

Biologia Ambientale, 26 (2): 99-103, 2012.

Biomonitoraggio della qualità dell'aria in provincia di Chieti: l'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL)

Stefania Caporale*, Federica Piccoli, Marzia Marrone, Roberto Calabrese, Nicola Celli, Marcello Desiderio, Tommaso Pagliani

Centro di Scienze Ambientali. Consorzio Mario Negri Sud, Via Nazionale 8/A - 66030 Santa Maria Imbaro (CH)

* Referente per la corrispondenza: caporale@negrisud.it

Riassunto

Sin dalla sua pubblicazione, da parte dell' Agenzia Nazionale per la Protezione dell' Ambiente (ANPA ora ISPRA), gli esperti auspicavano una applicazione su larga scala dell'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL) in Italia. Tuttavia, a distanza di oltre 10 anni, l'applicazione sul territorio nazionale di questa metodologia è tutt'altro che omogenea. In particolare, la regione Abruzzo, risulta in tal senso pressoché sconosciuta a causa sia della peculiare morfologia regionale sia delle difficoltà nell'interpretazione dei risultati dovuta alle scarse conoscenze lichenologiche. Questo studio permette di colmare, in parte, tali lacune, adottando un approccio territoriale più limitato che considera la sola provincia di Chieti. Questa riassume sul suo territorio gli ambienti caratteristici dell'intera regione: settori montani, collinari e costieri a diverso regime di antropizzazione. Nell'ambito dello studio sono state censite in totale 27 stazioni ed effettuati 324 rilievi su 81 forofiti appartenenti al genere *Quercus*. Ciò ha permesso di determinare 79 taxa lichenici e di calcolare, per ogni stazione, il valore dell'IBL. I valori dell'indice variano da un minimo di 24 ad un massimo di 211 e le mappe realizzate evidenziano una correlazione positiva tra IBL e altitudine, con un andamento approssimativo da NE a SW. L'area costiera mostra un grado di alterazione elevato, mentre per la zona a sud dei Monti dei Frentani si evidenzia un alto livello di naturalità. L'utilizzo della stessa scala di interpretazione ha permesso di confrontare i dati raccolti con il contiguo territorio molisano, evidenziando una buona continuità spaziale.

PAROLE CHIAVE: biomonitoraggio / licheni / IBL / Abruzzo / Chieti

Biomonitoring of air quality in the province of Chieti: the Lichen Biodiversity Index (IBL)

Since its publication by the National Agency for Environmental Protection, the experts advocated a large-scale application of the Lichen Biodiversity Index (IBL) method in Italy. Despite that, after more than 10 years, the application on the territory of this methodology is far from being homogeneous. In particular, the Abruzzo region (Central Italy) is almost unknown because of the morphological characteristics and the difficulty to translate the results due to inadequate lichenological knowledge. This study allows to fill, in part, these gaps by adopting a more limited territorial approach that considers only the province of Chieti. This province summarizes environmental characteristic of the entire region: mountain areas, hilly and coastal environments with different anthropic pressure. As part of the study, a total of 27 stations were surveyed and 324 surveys of 81 trees belonging to the genus *Quercus* were conducted. This allowed to determine 79 taxa and calculating for each station the IBL value. The index values range from a minimum of 24 to a maximum of 211 and the resulting maps of distribution show a positive correlation between IBL and altitude, with an approximate trend from NE to SW. The coastal area shows a high state of deterioration, while the area south of the Monti dei Frentani shows a high degree of naturalness. Using the same scale of interpretation was possible to compare data collected with the adjoining territory of Molise, showing a good spatial continuity.

KEY WORDS: biomonitoring / lichens / IBL / Abruzzo / Chieti

Atti seminario celebrativo del 25° anniversario del CISBA, Firenze, 16 e 17 nov. 2011 "La bioindicazione come strumento di conoscenza e di gestione degli ecosistemi", a cura di Arnaud E., Genoni P., Orlandi C.

INTRODUZIONE

La necessità di stabilire lo stato qualitativo della matrice aria in un territorio è divenuta un'esigenza sempre più impellente per gli enti pubblici attualmente deputati al rilascio delle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera, alla pianificazione territoriale ed al monitoraggio dello stato di salute della popolazione residente. In un territorio peculiare come quello della provincia di Chieti, una delle principali vocazioni è l'agricoltura di pregio, le cui esigenze sono in continuo conflitto con quelle del settore industriale che, circoscritto per lo più ad aree limitrofe alla costa, ha conosciuto negli ultimi anni un notevole sviluppo. Ciò rende pressante la necessità di stabilire il livello qualitativo delle matrici ambientali al fine di monitorarne le variazioni. A questo scopo sono stati utilizzati come biomonitors i licheni. Questi, risultato della relazione simbiotica tra un fungo e un'alga, sono grado di ricavare quasi esclusivamente dall'atmosfera le sostanze necessarie alla sopravvivenza. Tale simbiosi, a causa di alcune peculiari caratteristiche biologiche, risulta particolarmente sensibile agli stress ambientali (NASH, 1996), ed è perciò spesso utilizzata per rilevare modificazioni a carico della matrice aria (PIERVITTORI, 1999; AA.VV., 2001) poiché fornisce risposte misurabili alle alterazioni della qualità dell'aria, consentendo di definirne lo stato ed il trend evolutivo (HUNSAKER, 1993). Tali risposte possono avvenire sia a livello di organismo sia a carico delle comunità. Lo scopo primario di questo studio, in parte finanziato dalla Provincia di Chieti, è effettuare una mappatura del territorio provinciale che permetta, successivamente, di approfondire un filone di ricerca volto a individuare eventuali correlazioni tra le risposte dei licheni e

l'incidenza di patologie croniche nella popolazione in presenza di inquinanti aerodispersi (CISLACHI e NIMIS, 1997; GOMBERT *et al.*, 2004; SARMENTO *et al.*, 2008), fornendo un utile contributo alle politiche di governo del territorio.

MATERIALI E METODI

Il metodo adottato è quello previsto dal Manuale ANPA 2/2001 (AA.VV., 2001), che permette di analizzare le differenze nelle comunità distribuite sul territorio provinciale calcolando l'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL). Il metodo prevede un sistema di siti di campionamento distribuiti sul territorio in una griglia predefinita a maglie quadrate di 18 km di lato. In corrispondenza di ciascun nodo della maglia viene individuata una Unità di Campionamento Primaria (UCP), di forma quadrata e con lato di 1 Km, all'interno della quale vengono selezionate 16 Unità di Campionamento Secondarie (UCS) di forma circolare con raggio di 125 m (Fig. 1).

In ciascuna UCP viene selezionato un campione di alberi (in questo caso 3), scelti all'interno delle UCS, che risultino i più vicini al suo centro tra quelli in possesso delle caratteristiche richieste. Su ciascun albero ritenuto idoneo viene applicato il reticolo standard di campionamento costituito da 4 sub-unità, ciascuna di 10x50 cm, in corrispondenza dei 4 punti cardinali principali (N, E, S, W) e si procede all'annotazione di tutte le specie presenti all'interno di ogni sub-unità; successivamente si determinano le frequenze di ciascuna specie (la frequenza è calcolata come numero di presenze per specie in ciascun quadrato del reticolo di campionamento). L'IBL è calcolato come media delle frequenze totali di ciascun albero campionato. In virtù della ridotta estensione del territorio di riferimento rispetto

a quello dell'intera penisola, si è ritenuto opportuno utilizzare una maglia più fitta di quella nazionale, con passo di 9x9 km (anziché 18x18), il che ha portato all'individuazione di 29 stazioni di campionamento teoriche (che includono le 8 previste dal Manuale per la stessa area).

Le attività di campo sono state precedute da un'attenta analisi della cartografia disponibile in formato digitale e cartaceo e da sopralluoghi nelle aree individuate come UCP per effettuare le eventuali sostituzioni come previsto dal Manuale. I rilievi sono stati effettuati su forofiti appartenenti al genere *Quercus*, tutti opportunamente georiferiti, escludendo le stazioni in cui non è stato possibile reperire il numero minimo di alberi appartenenti a questo genere. Le specie licheniche non determinabili sul campo sono state prelevate, trasferite in laboratorio e analizzate utilizzando specifiche chiavi di determinazione (in particolare PURVIS *et al.*, 1992; CLAUZADE e ROUX, 1985; NIMIS, 1986).

I valori dell'IBL sono stati utilizzati per realizzare mappe di distribuzione spaziale dello stato di

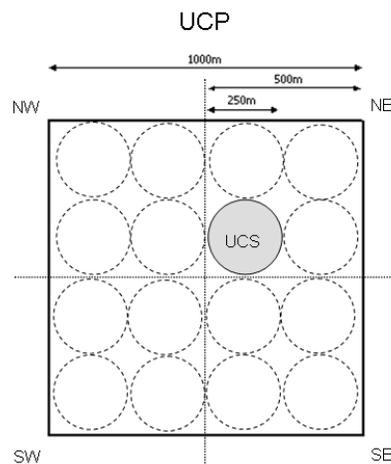


Fig. 1. Schema di una Unità di Campionamento Primaria e delle Unità di Campionamento Secondarie individuabili al suo interno (AA.VV., 2001).

Naturalità/Alterazione con i software ArcGIS vers.8.3 (ESRI) e SURFER (Golden Software Inc., Colorado, USA), utilizzando per quest'ultimo l'algoritmo 'kriging' per l'interpolazione dei dati. La scala utilizzata per l'interpretazione dei valori dell'IBL e la loro attribuzione a specifiche classi di Naturalità/Alterazione è quella proposta da GIORDANI (2004) per le querce caducifoglie della regione mediterranea e submediterranea (Tab. I).

La scelta di utilizzare questa scala di interpretazione ha permesso di confrontare i valori ottenuti con quelli riportati per la regione Molise (RAVERA, 2008).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Complessivamente sono stati effettuati rilievi in 27 stazioni; per 4 di esse si è resa necessaria la sostituzione dell'UCP e 2 stazioni sono state escluse per mancanza di forofiti idonei. Gli alberi campio-

nati sono stati in totale 81 ed i rilievi 324; ciò ha permesso di determinare 79 taxa lichenici, 16 a livello di genere, 58 a livello di specie, 4 varietà ed 1 sottospecie. Per alcune specie rilevate è stato ampliato, grazie a questo studio, l'areale di distribuzione nazionale; in particolare *Piccolia ochrophora* (Nyl.) Hafellner, specie poco conosciuta nel versante adriatico della penisola, è risultata nuova per la regione (CAPORALE e PAGLIANI, 2010) e *Pachyphiale carneola* (Ach.) Arnold

ha mostrato una distribuzione peculiare nella regione che meriterebbe ulteriori approfondimenti.

I valori di IBL rilevati variano da un minimo di 24 (UCP 23) ad un massimo di 211 (UCP 1). Le mappe di Naturalità/Alterazione realizzate (Fig. 2 e Fig. 3) rispecchiano in modo fedele la distribuzione delle attività produttive e delle principali aree urbane ed infrastrutture ed i valori dell'indice aumentano progressivamente con andamento approssimativo da NE a SW.

Tab. I. Scala utilizzata per l'interpretazione dei valori dell'indice di Biodiversità Lichenica (GIORDANI, 2004).

Valore	Classe di naturalità/alterazione	Colore
>186	1 Naturalità molto alta	Blu scuro
156-186	2 Naturalità alta	Blu chiaro
125-155	3 Naturalità media	Verde scuro
94-124	4 Naturalità bassa/ Alterazione bassa	Verde chiaro
63-93	5 Alterazione media	Giallo
32-62	6 Alterazione alta	Arancione
0-31	7 Alterazione molto alta	Rosso

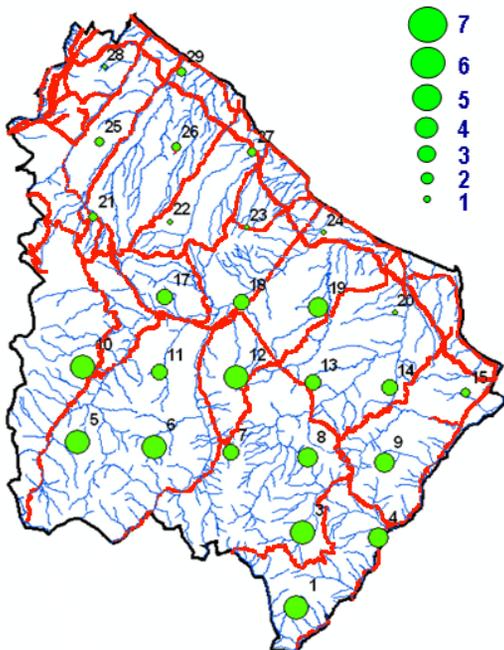


Fig. 2. Mappa di distribuzione puntuale dei valori dell'indice di Biodiversità Lichenica (sono cartografate la principale rete stradale e l'idrografia). Le dimensioni dei simboli corrispondono a livelli di Naturalità crescenti.

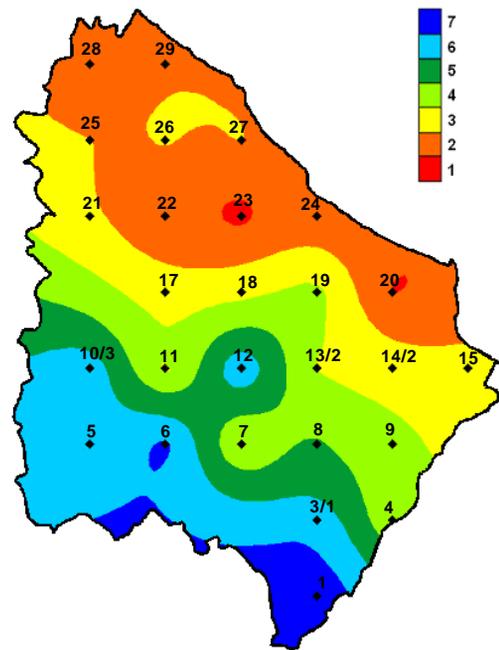


Fig. 3. Mappa di distribuzione spaziale dei valori dell'Indice di Biodiversità Lichenica. Legenda dei colori come in tabella I.

È stata inoltre riscontrata una correlazione positiva tra le zone caratterizzate da un maggiore IBL e l'altitudine (Fig. 4). Visto il basso numero di campioni è stato utilizzato il test di correlazione non parametrico di Spearman per validare il risultato del grafico di distribuzione ottenendo un indice di correlazione altamente significativo ($s = 0,670$ con $p < 0,01$).

L'area costiera evidenzia una situazione di alterazione alta, prevedibile vista la maggiore pressione antropica (esercitata dagli agglomerati urbani e dalla rete viaria), ed i più alti livelli di naturalità si riscontrano nel settore a sud dei Monti dei Frentani, al confine con il Molise (area lontana dalle principali arterie viarie ed a minore densità abitativa) e nell'area a SW compresa nel Parco Nazionale della Majella. In queste aree ad elevato livello di naturalità sono compresi più della metà (59%) dei Siti di Importanza Comunitaria individuati per la provincia.

Risulta di estremo interesse anche il 'cuneo' che seguendo la linea di congiunzione tra le stazioni 6, 12 e 19 procede in direzione della costa seguendo, in parte, il bacino del fiume Osento. Il suo stato di conservazione è, presumibilmente, dovuto ad una migliore condizione delle stazioni monitorate, che sono distanti da fonti di inquinamento dirette e, grazie all'orografia, protette dai venti che possono veicolare sostanze nocive aerodisperse. Assume una certa rilevanza la limitata estensione delle aree ad elevata alterazione che risultano fortemente influenzate da situazioni riconducibili a specifiche caratteristiche locali (scarsa circolazione dei venti, presenza di fattori di pressione nelle immediate vicinanze, utilizzo di pratiche agricole intensive, ecc).

I valori di IBL rilevati risul-

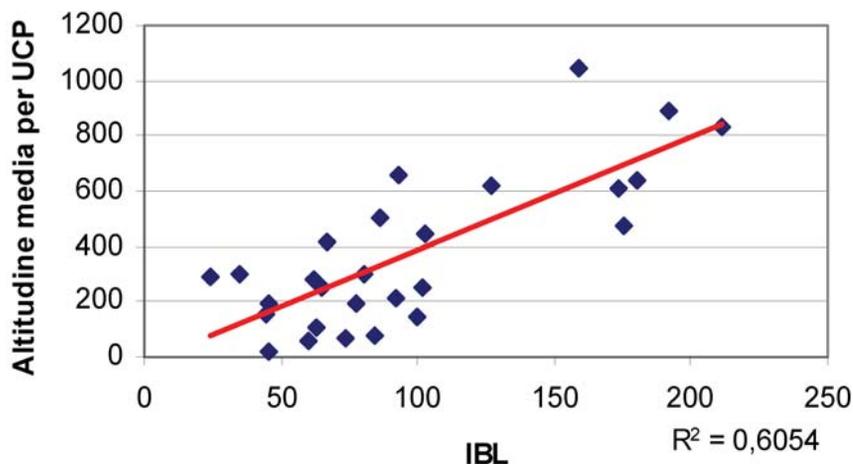


Fig. 4. Grafico della distribuzione dei valori di IBL in relazione all'altitudine media della stazione.

tano ben confrontabili con quelli relativi al contiguo territorio molisano (RAVERA, 2008), soprattutto per quanto riguarda i valori massimi (211 in provincia di Chieti e 218 in Molise); il valore più basso in assoluto, tuttavia, caratterizza il territorio abruzzese (24 in provincia di Chieti e 81 in Molise), che risulta maggiormente sottoposto alla pressione antropica. Il confronto tra le mappe di distribuzione di tali valori su entrambi i territori evidenzia una buona continuità spaziale che rimarca l'alto livello di naturalità della zona compresa tra il versante più a sud dei Monti dei Frentani e l'alto Molise, in particolare tra Schiavi d'Abruzzo e Pietrabbondante.

CONCLUSIONI

Questo studio ha offerto la possibilità di estendere ulteriormente l'ambito di applicazione del metodo ANPA, fornendo dati utili per la caratterizzazione della regione Abruzzo e del settore adriatico della penisola. Le informazioni acquisite hanno permesso di delineare uno scenario della situazione attuale che si presta come un utile strumento di pianificazione ambientale per gli enti regionali, soprattutto in assenza di altri studi

conoscitivi su larga scala. A partire da questo approccio preliminare sarà possibile programmare i successivi piani di monitoraggio in ambito provinciale e regionale; il confronto di questi dati con informazioni di carattere epidemiologico permetterà di approfondire le eventuali correlazioni con le principali patologie che insistono sul territorio. Sono inoltre emerse, nel corso delle fasi di campo, interessanti informazioni in ambito floristico e fitogeografico, che aprono ulteriori spunti di approfondimento futuri.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'Ing. Giancarlo Moca per aver sempre accolto e sostenuto con estrema lungimiranza le iniziative scientifiche del Centro di Scienze Ambientali. Senza la collaborazione dell'intero staff del CSA, la realizzazione di questo lavoro non sarebbe stata possibile; preme agli autori, tuttavia, ricordare in particolare la preziosa e sempre proficua collaborazione della Dott.ssa Patrizia Di Nardo recentemente scomparsa.

Siamo, infine, riconoscenti per la collaborazione a molti concittadini della provincia di Chieti, in particolare ai proprietari dei terreni visitati durante le fasi di campo. La loro gentilezza e disponibilità ha reso, in molti casi, il nostro lavoro decisamente piacevole.

Bibliografia

- AA.VV., 2001. *I.B.L. - Indice di Biodiversità Lichenica*. Manuale ANPA. Serie Manuali e Linee Guida 2/2001, 85 pp.
- CAPORALE S., PAGLIANI T., 2010. Contributo alle conoscenze floristiche della Regione Abruzzo: 7 nuovi record dalla Provincia di Chieti. *Notiziario della Società Lichenologica Italiana*. **23**: 35.
- CISLAGHI C., NIMIS P.L., 1997. Lichens, air pollution and lung cancer. *Nature*. **387**: 463-464.
- CLAUZADE G., ROUX C., 1985. *Likenoj de Okcidenta Euro*. *Ilustrita Determinlibro*. Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, N.s. **7**. pp. 893.
- GIORDANI P., 2004. *Licheni epifiti come biomonitors dell'alterazione ambientale. Influenza delle variabili ecologiche sulla diversità lichenica*. Tesi di Dottorato. Università di Trieste.
- GOMBERT S., ASTA J., SEAWARD M.R.D., 2004. Assessment of lichen diversity by index of atmospheric purity (IAP), index of human impact (IHI) and other environmental factors in an urban area (Grenoble, south-east France). *Science of the Total Environment*. **124**: 183-199.
- HUNSAKER K.T., 1993. New concepts in environmental monitoring: the question of indicators. *Science of the Total Environment*. Suppl.: 77-95.
- NASH T.H. III, 1996. *Lichen Biology*. Cambridge University Press. 303 pp.
- NIMIS P. L., 1986. I macrolicheni d'Italia: chiavi analitiche per la determinazione. *Gortania*, **8**: 101-220.
- PIERVITTORI R., 1999. Licheni come bioindicatori della qualità dell'aria: stato dell'arte in Italia. In: Piccini C. & Salvati S. (eds.), *Proc. Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio Nazionale"*, Roma, 26-27 Novembre 1998. ANPA, Serie Atti 2/1999: 97-122.
- PURVIS O.W., COPPINS B.J., HAWKSWORTH D.L., JAMES P.W., MOORE D.M. (eds.), 1992. *The Lichen Flora of Great Britain and Ireland*. Nat. Hist. Mus. Publ. & The British Lichen Society, London. pp. 710.
- RAVERA S., 2008. Rete di Biomonitoraggio con i licheni epifiti. In: Marchetti M., Marino D., Cannata G. (a cura di), *Relazione sullo stato dell'ambiente della Regione Molise*. Università degli Studi del Molise: 176.
- SARMENTO S.M., WOLTERBEEK H.TH., VERBURG T.G., FREITAS M.C., 2008. Correlating element atmospheric deposition and cancer mortality in Portugal: Data handling and preliminary results. *Environmental Pollution*. **151**: 341-351.