferico sono le reazioni di combustione dei combustibili fossili, il deterioramento di alcune componenti del veicolo e le polveri di origine naturale.

UTILIZZO DI IMPIANTI DI *EVERNIA PRUNASTRI* COME BIOINDICATORI PER LA STIMA DELLA CONTAMINAZIONE DA Hg⁰ E H₂S NELL'AREA GEOTERMICA DEL MONTE AMIATA (TOSCANA MERIDIONALE)

Andrea MICELI

Università degli Studi di Siena
Laurea triennale

È noto come in Europa esistano numerose anomalie geotermiche e come in alcune aree le temperature alla profondità di 5000 m possano superare i 240°C. In Italia le zone comprendenti l'alto Lazio e la Toscana rappresentano i siti di maggior interesse per quanto riguarda tale fenomeno, sfruttato per la generazione di energia elettrica.

La zona di studio di questo lavoro riguarda un'area del Monte Amiata in cui, grazie a cinque impianti geotermici, si produce circa il 14% di energia elettrica su scala regionale. I fluidi geotermici di questa area presentano elevati livelli di mercurio metallico (Hg⁰) a causa dei depositi di cinabro presenti nella zona. Le emissioni di mercurio dalle centrali geotermoelettriche variano tra i 300 e i 400 g/h per MW di potenza elettrica installata. Queste emissioni sono associate al rilascio di 7-8 kg/h MW di solfuro di idrogeno (H₂S). Il mercurio è rilasciato sotto forma di Hg⁰ allo stato di vapore e raggiunge l'atmosfera con la frazione di gas incondensabile principalmente costituita da CO₂ (94-98%); l' H₂S è presente c.a. per l'1%, mentre l' Hg⁰ raggiunge una concentrazione di c.a. 1-10 mg/Nm³.

Lo scopo della presente tesi è quello di valutare gli effetti dell'Hg⁰ e dell' H₂S sui licheni, organismi estremamente sensibili, attraverso la determinazione del grado di danneggiamento delle membrane cellulari, del contenuto di pigmenti fotosintetici del fotobionte, quali la clorofilla *a* e i carotenoidi. Nella suddetta area di studio sono stati trapiantati talli di *Evernia prunastri* ed esposti per tre mesi sia nella stagione estiva che in quella invernale per valutare gli effetti dell' Hg⁰ e dell' H₂S nel territorio circostante gli impianti geotermici.

Un semplice ma efficace test per stimare l'integrità delle membrane cellulari è la misura della conducibilità elettrica dei soluti ottenuti dopo l'immersione dei talli lichenici esposti in acqua deionizzata: maggiore sarà la conducibilità maggiore è il danneggiamento della membrana cellulare. I massimi valori si riscontrano nelle aree d'influenza delle centrali geotermiche e nei centri urbani, con un aumento del danno, per sito di campionamento, nel periodo invernale. Per quanto riguarda la clorofilla *a*, i dati ottenuti hanno indicato un'influenza sia da parte delle aree minerarie che delle centrali, se pur con un maggiore peso da parte di queste ultime, dovuta alle loro emissioni; anche nei centri urbani si nota una diminuzione del contenuto di clorofilla anche se lontani, come Arcidosso, sia dalle centrali sia dai siti minerari, con un peggioramento nel periodo invernale. Confrontando i suddetti dati con quelli delle concentrazioni di Hg⁰ ottenuti sugli stessi campioni, si è potuto concludere che l'influenza sulla vegetazione da parte delle centrali non è data tanto dalla presenza di mercurio quanto dall'H₂S.

**STIMA DELL'EFFICIENZA DI BIOCIDI APPLICATI A LICHENI ENDOLITICI
MEDIANTE TECNICHE DI FLUORESCENZA CLOROFILLIANA**

Stefano BERTUZZI

Università degli Studi di Trieste

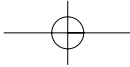
Laurea triennale

Lo scopo di questa tesi è di valutare l'applicabilità di tecniche fluorimetriche nel campo della conservazione dei beni culturali mediante lo studio dell'efficacia di tre biocidi, cioè dei prodotti chimici in grado di eliminare, uccidere o rendere innocui organismi dannosi. Per fare ciò, i prodotti (Benzalconio cloruro, Koretrell, Rocima 110) sono stati testati su due specie di licheni endolitici (*Acrocordia conoidea* e *Verrucaria marmorea*) raccolti nel Carso triestino (Italia nord-orientale). Il lavoro si avvale dell'utilizzo di due diverse tecniche per stimare la vitalità degli organismi sottoposti ai differenti trattamenti: (a) osservazioni mediante microscopio ad epifluorescenza; (b) stima della fluorescenza clorofilliana mediante la misura del parametro F_v/F_m ("Yield massimo") tramite un Mini-PAM (Photosynthesis Yield Analyzer; Walz, Effeltrich, Germania). Le misure sono state effettuate a distanza di 1, 2, 4, 8 e 16 giorni dall'applicazione dei biocidi ("bianco") su campioni raccolti con il loro substrato e mantenuti in condizioni controllate in camere climatiche con regime luminoso compatibile con le esigenze ecologiche delle due specie. Mentre le osservazioni in epifluorescenza sono una routine consolidata usata nel campo della conservazione dei beni culturali per osservare l'efficacia dei trattamenti di biocidi, l'uso dell'analisi della fluorescenza clorofilliana mediante il Mini-PAM, che è un metodo molto potente, rapido, efficace e poco invasivo ampiamente utilizzato in molti settori, non si è mai diffuso tra gli operatori della conservazione. Per verificare la sua applicabilità anche in questo campo, si è deciso di studiare un gruppo di organismi peculiari per modalità di crescita, in quanto i licheni endolitici vivono immersi nel substrato, e la stima della loro vitalità è quindi molto problematica. Poiché l'analisi della fluorescenza clorofilliana mediante Mini-PAM non è mai stata utilizzata su licheni endolitici, nel corso della presente ricerca si è dovuto adattare la strumentazione ai nuovi materiali, modificando numerosi parametri di misurazione e alcune parti dello strumento.

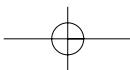
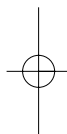
Le osservazioni in epifluorescenza mostrano che *A. conoidea* sarebbe meno sensibile ai biocidi di *V. marmorea*, in quanto dopo 8 giorni dall'applicazione dei prodotti i campioni della prima specie presentano ancora una fluorescenza rossa residua.

Inoltre i tre biocidi darebbero esiti molto simili. Le misurazioni di F_v/F_m effettuate mediante il Mini-PAM hanno invece messo in evidenza che i tre trattamenti hanno agito in modo profondamente diverso: il Koretrell, già dopo un giorno dall'applicazione, ha portato ad un clamoroso azzeramento dei valori di entrambe le specie; il Benzalconio cloruro ha mostrato di agire molto efficacemente su *V. marmorea*, ma molto meno su *A. conoidea*; il Rocima 110 ha portato ad una lenta ma costante diminuzione dei valori di fluorescenza, tali da ritenere gli organismi morti dopo 8 giornate dal trattamento.

I dati sperimentali dimostrano che le osservazioni in epifluorescenza non sono dunque precise ed efficaci quanto le misure dello "Yield massimo",



ottenute con l'analisi quantitativa della fluorescenza clorofilliana. Quest'ultima tecnica può essere considerata uno strumento prezioso per le stime della vitalità dei licheni endolitici, ed il suo uso dovrebbe essere auspicabilmente diffuso nel campo della conservazione, anche per indagini condotte su organismi molto meno "impegnativi" dei licheni endolitici.

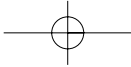


**LICHENI COME INDICATORI DI EMEROBIA: STUDIO PILOTA NEL PARCO
NAZIONALE DELLE FORESTE CASENTINESI,
MONTE FALTERONA E CAMPIGNA**

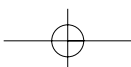
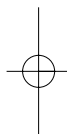
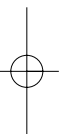
Anna CAI

*Università degli Studi di Firenze
Laurea triennale*

Lo scopo di questo lavoro è testare un metodo per effettuare un'analisi dell'emerochia del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna. Questa applicazione rappresenta uno studio pilota nel quale si testa l'uso dei licheni epifiti come indicatori di emerochia. Non essendoci ancora una pratica standardizzata, questo studio rappresenta una messa a fuoco delle problematiche legate a questo tipo di analisi. Il concetto di emerochia fu introdotto da Jalas (1955), definito inizialmente da Sukopp (1969) e poi precisato da Kowarik (1988) come "una misura dell'impatto umano sull'ecosistema, la valutazione della quale deve considerare la somma di quegli effetti delle attività umane, passate e presenti, che impediscono all'ecosistema attuale di svilupparsi fino allo stadio finale di climax"; Il sistema di calcolo dell'emerochia non valuta l'impatto umano misurando le differenze tra l'ecosistema considerato e la vegetazione incontaminata; il sistema stima il livello dell'impatto umano nel presente, in rapporto a un futuro stato di autoregolazione dell'ecosistema. In questo studio pilota i parametri scelti per comporre l'indice di emerochia sono: un indice di continuità ecologica, il numero di specie licheniche e la diversità strutturale dell'area di saggio, l'indice di biodiversità lichenica, la presenza di specie licheniche nitrofile, la cronologia dell'utilizzazione forestale. E' stato calcolato l'indice di emerochia di tre diverse aree forestate all'interno del Parco: un castagneto da frutto abbandonato, una faggeta governata a ceduo convertita in fustaia e una faggeta governata a fustaia. L'analisi per l'elaborazione dell'indice di emerochia è stata effettuata mediante un campionamento stratificato nel quale ogni strato è rappresentato da una diversa tipologia forestale, all'interno della quale è stata scelta un'area di saggio di 50X20m. In ogni area di saggio sono poi stati campionati 10 alberi sui quali è stato effettuato il rilevamento delle specie licheniche secondo la tecnica dell'I.B.L. e il censimento di tutte le specie presenti sul tronco fino a un'altezza di 2m. Le specie licheniche non identificabili sul posto sono state asportate e identificate mediante un'analisi più accurata nel Laboratorio di Biologia Vegetale dell'Università di Firenze, per la quale sono state utilizzate chiavi dicotomiche e un microscopio binoculare (fino a 50x), sono state effettuate sezioni del corpo fruttifero o del tallo osservate poi con un microscopio a maggiore ingrandimento (fino a 100x) e sono stati utilizzati vari reagenti chimici su tallo, medulla e corpi fruttiferi al fine di individuare gli acidi



lichenici discriminanti le diverse specie. Analizzando i dati relativi ai vari parametri scelti per il calcolo dell'indice di emerobia abbiamo elaborato una scala interpretativa che definisce il grado di emerobia di ciascuna area di saggio. L'area analizzata del castagneto, che presenta valori maggiori per quanto riguarda tutti i parametri osservati, appartiene al grado H1-oligoemerobico della nostra scala di emerobia mentre le due aree di saggio delle faggete rientrano nelle caratteristiche proprie del grado H3-mesoemerobico della suddetta scala. Tutti i parametri risultano sensibili, discriminanti e efficienti tranne l'I.B.L. perché non tiene conto della diversità strutturale del bosco, aspetto fondamentale nel contesto dell'elaborazione di un indice di emerobia.



INDAGINI LICHENOLOGICHE CONDOTTE IN VAL SALARNO PARCO DELL'ADAMELLO

Alessia CHIAPPINI

*Università degli Studi di Pavia
Laurea triennale*

Questo lavoro di tipo ecologico-floristico, è stato svolto sui popolamenti lichenici della Val Salarno (BS) e rientra in un progetto più ampio condotto per ampliare le conoscenze licheniche del Parco dell'Adamello. La Val Salarno, compresa nel territorio di Saviore dell'Adamello (BS), comune italiano con la maggior percentuale del proprio territorio a ghiacciaio, ha un'orientamento da est a ovest.

La valle è situata nel Parco dell'Adamello, che si trova al centro della catena alpina, nelle Alpi Retiche, e comprende tutto il versante lombardo del gruppo dell'Adamello, zona ubicata nella porzione nordorientale della provincia di Brescia. Il Parco si estende per 51.000 ettari, dal passo del Tonale a quello del Crocedomini; ad est ha per limite il confine regionale tra Lombardia e Trentino, ad ovest il suo confine si mantiene poco al di sopra della sponda sinistra dell'Oglio, il quinto fiume italiano per la sua lunghezza.

L'importanza del parco dell'Adamello è accresciuta dalla sua posizione, perché esso funge da ponte tra i due Parchi che gli sono limitrofi: al suo limite orientale si trova il Parco trentino Adamello-Brenta, al limite settentrionale il parco dello Stelvio, a sua volta limitrofo del parco Nazionale svizzero dell'Engadina. In tal modo si è venuto a costituire nel cuore dell'Europa un'area protetta di 250.000 ettari, la più grande delle Alpi e tra le più affascinanti. Di essi il parco dell'Adamello rappresenta la punta meridionale. Nel gruppo dell'Adamello ha sede il ghiacciaio più vasto d'Italia (secondo le stime

attuali 1813 ettari di superficie).

I licheni sono stati raccolti in alcune aree della valle del torrente Poia di Salarno. Il breve elenco che segue specifica i riferimenti alle località (dal basso verso l'alto), corredati da altitudine, substrato di raccolta, esposizione, superficie della porzione campionata, coordinate, numero delle specie reperite (nsr) e numero dei campioni raccolti (ncr).

I-Sentiero pedonale tra i paesi di Saviore e Ponte, da 1200 a 1050 m; lungo il percorso, in ambiente rurale con muretti a secco e vegetazione prevalente di frassini, noci, ciliegi e tigli; esposizione sud; nsr 38; ncr 33.

II-Tra Malga Macesso di sotto e Malga Macesso di sopra; 1870m; su scorza o al suolo in ambiente di lariceto subalpino (Figura 11); esposizione sud; area 20m x 20 m; coordinate N46°06'23,0" E010°27'15,5"; nsr 48; ncr 46.

III-Presso il lago di Macesso; 1980m; su scorza e al suolo in ambiente di macereto (Figura 12) e arbusteto a rododendro, mirtillo, pino mugo e ginepro; esposizione sud-est; area 10m x 5m; coordinate N46°06'45,8" E010°27'46,7"; nsr38; ncr20.

IV-Nei pressi del nevaio (Figura 13) sottostante il ghiacciaio dell'Adamello; 2600m; al suolo; esposizione nord; area 20m x 20m; nsr13; ncr12.

Il lavoro è stato svolto secondo queste fasi principali:

1. Apprendimento delle caratteristiche morfologiche che consentono la identificazione dei licheni
2. Riconoscimento preliminare di taxa lichenici in laboratorio

3. Scelta delle località da studiare
4. Uscite in campo con raccolta di campioni
5. Determinazione in laboratorio delle specie non identificate in campo
6. Elaborazione dei dati

Commento ai risultati

Il 35,1% dei *taxa* ha *habitus* crostoso, seguono le forme fruticose (21,9%), i licheni foliosi tipo *Physcia* (17,5%), i foliosi tipo *Parmelia* (16,7%), i fruticosi filamentosi (3,5%), le specie leprose (2,6%), le specie foliose umbelicate (1,8%) e, infine, i crostosi placodiomorfi (0,9%). E' interessante osservare le caratteristiche dei licheni raccolti nelle diverse stazioni.

-I campioni raccolti nella prima località (sentiero rurale, che collega Savio e la sua frazione Ponte, presentano le seguenti forme di crescita: una bassa percentuale di crostosi placodiomorfi (2,6%) e percentuali piuttosto elevate di crostosi (34,2%) e di foliosi, tipo *Physcia* (31,6%) e tipo *Parmelia* (31,6%).

-Nella seconda stazione (tra malga Macesso di sotto e malga Macesso di sopra) sono rappresentate numerose forme di crescita, così disposte in ordine crescente: leprose (2,1%), seguite dalle foliose umbelicate (4,2%), fruticose filamentose (6,3%), fruticose (14,6%), foliose tipo *Physcia* (14,6%) e tipo *Parmelia* (14,6%) e infine crostose (43,8%).

-Nella terza stazione (presso il lago di Macesso) la forma di crescita maggiormente rappresentata è quella crostosa (42%), seguono le specie fruticose (28,9%), le specie foliose tipo *Physcia* (13,2%) e tipo *Parmelia* (7,9%), le foliose umbelicate (5,3%) e le leprose (2,6%).

-Nell'ultima stazione (nei pressi di un nevaio posto sotto la vedretta del ghiacciaio Adamello) la flora lichenica è costituita per lo più da forme fruticose (77%), seguite da un'uguale percentuale di leprose, foliose tipo *Physcia* e tipo *Parmelia* (7,8%).

Ogni specie è stata considerata una volta per ogni zona relativa alla sua distribuzione; quindi i valori numerici riportati rappresentano il massimo numero di *taxa*, nell'ambito di quelli identificati, riscontrabili per ogni fascia latitudinale: in altre parole è come se tutte le specie fossero prese in considerazione ogni volta che si valuta una singola zona. La maggior parte delle specie ha un ampio areale e si può notare come la zona temperata (bor-smed) sia la più rappresentata.

Un terzo delle specie raggiunge la regione artica (arkt) dove è caratteristica la presenza di specie crostose o foliose a lobi stretti. Si tratta di una zona con inverno rigido, la cui formazione vegetale tipica è la tundra, e dove le Crittogame rappresentano una componente fondamentale sia come numero di specie che come biomassa.

Per quanto riguarda la distribuzione di frequenza delle singole florule nelle fasce latitudinali europee, c'è variazione dipendente dall'altitudine della stazione a cui si fa riferimento.

Si nota la prevalenza di specie piuttosto acidofitiche (47,7%); seguono le acidofitiche con una percentuale abbastanza alta (33,3%); con percentuali molto più basse si riscontrano le specie subneutrofittiche (14,4%) e quelle piuttosto basifittiche (4,5%).

Riguardo al fotofittismo, i *taxa* riscontrati rientrano nelle classi 2, 3, 4, con la netta prevalenza delle specie piuttosto fotofittiche (63,9%), seguite dalle moderatamente fotofittiche, (33,3%) e dalle piuttosto sciofittiche (2,7%).

Le classi concernenti il grado di igrofitismo, sono 4, poiché non sono state riscontrate specie molto xerofitiche. Il 60,4% delle specie reperite è mesofitico, il 28,8% è piuttosto igrofitico; notevolmente più basse sono le percentuali relative alle specie xerofitiche (6,3%) e igrofitiche (4,5%).

In relazione al grado di nitrofitismo i *taxa* vengono suddivisi in quattro gruppi. Il 50,5% delle specie sono anitrofitiche, il 26,1% sono moderatamente nitrofitiche, il 15,3% è rappresentato da specie piuttosto nitrofitiche e solo l'8,1% sono molto nitrofitiche. Considerando separatamente le quattro località studiate si riportano le loro principali condizioni ambientali.

-La stazione I presenta caratteristiche piuttosto acidofitiche, mesofitiche, piuttosto fotofitiche, tra moderatamente e piuttosto nitrofitiche.

-Nella stazione II si riscontrano queste condizioni prevalenti: da acidofitiche a piuttosto acidofitiche, piuttosto fotofitiche, mesofitiche, anitrofitiche.

-La stazione III è piuttosto acidofitica, piuttosto fotofitica, mesofitica e anitrofitica.

-La stazione IV ha caratteristiche piuttosto acidofitiche, piuttosto fotofitiche, da piuttosto igrofitiche a mesofitiche e anitrofitiche.

L'indagine condotta nelle quattro stazioni della Val Salarno ha permesso di identificare 114 *taxa* lichenici.

Si osserva la prevalenza di licheni crostosi, colonizzatori pionieri e maggiormente adattabili a condizioni difficili. Prevalgono le specie delle zone temperate, ma gli areali di distribuzione in Europa presentano gravitazione differente a seconda della stazione considerata. Si è osservato un graduale spostamento della distribuzione dei *taxa*: da prevalentemente centro-meridionale nella stazione I si passa a prevalentemente centro-settentrionale nella stazione IV. Anche le condizioni ecologiche variano a seconda delle stazioni: fa eccezione il grado di fotofitismo che risulta omogeneo, in quanto tutte le stazioni presentano una buona esposizione e bassa copertura vegetale.

Procedendo dalla prima stazione verso quelle a quote superiori si osserva un lieve abbassamento del pH del substrato.

Per quanto concerne il grado di igrofitismo resta pressoché invariato nelle prime tre stazioni, mentre si riscontra un aumento nei pressi del nevaio: questo è dovuto alla copertura nevosa a cui la zona è sottoposta per molti mesi all'anno (va ricordato che il prelievo dei campioni in questa stazione è stato effettuato alla fine del mese di giugno, con il disgelo in fase avanzata).

Il grado di nitrofitismo si mantiene molto basso nella stazione a quota superiore con la quasi totalità di specie anitrofitiche; aumenta lievemente nella terza stazione, sita ad una quota di 1980 m; scendendo alla seconda stazione sita ad un'altitudine di 1870 m, la percentuale di specie moderatamente nitrofitiche aumenta leggermente e si arriva ad avere anche una piccola percentuale di specie piuttosto nitrofitiche. Infine nella stazione situata ad altitudine inferiore si evidenzia il maggior grado di eutrofizzazione: anche le specie molto nitrofitiche sono ben rappresentate, mentre quelle anitrofitiche sono trascurabili.

UTILIZZO DI PIANTE SPONTANEE O COLTIVATE E DI IMPIANTI DI *EVERNIA PRUNASTRI* PER LA STIMA DELLA CONTAMINAZIONE DA Hg⁰ NELL'AREA GEOTERMICA DEL MONTE AMIATA (TOSCANA MERIDIONALE)

Emiliano Leonida FANELLO

Università degli Studi di Siena
Laurea triennale

Sin dal 1969 sul M. Amiata si è fatto uso dell'energia geotermica per produrre elettricità, sfruttando 5 differenti impianti caratterizzati da una capacità nominale totale di 108 MW. I fluidi geotermici del M. Amiata presentano livelli di mercurio fuori della norma, poiché nell'area sono stati da sempre presenti vasti depositi di cinabro e un'elevata produzione di mercurio. Le emissioni di mercurio variano tra i 300 e i 400 g/h, e tra i 3-4 g/h per MW di potenza elettrica installata. Queste emissioni sono inoltre associate al rilascio di 7-8 kg/(h MW) di solfuro di idrogeno (H₂S). Il mercurio è rilasciato sotto forma di Hg⁰ allo stato di vapore e raggiunge l'atmosfera con la frazione di gas incondensabile. Questa frazione è principalmente costituita da CO₂ (94-98%), l'H₂S è presente circa per l'1%, mentre il mercurio raggiunge una concentrazione di circa 1-10 mg/Nm³. Da uno studio precedente, riguardante una porzione (16 km²) dell'area d'influenza delle 5 centrali (180 km²) state condotte delle indagini nelle vicinanze di due delle centrali geotermiche, analizzando foglie di *Avena sterilis*, raccolte a fine ciclo vitale; dai risultati ottenuti si è visto che l'Hg⁰ non raggiunge mai concentrazioni tossiche per gli esseri umani e per gli animali. Tale approccio è stato possibile poiché il mercurio metallico, sotto forma di vapore, è accumulato irreversibilmente dalle foglie delle piante. Poiché i risultati derivanti dall'utilizzo di una pianta annuale spontanea (*Avena sterilis*) non permettono di poter seguire l'andamento temporale della contaminazione, con questa tesi si è voluto dimostrare come trapianti di talli di *Evernia prunastri* possano essere utilizzati per fornire utili informazioni sull'evoluzione spaziale e temporale della contaminazione da Hg⁰. I licheni, infatti, sono utilizzati nel monitoraggio ambientale come bioconcentratori d'elementi in tracce, assorbiti dal lichene senza che esso subisca danni al proprio ciclo vitale. Nella suddetta area, comprendente tutte cinque le centrali, di sono stati trapiantati talli d'*Evernia prunastri*, raccolti in un'area incontaminata, esposti per tre mesi nella stagione estiva, per valutare sia la contaminazione da Hg⁰ che per definire il suo andamento spaziale e temporale nel territorio circostante gli impianti geotermici. In corrispondenza dei siti d'impianto, sono stati raccolti, nel periodo estivo, campioni sia di *Avena sterilis* che di foglie di varie piante spontanee o coltivate. Dal confronto dei risultati ottenuti (mese estivo), si è potuto concludere come gli impianti di lichene siano più affidabili nella definizione spaziale e temporale della contaminazione da Hg⁰. Comparando i valori delle concentrazioni di Hg nei licheni (periodo estivo ed invernale), è risultato evidente come le emissioni delle centrali siano marginalmente responsabili della presenza di mercurio come vapore nell'area di studio dove le principali sorgenti, invece, sono le aree minero-metallurgiche ancora in attesa di bonifica e i depositi di rosticci.

LA DIVERSITÀ LICHENICA COME INDICATORE DI QUALITÀ AMBIENTALE A PAVIA (CON ACCENNO AI POLLINI COME BIOINDICATORI)

Petar SVETOSLAVOV ILIEV

*Università degli Studi di Pavia
Laurea triennale*

Il presente lavoro tratta di uno studio di biomonitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Pavia, tramite licheni epifiti, svolto nella tarda primavera del 2005. Ad esso è associato un progetto pilota nel quale viene testata la capacità dei pollini a fungere da bioindicatori della qualità dell'aria.

L'attività in campo è stata effettuata in dodici stazioni (dieci per i licheni e due per i pollini) distribuite in modo eterogeneo in tutto il territorio della città di Pavia. Il comune pavese è un interessante luogo di studio in quanto presenta delle caratteristiche di traffico, dovuto a veicoli a motore, molto diverse da zona a zona ed i relativi effetti sulla qualità dell'aria vengono ben evidenziati dai bioindicatori.

Come forofita dei licheni è stato scelto il tiglio mentre il polline è stato prelevato da cedro, per motivi pratici. Per il biomonitoraggio tramite licheni sono stati utilizzati entrambi i metodi BL e IBL in modo da poter confrontare i dati ottenuti con quelli raccolti a partire dal 1994 con il metodo BL, mentre l'IBL è stato applicato per la prima volta nel 2004.

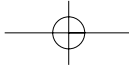
Il polline raccolto è stato sottoposto a due test: Test del Tetrizolio (per saggiare la vitalità pollinica) e Test di germinazione in vitro. I rilevamenti lichenici ci forniscono un duplice risultato: da un lato sono serviti per ottenere i dati relativi all'anno 2005 e quindi continuare il monitoraggio iniziato nei primi anni '90 sul territorio pavese mentre, dall'altro lato, ci danno importanti informazioni sui punti di scontro o di unione tra i due metodi BL e IBL. Tenendo conto anche degli esiti dei test sui pollini si è ottenuto un quadro complessivo della qualità dell'aria nel comune di Pavia. Esso mette in evidenza l'importanza di usare metodi di monitoraggio chimico-fisico e biomonitoraggio complementari tra loro. Questo lavoro può essere visto come uno stimolo ad effettuare ulteriori ricerche sull'uso integrato dei due bioindicatori trattati.

VALUTAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE DEL LICHENE EPIFITA *LOBARIA PULMONARIA* MEDIANTE TECNICHE QUANTITATIVE DI RILEVAMENTO

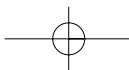
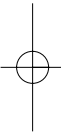
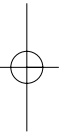
Serena VIGLIONE

Università degli Studi di Genova
Laurea triennale

Lobaria pulmonaria è utilizzata per valutare la continuità spazio-temporale dei boschi, questo lichene, infatti, presenta un ciclo vitale molto lungo e necessita di condizioni ecologiche costanti nel tempo. Indagini floristiche effettuate nell'alta Val d'Aveto hanno permesso di individuare più di 20 popolazioni ben sviluppate, che presentano però una distribuzione peculiare essendo assenti dai boschi semi-naturali della zona di indagine. Considerando i dati archeobotanici e storici, si può ipotizzare che le foreste che rappresentano la vegetazione potenziale nel territorio in esame (querce caducifoglie al di sotto dei 1000 m, faggete ad altitudini più elevate), siano state intensamente sfruttate dall'uomo per la produzione di legname. In questi boschi, perciò, *Lobaria pulmonaria* non ha più trovato le condizioni ottimali per la propria crescita, mentre nelle aree antropizzate rurali, soprattutto su alberi isolati sui bordi dei campi e in colture arboree come i castagneti da frutto, si sono verificate condizioni di continuità spazio-temporali sufficienti a permettere lo sviluppo del lichene. Per verificare questa ipotesi, è stato condotto uno studio su un'area di 15 km², suddivisa in strati individuati in base alla diversa gestione forestale e tipologia d'uso suolo. Abbiamo selezionato, in modo casuale, un numero di stazioni di campionamenti proporzionali alla copertura percentuale dello strato. In queste stazioni, di 30 m di raggio, abbiamo valutato la presenza/assenza di *Lobaria pulmonaria* sulla porzione di tronco compresa tra il livello del suolo e 2.5 m d'altezza. In un'area di 5 m di raggio, concentrica alla precedente, abbiamo rilevato la circonferenza di tutti gli alberi presenti per calcolare l'area basale occupata. Dai dati ottenuti è risultato che *Lobaria pulmonaria* presenta la sua migliore nicchia ecologica per altitudini comprese tra gli 850 e i 950 m e su alberi aventi una circonferenza compresa tra i 90 e i 130 cm. Inoltre la sua distribuzione nel territorio di studio non è omogenea ed è infatti esclusivamente segnalata nei castagneti e nei cedui di castagno, a conferma dell'ipotesi, secondo cui, solo nell'aree antropizzate rurali si sono verificate condizioni di continuità spazio-temporali ottimali per la sua crescita. La circonferenza dei tronchi colonizzati (ancor più dello strato vegetazionale) risulta essere la variabile maggiormente correlata con la frequenza percentuale di *Lobaria pulmonaria*. Essa infatti aumenta notevolmente in presenza di almeno due alberi con circonferenza > di 120 cm o uno > di 150 cm, indipendentemente dalla dimensione degli altri alberi presenti. Il medesimo studio è stato condotto contemporaneamente su *Parmelia sulcata*



per ottenere dei dati di confronto con una specie, che presenta in tutta la nostra area di studio, frequenze alte e omogenee.



BIBLIOGRAFIA 2005/ 2006

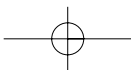
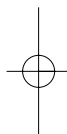
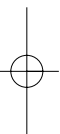
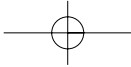
Riportiamo l'elenco dei lavori pervenuti alla redazione relativi al periodo 2005/2006 e gli eventuali omessi. Si invitano i Soci a comunicare tempestivamente alla Redazione i dati relativi alle loro pubblicazioni nell'ottica di fornire un indice bibliografico completo.

D.I.

- Anzini L., Bonanni P., Genovesi V., Massari G., Ravera S. & Silli V., 2005 - Biomonitoraggio in Italia centrale con l'Indice di Biodiversità Lichenica: la Rete dell'Umbria. *Biologi Italiani* 6: 32-40.
- Baruffo L., Zedda L., Elix J.A., Tretiach M., 2006 - A revision of the lichen genus *Lepraria* s.lat. *Nova Hedwigia* 83 (3-4): 387-429.
- Brunialti G., Frati L., Riva A. & Giordani P., 2005 - Diversità lichenica epifita in rapporto alla ricchezza specifica di piante superiori e briofite. Un caso studio per gli ecosistemi forestali toscani. *Informatore Botanico*, 37 (1): 394-395.
- Brunialti G., Frati L., Riva A. & Giordani P., 2005. Diversità lichenica epifita in rapporto alla ricchezza specifica di piante superiori e briofite. Un caso studio per gli ecosistemi forestali toscani. *Informatore Botanico* 37 (1): 394-395.
- Bucci C., Baruffo L., Monaci F. & Tretiach M., 2005 - Effetti del gradiente climatico altitudinale (Maremma, Monte Amiata) sulla composizione e l'accrescimento del lichene *Parmelia sulcata* Taylor. In: Domenici V., Lenzi A. (a cura di), *Codice armonico. Primo congresso di scienze naturali della regione Toscana*. Zadigroma editore, Roma, pp. 185-191.
- Caniglia G., Nascimbene J., Buffa C., Ivan D., 2005 - *Parmotrema chinense* (Osbeck) Hale & Ahti negli habitat ripariali: un caso di studio nell'alto Livorno (NE-Italia). *Inf. Bot. Ital.*, 37: 396-397.
- Castello M., Martellos S., Nimis P.L., 2006 - VICTORIA: an on-line information system on the lichens of Victoria Land. *Continental Antarctica Polar Biology* 29 (7):604-608.
- Edwards H.G.M., Seaward M.R.D., Attwood S.J., Little S.J., De Oliveira L.F.C. & Tretiach M., 2003 - FT-Raman spectroscopy of lichens on dolomitic rocks: an assessment of metal oxalate formation. *Analyst* 128: 1218-1221.
- Frati L. & Brunialti G., 2006 - Long-term biomonitoring with lichens: comparing data from different sampling procedures. *Environmental Monitoring and Assessment*, 119: 391-404.
- Frati L. & Loppi S., 2005 - Biomonitoraggio dell'inquinamento da ammoniaca e delle deposizioni di azoto attorno ad un allevamento di suini tramite l'utilizzo di licheni epifiti. *Informatore Botanico*, 37(1): 404-406.
- Frati L., Caprasecca E., Santoni S., Gaggi C., Guttova A., Gaudino S., Pati A., Rosamilia S., Pirintsos S., Loppi S., 2006 - Effects of NO₂ and NH₃ from road traffic on epiphytic lichens. *Environmental Pollution* 142(1): 58-64.

- Giordani P. & Brunialti G., 2005 - La diversità lichenica epifita, in relazione a variabili macro- e microambientali. *Informatore Botanico* 37(1): 406-407.
- Giordani P., 2006 - Variables influencing the distribution of epiphytic lichens in heterogeneous areas: a case study for Liguria, NW Italy. *Journal of Vegetation Science* 17: 195-206.
- Giordani P., Brunialti G., Nascimbene J., Gottardini E., Cristofolini F., Isocrono D., Matteucci E., Paoli L., 2006 - Epiphytic lichen diversity in the CONECOFOR plots. Rapporto interno progetto CONECOFOR. Aspects of biological diversity in the CONECOFOR plots. III. Epiphytic lichens. In (Ferretti M., Petriccione B., Bussotti F.) eds. Aspects of biodiversity in selected forest ecosystems in Italy: status and changes over the period 1996-2003. Section I. Structural and Specific Plant Diversity. Third report of the Task Force on Integrated and Combined (I&C) evaluation of the CONECOFOR programme. Università di Firenze, Dipartimento di Biologia vegetale e Corpo Forestale dello Stato: 59-72.
- Grillo M., Caniglia G.M., 2006 - I licheni epifiti del settore nordorientale degli Iblei (Sicilia orientale). *Allionia* 40: 13-23.
- Isocrono D., Matteucci E., Pivani F., Bottelli F., Piervittori R., 2006 - Indagini floristiche nelle Alpi occidentali. I licheni della Conca di Oropa (Biella, Piemonte). *Allionia*, 40: 25-30.
- Loppi S., Frati L., 2006 - Lichen Diversity and Lichen Transplants as Monitors of Air Pollution in a Rural Area of Central Italy. *Environmental Monitoring and Assessment* 114(1):361-375.
- Loppi S., Paoli L., Gaggi C., 2006 - Diversity of Epiphytic Lichens and Hg Contents of *Xanthoria parietina* Thalli as Monitors of Geothermal Air Pollution in the Mt. Amiata Area (Central Italy). *Journal of Atmospheric Chemistry* 53(2):93-105.
- Martellos S., 2005 - Five lichens new to Friuli (NE Italy). *Gortania*, 26 (2004): 105-109.
- Modenesi P., Brunialti G., Pinto A., Tixi S., Frati L., Loppi S. & Giordani P., 2005 - Fattori di variabilità dei parametri ecofisiologici in trapianti di *Evernia prunastri*: un caso studio nell'area genovese. *Informatore Botanico*, 37 (1): 408-409.
- Nascimbene J., 2005 - Lichenological studies in Northern Italy: new records for Trentino-Alto-Adige. *Gredleriana*, 5: 39-44.
- Nascimbene J., 2006 - Lichenological studies in N-Italy: new records for Lombardy. *Cryptogamie, Mycologie* 27(1): 79-82.
- Nascimbene J., Caniglia G., Dalle Vedove M., 2005 - Diversità ed ecologia dei licheni in cinque habitat di interesse comunitario nel Parco Naturale delle Dolomiti di Sesto (Bolzano, Italia). *Gredleriana* 5: 45-58.
- Nascimbene J., Caniglia G., Dalle Vedove M., 2006 - Lichen diversity and ecology in five EU habitats of interest of the Sexten Dolomiten Natural Park (S Tyrol - NE Italy). *Cryptogamie, Mycologie* 27(2): 185-193.

- Nascimbene J., Caniglia G., Nicli M., Dalle Vedove M., 2005 - Rilevamento ed interpretazione dell'indice di biodiversità lichenica (IBL) nell'ambiente forestale del Cansiglio (NE - Italia). *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.*, 30: 75-78.
- Nimis P.L., Skert N. 2006 - Lichen chemistry and selective grazing by the coleopteran *Lasioderma serricorne*. *Environmental and Experimental Botany* 55 (1-2):175-182.
- Picco A.M., Valcuvia M.G., Guglielminetti M., Buratti C., Chiappetta D., Delucchi C., Draghi P., Simoni M., Rodolfi M., 2005 - Licheni e micromiceti corticicoli e lichenicoli nel biomonitoraggio di vigneti in Oltrepo Pavese. - In: Bona F., Comino E., Comoglio C., Falasco E. Isaia M., Maiorana M. (eds.): *Ambiente, Risorse e Sviluppo*, XV Congr. Soc. Ital. Ecologia, Riassunti, p 127.
- Pirintsos S.A., Matsi T., Vokou D., Gaggi C., Loppi S., 2006 - Vertical Distribution Patterns of Trace Elements in an Urban Environment as Reflected by their Accumulation in Lichen Transplants. *Journal of Atmospheric Chemistry* 54 (2):121-131.
- Ravera S., 2005 - Stato della revisione del genere *Arthopyrenia* in Italia. *Informatore Botanico Italiano* 37 (1): 414-415.
- Ravera S., 2006 - Flora lichenologica della Riserva Naturale Monterano. Primi contributi alla conoscenza del territorio della Riserva Naturale Regionale Monterano. *Quaderni della Riserva Naturale Regionale Monterano* 7: 89-94.
- Ravera S., 2006 - Two new species of *Arthopyrenia* from Italy. *Lichenologist* 38: 21-26.
- Ravera S., Genovesi V., Di Toma I.M. & Cantù M., 2006. *Studia lichenologica in Central Italy. IV. New species to Umbria*. *Allionia* 40: 7-12.
- Ravera S., Genovesi V., Massari G., 2006 - Phytoclimatic characterization of lichen habitats in central Italy. *Nova Hedwigia* 82(1-2): 143-146.
- Rinino S., Giordani P., Brunialti G., Tretiach M., Crisafulli P., Monaci F., Montagna F., Minganti V., & Modenesi P., 2005 - Nuove tecniche istochimiche per la localizzazione di ioni metallici nel tallo lichenico. *Informatore Botanico* 37 (1): 416-417.
- Silli V., Bonanni P., Ravera S. & Genovesi V., 2005 - Rete di biomonitoraggio in Italia Centrale con l'Indice di Biodiversità Lichenica (I.B.L.). *Informatore Botanico Italiano* 37 (1): 244-245.
- Tretiach M. & Nimis P.L., 2004 - Lichens. In: *Encyclopedia of Life Support Systems*, EOLSS Publishers Co., Oxford [<http://www.eolss.net>].
- Tretiach M., 2004 - Further additions to the Italian lichen flora. *Cryptogamie, Mycologie* 25: 173-183.
- Tretiach M., Muggia L. 2006 - *Caloplaca badioreagens*, a new calcicolous, endolithic lichen from Italy. *Lichenologist*, 38, 3: 223-229.
- Tretiach M., Rinino S., 2006 - Critical notes on the calcicolous endolithic lichen *Strigula endolitheae* (Strigulaceae, Ascomycota). *Nova Hedwigia* 83(3-4): 451-458.



NOTIZIE SOCIALI

In questa sezione troverete:

- ✓ *Calendario delle attività della Società programmate per il corrente anno (pag. 134)*
- ✓ *Verbale dell'Assemblea dei soci (pag. 135)*
- ✓ *Elenco soci (pag. 140)*

Si ricorda che per gli aggiornamenti sulle iniziative organizzate o promosse della Società è possibile consultare il sito web all'indirizzo:

<http://dbiodbs.univ.trieste.it/sli/home.html>

Attività S.L.I. 2007

4-9 Giugno, Giardino della Flora Appenninica di Capracotta:

Corso introduttivo alla Lichenologia e Briologia - Università del Molise

11-15 Giugno, Valle d'Aosta:

Corso "La biodiversità lichenica in ambito monumentale e ambientale"

13-14 Settembre, Siena:

XX° convegno annuale della Società Lichenologica Italiana

ASSEMBLEA DELLA SOCIETÀ LICHENOLOGICA ITALIANA (Trento, 5 Ottobre 2006)

L'Assemblea ordinaria dei Soci SLI si è svolta a Trento il 5 Ottobre 2006, durante il pomeriggio della prima giornata del Convegno annuale. L'Ordine del giorno era il seguente:

- 1) Approvazione verbale assemblea di Trieste
- 2) Comunicazioni e relazione del Presidente
- 3) Ammissione nuovi soci
- 4) Relazione finanziaria e approvazione del bilancio
- 5) Attività per l'anno 2007
- 6) Varie ed eventuali

1) Approvazione verbale assemblea di Trieste

L'Assemblea approva il verbale relativo alla precedente assemblea ordinaria dei Soci SLI, tenutasi a Trieste il 29 Settembre 2005. Il verbale è stato disponibile per la visione sul sito web della Società, nella sessione dedicata agli incontri annuali.

2) Comunicazioni e relazione del Presidente

Notiziario

Il Presidente presenta il volume 2006 (già consultabile da luglio sul sito web della Società), ricordando l'avvicendamento tra Rosanna Piervittori e Deborah Isocrono alla direzione del Notiziario. Nel volume è stato dedicato ampio spazio ai convegni, poiché, oltre ad essere riportati i contributi relativi allo scorso anno, sono presenti anche quelli del Convegno in corso. Il Presidente ricorda che il Notiziario è inoltre disponibile presso la segreteria del Convegno per i Soci presenti.

Attività svolte nel 2006

Durante l'anno sono stati svolti due corsi introduttivi differenziati soprattutto per tipologia ed ambiente. Il primo, in ordine cronologico, è stato dedicato ai licheni e alle briofite e si è svolto dal 5 all'11 giugno presso il Centro Appenninico "Jucci" sul Monte Terminillo (Rieti). L'organizzazione è stata curata da Sonia Ravera, che relaziona in proposito, con la collaborazione dei Gruppi per la Lichenologia e per la Briologia della Società Botanica Italiana. Il secondo corso, introduttivo alla Lichenologia, si è tenuto nei pressi di Palermo dal 4 al 9 Settembre, nella Riserva Naturale Orientata Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere e Gorgo del Drago; è stato organizzato da Domenico Ottonello, che relaziona, con la collaborazione di Domenico Puntillo.

Oltre ai corsi introduttivi, è stato dato l'avvio ad una serie di corsi tematici professionalizzanti rivolti perlopiù agli studenti, che si intende mantenere a costi contenuti. Fabiana Cristofolini relaziona sul corso nazionale "L'utilizzo

dei licheni nelle indagini di biomonitoraggio ambientale", organizzato dall'Istituto Agrario di San Michele all'Adige, in collaborazione con la Società Lichenologica Italiana - Gruppo di Lavoro per il Biomonitoraggio, e la Società Botanica Italiana - Gruppo di Lavoro per la Lichenologia. Il corso si è tenuto a Candriai (Monte Bondone) dal 12 al 16 giugno e ha visto coinvolti sette soci tra i docenti. Obiettivo del corso è stato fornire strumenti per realizzare uno studio di biomonitoraggio ambientale utilizzando le potenzialità dei licheni.

Il Presidente ricorda, inoltre, il contributo di Stefano Loppi nell'organizzazione del "4th International Workshop on Biomonitoring of Atmospheric Pollution (with emphasis on trace elements)" e invita lo stesso a relazionare in merito, con un occhio di riguardo circa la presenza dei soci SLI al workshop.

Scambi con altre Società

Juri Nascimbene relaziona a riguardo dell'escursione congiunta tra SLI e Association Française de Lichénologie (AFL) sul Massiccio dell'Adamello (Alpi Centrali) che si è tenuta dal 24 al 28 luglio coinvolgendo oltre a Juri, in qualità di organizzatore, anche una decina di soci SLI. Di seguito Enrica Matteucci relaziona sull'esperienza delle due giornate di studio sul genere *Usnea* organizzate dall'Associazione Svizzera di Briologia e Lichenologia (BRYOLICH) e coordinate da Philippe Clerc, tenutesi il 12 e 13 novembre 2005 a Lugano. Di queste giornate è riportata la relazione sul vol. 19 del Notiziario con allegata una chiave di determinazione prodotta da Clerc in collaborazione con i partecipanti all'iniziativa.

Il Presidente ricorda la partecipazione di Pier Luigi Nimis come conferenziere in occasione dei festeggiamenti per i 50 anni di BRYOLICH (Berna, 23 settembre).

Il Direttivo rammenta il ruolo svolto da Rosanna Piervittori nei rapporti con la Società Botanica Italiana.

Gruppi di Lavoro

Paolo Modenesi (coordinatore del GdL per la Biologia), Paolo Giordani (coordinatore del GdL per il Biomonitoraggio), Juri Nascimbene (coordinatore del GdL per l'Ecologia e la Vegetazione), Renato Benesperi (coordinatore del GdL per la Floristica e la Sistematica), Alessio Ferrarese (coordinatore del GdL per la Didattica) relazionano brevemente sull'attività svolta nel corso del 2006, ricordando che per alcuni GdL sintesi più esaustive sono disponibili sul sito web della Società.

Alessio Ferrarese chiede l'istituzione di un premio da dedicarsi a lavori originali svolti dalle scuole; intervengono nella discussione Rosanna Piervittori, che caldeggia per la cadenza annuale del premio in modo che l'attribuzione coinvolga la classe e non solo la scuola, Giovanni Caniglia, per garantire un importo consistente da dedicare all'iniziativa, Claudio Malavasi, che richiede ampio spazio per il premio sul Notiziario e un invito della scuola al Convegno per la premiazione. Il Presidente chiude la discussione rimandando i dettagli della cifra e della tipologia del premio alla verifica del bilancio.

Forum

Il Presidente comunica l'attivazione del Forum di discussione della SLI accessibile passando per l'home page dei soci. Nel Forum sono già presenti due spunti per avviare uno scambio di opinioni riguardo le misure del bioaccumulo (coordinato da Maurizio Perotti) e l'incidenza delle specie nitrofile sull'IBL (coordinato da Paolo Giordani). Il Presidente ricorda le modalità per la proposta di ulteriori argomenti e invita ad un'ampia partecipazione.

Sito web

Stefano Martellos sintetizza le diverse tipologie di accesso al sito web della Società, le frequenze e le provenienze dei visitatori.

Premiazione tesi di laurea

Il Presidente introduce la premiazione presentando le due commissioni giudicatrici composte per le tesi triennali da Silvana Munzi, Tommaso Pisani, Giovanna Potenza, Renzo Rabacchi, per le tesi specialistiche e vecchio ordinamento da Giuliano Lazzarin, Elena Pittao e Luca Paoli.

I riassunti di tutte le tesi presentate sono stati pubblicati sul volume del Notiziario.

Per la categoria "Laurea Specialistica - Vecchio Ordinamento" sono state presentate tre tesi e il premio è stato assegnato al dott. Massimo Piccotto, Università di Trieste, che ha presentato la tesi "Effetti degli stress ambientali e antropogenici sull'emissione di fluorescenza clorofilliana nel lichene *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale".

Per la categoria "Laurea Triennale" sono state presentate sette tesi ed il premio è stato assegnato al dott. Andrea Miceli, Università di Siena, che ha presentato la tesi dal titolo "Utilizzo di impianti di *Evernia prunastri* come bioindicatori per la stima della contaminazione da Hg⁰ e H₂S nell'area geotermica del monte Amiata (Toscana meridionale)."

Per il prossimo anno viene confermato il bando di concorso per due tesi di laurea, una specialistica - vecchio ordinamento (premio di 500 euro) e una triennale (premio di 300 euro).

Personalia

Il Presidente ricorda il recente lutto che ha colpito il socio e amico Massimo Panfili che ha perso prematuramente il figlio.

Il Presidente e l'intera assemblea esprimono le loro felicitazioni per il matrimonio tra i soci Giorgio Brunialti e Luisa Frati e per le nascite di Nicolò Benespero e di Greta, figlia della socia Paola Buzio.

Il Presidente annovera tra le nascite tre nuove specie descritte dai soci.

3. Ammissione nuovi soci

L'Assemblea unanime approva l'ammissione dei soci che hanno presentato la domanda durante lo svolgersi del Convegno. In totale sono stati ammessi 18 nuovi soci ordinari e 21 soci studenti, mentre 7 soci si sono dissociati e 2 sono stati dichiarati decaduti. Il numero totale di soci è di 472.

4. Relazione finanziaria e approvazione del bilancio

Il Segretario illustra il bilancio che consta di 3 colonne: la previsione del 2006, il consuntivo del 2006 e la previsione per il 2007.

	Previsione 2006	Consuntivo 2006	Previsione 2007
ENTRATE			
Residuo anno precedente	5759,23	5759,23	5553,62
Quote sociali	4330,00	3219,00	4000,00
Donazioni	0,00	0,00	0,00
Interessi	55,77	41,89	62,90
Totale entrate	€ 10.145,00	€ 9.020,12	€ 9.616,52
USCITE			
Spese postali	300,00	307,85	300,00
Cancelleria	50,00	25,65	50,00
Ordine giornalisti	85,00	85,00	85,00
Premio tesi di laurea	800,00	800,00	800,00
Materiale divulgativo	3000,00	0,00	1500,00
Spese di rappresentanza	2000,00	0,00	2000,00
Spese convegno	1500,00	894,40	2000,00
Spese di segreteria	1000,00	1000,00	1000,00
Notiziario	800,00	0,00	1000,00
Rimborsi spese	610,00	353,60	881,52
Totale uscite	€ 10.145,00	€ 3.466,50	€ 9.616,52
	€ -	€ 5.553,62	€ -

Da notare che le uscite nulle della voce Notiziario sono giustificate da spese già sostenute nell'anno precedente. Anche per il 2006 non sono stati utilizzati i fondi stanziati a bilancio preventivo per le attività divulgative e di rappresentanza. Non essendoci alcuna osservazione, il bilancio viene approvato all'unanimità.

Poiché ufficialmente il bilancio verrà chiuso il 31 ottobre, l'Assemblea dà mandato al Segretario di apportare le opportune modifiche che si renderanno necessarie dopo aver tenuto conto delle quote sociali versate e delle spese sostenute durante e dopo il Convegno annuale. La versione che viene riportata nel presente verbale è quella definitiva con chiusura dell'esercizio finanziario al 31 ottobre 2006.

5. Attività per l'anno 2007

Il Presidente informa l'Assemblea di aver discusso con la Prof. Eva Barreno (Valenza, Spagna) della possibilità di svolgere il prossimo convegno a Leon (Spagna) congiuntamente con la Società Crittogamica Iberica. Si apre il dibattito sull'opportunità di svolgere un convegno all'estero che secondo alcuni soci (Malavasi, Martellos, Piervittori) implicherebbe la perdita di un discreto numero di partecipanti mentre secondo altri (Modenesi, Loppi)

permetterebbe un'auspicata apertura e un confronto con altri esperti che non si ha abitualmente la possibilità di incontrare. Caniglia interviene sottolineando la difficoltà di rimanere diversi giorni fuori sede e propone la partecipazione esclusivamente a titolo personale all'iniziativa spagnola. L'assemblea approva a maggioranza (24 favorevoli, 8 contrari e 12 astenuti) Leon come sede del prossimo Convegno. Nel caso tale ipotesi non potesse realizzarsi, Carlo Gaggi propone Siena come sede alternativa.

Per il 2007 viene confermata da parte di Sonia Ravera e di Domenico Ottonello la disponibilità ad effettuare i corsi di introduzione alla lichenologia con l'eventuale collaborazione dei briologi in sedi e date ancora da definirsi.

6. Varie ed eventuali

Il Presidente illustra la possibilità di utilizzare il mezzo telematico per il rinnovo delle cariche sociali, previsto per il 2008. Dopo ampia discussione l'Assemblea approva a maggioranza (42 favorevoli, 1 contrario e 1 astenuto). L'Assemblea dà pertanto mandato al webmaster, Stefano Martellos, di iniziare a realizzare tale strumento telematico; Martellos ritiene difficoltosa, ma non insuperabile la realizzazione del voto telematico in base alla legislazione sulla privacy.

Paolo Modenesi propone che il Presidente invii un telegramma di felicitazioni alla prima laureata presso la Facoltà di Scienze dell'Università della Terza Età di Genova, che discuterà una tesi di argomento lichenologico il 24 ottobre 2006.

Null'altro essendovi da discutere, l'Assemblea conclude i suoi lavori alle ore 19:15.

Il Presidente
Mauro Tretiach

Il Segretario
Stefano Loppi

