Zeitschrift: Memorie / Società ticinese di scienze naturali, Museo cantonale di storia naturale

Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali ; Museo cantonale di storia naturale

Band: 13 (2021)

Artikel: Comunità licheniche epifite dei castagneti da frutto del Cantone Ticino, Svizzera

Autor: Matteucci, Enrica / Isocrono, Deborah / Favero-Longo, Sergio Enrico

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1005876

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 23.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Comunità licheniche epifite dei castagneti da frutto del Cantone Ticino, Svizzera

Enrica Matteucci[1*], Deborah Isocrono[2], Sergio Enrico Favero-Longo[1] e Marco Moretti[3]

[1] Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino, 10125 Torino, Italia
[2] Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino, 10095 Grugliasco, Italia
[3] Istituto federale di ricerca WSL, Biodiversità e biologia della conservazione, 8903 Birmensdorf, Svizzera

** enrica.matteucci@unito.it*

Riassunto: Le comunità licheniche epifite sono molto sensibili ai cambiamenti ambientali e sono quindi utilizzate come indicatori non solo della qualità dell'aria, ma anche del grado di continuità delle foreste e dei cambiamenti climatici. Diversi studi in ambiente alpino sono stati focalizzati sui boschi di conifere, mentre i castagneti da frutto sono ancora poco indagati. La presente indagine, condotta lungo un transetto nord-sud, è stata pianificata per poter valutare differenze qualitative e quantitative fra selve gestite e abbandonate nel Cantone Ticino e indagare la presenza di specie rare. Sono stati effettuati rilievi in selve castanili gestite e abbandonate, esaminando le specie licheniche presenti sui tronchi dei cinque alberi prossimi alle coordinate centrali delle aree di campionamento (5 alberi x 16 coppie di selve) e calcolando per ogni albero il valore di diversità lichenica (LDV). L'analisi statistica degli indici ecologici ha evidenziato la presenza di due gruppi di specie: un gruppo di specie tipiche della flora lichenica dei castagneti e un gruppo, più piccolo, di specie sinantropiche. I rilievi evidenziano una situazione caratterizzata da una grande eterogeneità, con molte specie che si presentano con frequenze molto basse. Degna di nota risulta la presenza di specie di interesse conservazionistico, tra cui cinque considerate 'in pericolo' (EN) in Svizzera secondo i criteri IUCN.

Parole chiave: biodiversità lichenica, gestione forestale, indici ecologici, LDV

Epiphytic lichen communities in chestnut orchards of the Cantone Ticino, Switzerland

Abstract: Epiphytic lichen communities are very sensitive to environmental changes and are therefore used as indicators of air quality as well as of forest ecological continuity and of climate change. Several studies in the Alpine area have focused on coniferous forests, while chestnut orchards are still scarcely investigated. In the present study, surveys were carried out in managed and abandoned chestnut stands, detecting lichen species on the trunks of the five trees nearest to the central coordinates of the sampling plots (5 trees x 16 pairs of forests) and calculating for each tree lichen diversity value (LDV). The survey, conducted along a North-South transect, was designed to assess qualitative and/or quantitative differences between managed and abandoned stands in Cantone Ticino, and to detect the presence of rare species. The species are divided in two main groups: i) species typical of the lichen flora of chestnut groves and ii) a smaller group of synanthropic species, distinguished by the statistical analysis of ecological indices. The survey highlighted an elevated heterogeneity, with many species occurring with very low frequencies. It is worth noting the occurrence of species of conservation interest, including five species considered 'Endangered' (EN) in Switzerland according to the IUCN criteria.

Keywords: ecological indicators, forest management, LDV, lichen biodiversity

INTRODUZIONE

I licheni sono organismi che, a dispetto della loro presenza estremamente diffusa sul pianeta, spesso sfuggono a un occhio non addestrato: il poeta Camillo Sbarbaro li definì per questa ragione "incospicui e negletti". La natura dei licheni è complessa: si tratta infatti di una simbiosi stabile costituita da una componente fungina e una fotosintetica (algale o cianobatteriale) (Nash 2008) (Fig. 1). La loro associazione è una struttura originale, il tallo, che ha una propria distinta anatomia, morfologia e fisiologia (es. Piervittori 1998). Funzionalmente il fungo fornisce l'adesione al substrato e un ambiente controllato per le alghe e i cianobatteri, che fissano il carbonio attraverso la fotosintesi e garantiscono così la sostanza organica necessaria al fungo (Honegger et al. 2013). Non dipendendo nutrizionalmente dal substrato sul quale crescono, i licheni hanno la possibilità di colonizzare moltissimi habitat diversi: le superfici rocciose e le cortecce degli alberi sono forse le nicchie ecologiche più diffuse. Proprio le comunità di licheni che crescono sulla corteccia degli alberi (licheni epifiti) sono state molto studiate in quanto hanno dimostrato di essere particolarmente sensibili a un'ampia gamma di fattori ambientali: all'inquinamento dell'aria, all'eutrofizza-

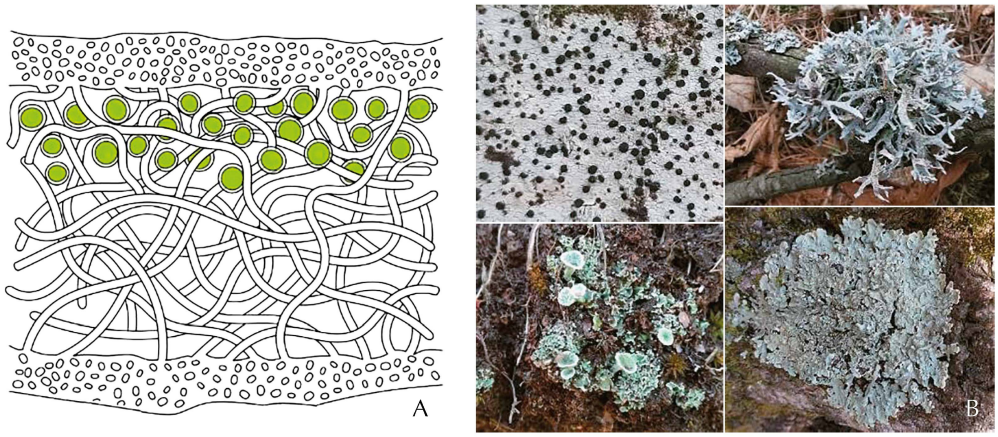

Fig 1 – A) Schema della struttura interna di un lichene, in verde la componente fotosintetica in grigio la componente fungina; B) Alcune morfologie di licheni descritti nel presente contributo (in senso orario da in alto a sinistra): crostoso, fruticoso, foglioso, composto (foto Deborah Isocrono).

zione, all'accumulo di polveri alcalinizzanti, di metalli e di radionuclidi (Nimis et al. 2002). Decenni di studi lichenologici hanno permesso di capire come diversi fattori dipendenti dall'attività umana impattino la diversità lichenica causando una diminuzione nella vitalità e nella capacità riproduttiva degli individui e cambiamenti nella composizione specifica, dimensione e distribuzione delle specie a livello di comunità (Bellard et al. 2012).

Le comunità licheniche epifite risentono, oltre che dei lineamenti macroclimatici, delle condizioni microambientali dipendenti dagli alberi che le ospitano e sono state utilizzate come bioindicatori in ambienti forestali in relazione a fattori quali: la tipologia forestale, l'età, lo "stato di salute", il tipo di gestione (Giordani & Brunialti 2015). Il loro uso è stato validato sia a livello locale sia a livello europeo (es. Stofer 2006). In particolare, diverse ricerche hanno valutato l'impatto della gestione forestale sui licheni epifiti al fine di fornire linee guida per la conservazione degli interi ecosistemi forestali di conifere e latifoglie (Ellis 2012; Nascimbene et al. 2013; Pezzi et al. 2020). Diversi progetti, inoltre, hanno considerato i licheni come indicatori del grado di continuità di foreste vetuste (Brunialti et al. 2010) e, negli ultimi anni, l'interesse si è concentrato sulla risposta dei licheni a cambiamenti ambientali in relazione alla presenza di specie arboree alloctone invasive (Nascimbene et al. 2020) e anche in relazione ai cambiamenti climatici.

Lungo l'arco alpino, sono stati condotti diversi studi focalizzati sulle conifere (Nascimbene et al. 2006; 2009; 2010), mentre scarse sono le informazioni per altre tipologie forestali (Nascimbene et al. 2007). In particolare, per quanto riguarda i castagneti da frutto, le comunità epifite risultano molto poco indagate. L'unico studio a larga scala in territorio italiano (Matteucci et al. 2012) ha evidenziato come, accanto al grado di continentalità del clima, sia la tipologia gestionale ad essere rilevante: i castagneti da frutto e i cedui più vecchi e disetanei supportano la presenza di comunità licheniche con specie rare.

Studi sugli effetti dell'abbandono dei castagneti da frutto su invertebrati, pipistrelli e uccelli condotti nella parte meridionale delle Alpi hanno mostrato come la cessazione della gestione dei castagneti porti a una generale perdita di biodiversità (Moretti et al. 2021a,b; Python et al. 2021, in questo volume).

Non essendo disponibili dati relativi agli effetti dell'abbandono delle selve castanili sulle comunità licheniche epifite, la presente indagine ha avuto lo scopo di: 1) verificare se esistano differenze (qualitative e/o quantitative) fra selve gestite e non gestite nel Cantone Ticino; 2) indagare se le selve castanili sostengano la presenza di specie la cui conservazione è prioritaria in Svizzera.

MATERIALE E METODI

Rilievi delle comunità licheniche epifite sono stati condotti in 16 coppie di selve, gestite e abbandonate, nel Cantone Ticino, lungo un transetto nord-sud (Fig. 2).

Le due selve accoppiate erano mediamente distanti 500 m l'una dall'altra e in condizioni geomorfologiche simili. In ciascuna sono stati rilevati i licheni sui tronchi dei cinque alberi prossimi alle coordinate estratte con un generatore casuale e individuate come centro di aree di campionamento circolari di 10 m di raggio (Fig. 3).

L'indagine ha riguardato un totale di 160 alberi, 80 in castagneti gestiti e 80 in castagneti abbandonati, ed è stata condotta tra aprile e giugno 2010. Per valutare le comunità licheniche è stata stilata una lista di tutte le specie presenti sul tronco da zero a 180 cm di altezza e successivamente calcolato il valore di diversità lichenica LDV (Lichen Diversity Value) (Nimis et al. 2001; Asta et al. 2002; norma CEN EN 16413 2014). Sono state inoltre annotate alcune caratteristiche degli alberi rilevati, quali la circonferenza del tronco a petto d'uomo, la presenza di disomogeneità sulla corteccia, la presenza di altre epifite (come muschi ed epatiche), nonché la dimensione della chioma (massima estensione dei rami in corrispondenza dei quattro punti cardinali) e lo spazio libero tra le chiome (distanza fra il tronco e la più vicina chioma di un altro albero). Con l'ausilio del programma AutoCAD 2004 sono state restituite le forme in due dimensioni delle chiome all'interno delle aree di campionamento (Fig. 4), le aree delle chiome e quelle dello spazio libero.

In campo sono state prelevate piccole porzioni dei talli per procedere all'identificazione su base morfo-anatomica e biochimica, presso il Laboratorio di Lichenologia (UNI EN ISO 9001:2008) del Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi dell'Università degli Studi di Torino. La nomenclatura utilizzata fa riferimento a Nimis (2016).

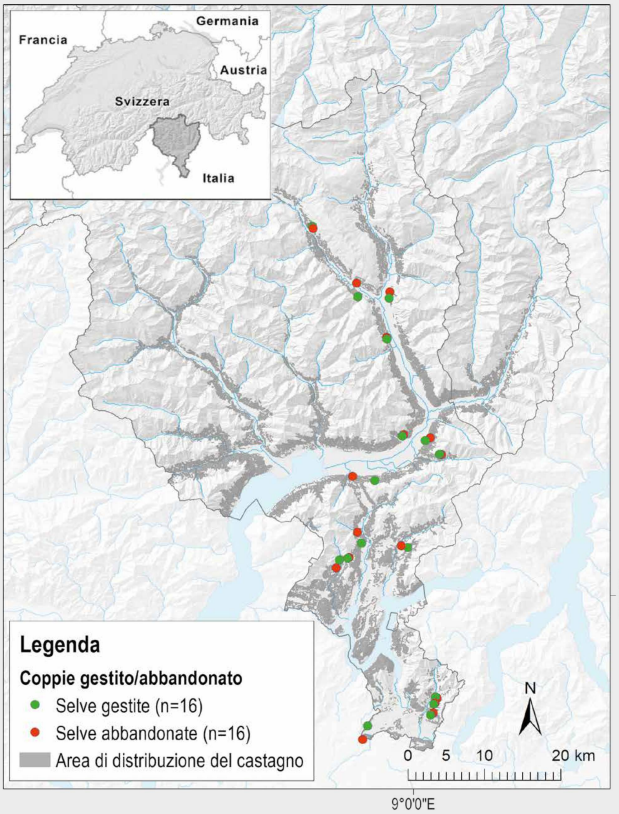

Fig. 2 – Distribuzione delle 32 selve castanili rilevate per lo studio della biodiversità lichenica epifita nel Cantone Ticino: in verde le 16 selve gestite, in rosso le 16 selve abbandonate (© swisstopo).

Fig. 3 – Esempio di castagni da frutto rilevati in una coppia di selve A) gestite e B) abbandonate nel Ticino centrale (S. Antonio). Si noti come la selva gestita sia più aperta rispetto a quella abbandonata dove il sottobosco è particolarmente denso (foto Enrica Matteucci).

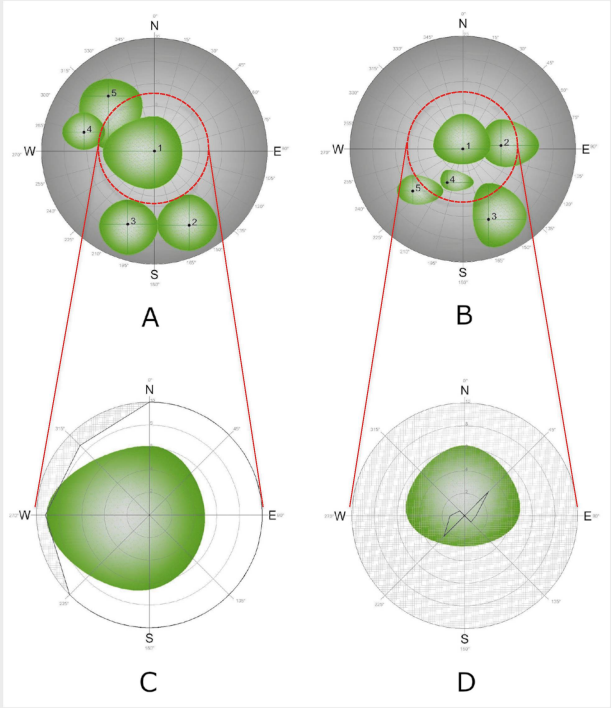

Fig. 4 A e B – Due esempi di restituzione della forma e dell'orientamento della chioma (in verde) dei cinque castagni rilevati in una coppia di selve castanili a Lodrino: (A) gestita e (B) abbandonata il cerchio grigio corrisponde all'area di campionamento di raggio = 10 m). C e D: Ingradimento di un area attorno alla del castagno al centro di A e B. L'area tratteggiata in grigio corrisponde all'area occupata dalle chiome circostanti al castagno in questione, mentre quella bianca, allo spazio libero.

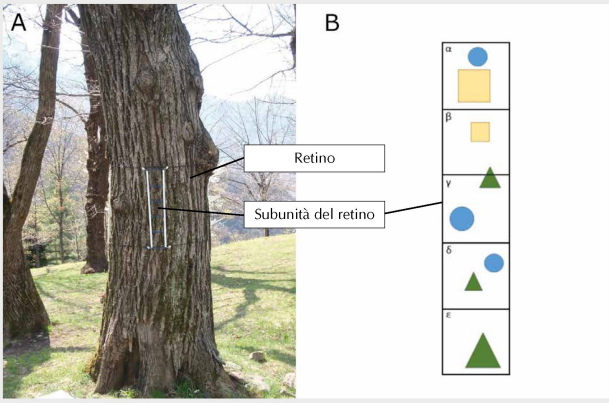

Fig. 5 A – Esempio di retino applicato al tronco di un castagno per il campionamento della biodiversità lichenica. Il retino è composto da quattro subunità di rilevamento (rettangolo bianco verticale, anche detta subunità del retino), di cui una è visibile al centro del tronco (le altre sono posizionate in corrispondenza degli altri tre punti cardinali). B: Esempio schematico di una subunità del retino suddivisa nei cinque quadrati di 10 cm x 10 cm. Le forme colorate simulano la superficie occupata da diverse specie di licheni. Il valore di diversità lichenica (LDV) per una subunità è calcolato nel modo seguente: *Lichene blu* è presente in 3 quadrati (α, γ e δ), quindi la sua frequenza è 3; *Lichene giallo* è presente in 2 quadrati (α e β): frequenza 2; *Lichene verde* è presente in 4 quadrati (β, γ, δ, ε): frequenza 4. Il valore della subunità in questione è 3+2+4 = 9. Il LVD di un albero equivale alla somma dell'LDV delle quattro subunità (foto e disegno Enrica Matteucci).

Calcolo del valore di diversità lichenica LDV
Il valore di diversità lichenica (dall'inglese *Lichen Diversity Value*, LVD) (Kricke & Loppi 2002) è il metodo più ampiamente utilizzato a livello internazionale per stimare la biodiversità lichenica epifita (es. Pinho et al. 2012; norma CEN EN 16413 2014).
I rilievi sono stati condotti giustapponendo verticalmente al tronco, a partire da un metro di altezza, un retino di campionamento formato da quattro rettangoli, uno per ogni punto cardinale (Fig. 5A), definiti "subunità" del retino. Ogni subunità è suddivisa in cinque quadrati di 10 cm x 10 cm (Fig. 5B), all'interno dei quali viene rilevata la presenza delle diverse specie di licheni e quella di altre epifite. Il parametro LVD è ottenuto sommando la frequenza delle differenti specie nei cinque quadrati in ciascuna subunità del retino (Fig. 5B). Si possono ottenere i LDV dell'area di campionamento sommando i valori parziali calcolati per ciascun albero. Un esempio è presentato nella didascalia della figura 5.

Caratterizzazione ecologica delle comunità licheniche epifite
Le specie di licheni sono state caratterizzate sulla base di alcuni indici ecologici disponibili nella banca dati dei licheni italiani (ITALIC; Nimis, 2016) e illustrati sulla norma Nimis et al. (2001). Si tratta di espressioni numeriche che indicano l'ampiezza ecologica di una data specie rispetto ad un determinato fattore ecologico espressi su una scala ordinale. Gli indici ecologici presi in considerazione sono illustrati in tabella 1.

Analisi dei dati
La distribuzione delle specie rilevate nelle due tipologie di selve (gestite e abbandonate) è stata analizzata e quindi confrontata con gli elenchi di specie di interesse conservazionistico (Scheidegger & Clerc 2002). Il numero di specie e l'LDV rilevati nelle selve gestite sono stati confrontati con quelli rilevati nelle selve abbandonate. Le specie di licheni rilevate nelle 32 selve sono state classificate in base al grado di dissimilitudine delle caratteristiche ecologiche specifiche (v. indici ecologici in Tab. 1) utilizzando il "metodo a coppie non ponderate con media aritmetica", UPGMA, dall'inglese *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean*, che utilizza la distanza euclidea come coefficiente di distanza tra le specie. Questo metodo restituisce un dendrogramma (diagramma ad albero) che permette di individuare le specie di licheni aventi caratteristiche ecologiche simili tra loro (che risultano essere separate da rami con lunghezza minore) rispetto ad altre con caratteristiche molto diverse (lunghezza dei rami maggiore). Tale classificazione è stata quindi utilizzata in una successiva analisi delle Coordinate Principali, PCoA, che ha permesso di proiettare le specie in uno spazio multidimensionale unitamente agli indici ecologici specifici al fine di individuare gruppi di specie accomunati da simili esigenze ecologiche.
Differenze statistiche delle diverse caratteristiche tra selve gestite e selve abbandonate rilevate in campo (tra cui, la distanza dalle chiome adiacenti, il numero di specie licheniche, il LDV) sono state, infine, analizzate tramite test parametrici (t-test per le variabili con distribuzione normale) e non parametrici (test di Kolmogorov-Smirnov non parametrico per le altre).
Per valutare il grado di dissimilitudine della struttura e della composizione delle comunità licheniche tra le 16 selve gestite e le 16 selve abbandonate, i dati di presenza/assenza delle specie licheniche rilevate nei due gruppi sono stati analizzati mediante "SDR della gamma diversità" (Podani & Schmera 2011). Oltre a calcolare il gradi di dissimilitudine tra comunità licheniche, tale metodo permette di decomporre il contributo di tre componenti distinte (che danno anche il nome all'analisi SDR), ossia: la Similarità (S, il numero di specie licheniche condivise fra due siti), la Differenza nella ricchezza specifica (D) e il numero di specie rimpiazzate (R). I valori risultanti dall'analisi sono stati proiettati su diagrammi ternari con l'applicazione NonHier del programma SYN-TAX 2000 (Podani 2001) nei quali le componenti S, D, R si trovano ai vertici, mentre sui tre lati troviamo le componeti intermedie.

Tab. 1 – Indici ecologici come definiti nel manuale Nimis et al. (2001).

Indice ecologico	Descrizione
CH (pH del substrato)	1 = substrato molto acido (es: scorza di conifera non eutrofizzata), 2 = substrato acido (es: scorza non eutrofizzata di *Quercus*), 3 = substrato subacido o subneutro (es: scorza di *Sambucus*), 4 = substrato leggermente basico, come scorza con depositi di polveri calcaree), 5 = substrato basico, (es: calcare puro).
IR (luce)	1 = in situazioni fortemente ombrose (es: forre profonde, foreste sempreverdi chiuse), 2 = in situazioni ombrose (es: siti esposti a nord in fitte foreste decidue), 3 = in situazioni con luce diffusa ma scarsa irradiazione solare diretta (es: in foreste decidue piuttosto aperte), 4 = in siti esposti al sole, ma in assenza di estrema irradiazione diretta, 5 = in siti con alta irradiazione solare diretta.
HU (umidità)	1 = igrofiti, in zone marine o siti con frequenti nebbie, 2 = abbastanza igrofiti, 3 = mesofiti, 4 = xerofiti (in ambienti secchi, ma assenti da luoghi estremamente aridi), 5 = molto xerofiti.
AL (gradiente altitudinale)	1 = fascia eu-Mediterranea (es: foreste di *Quercus ilex*), 2 = fascia submediterranea (es: querco-carpineti), 3 = fascia montana (foreste di *Fagus sylvatica*), 4 = fascia subalpina e oroboreale (boschi a *Picea abies*, e *Larix - Pinus cembra*), 5 = fascia al di sopra del limite degli alberi, 6 = piano nivale.
NI (eutrofizzazione)	1 = in situazioni prive di eutrofizzazione, 2 = in ambienti con eutrofizzazione molto debole, 3 = in luoghi con eutrofizzazione debole, 4 = in situazioni con eutrofizzazione relativamente alta, 5 = in ambienti con eutrofizzazione molto alta.
PO (poleotolleranza)	0 = specie che crescono esclusivamente su alberi molto vecchi, in foreste indisturbate, 1 = specie che crescono in ambienti naturali o semi-naturali, 2 = specie che possono crescere anche in ambienti moderatamente disturbati, 3 = specie che possono crescere anche in ambienti molto disturbati, come grandi aree urbane.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Comunità licheniche delle selve castanili

L'indagine ha permesso di censire un totale di 58 specie (Tab. 2). Le quattro specie più frequenti sono *Lepraria elobata* (nel 51% dei quadrati 10 cm x 10 cm rilevati), *Cladonia parasitica* (20%), *Leprocaulon quisquiliare* (10%) e *Flavoparmelia caperata* (9%), presenti estensivamente sia nelle selve gestite che in quelle abbandonate. *Lepraria elobata* è una specie crostosa amante di condizioni umide e tipicamente rinvenuta su corteccia acida non colonizzata da muschi e altre briofite, *Cladonia parasitica* è un lichene fruticoso legato in particolare ai castagneti da frutto con alberi vetusti. *Leprocaulon quisquiliare* è un lichene fruticoso di minutissime dimensioni che cresce principalmente su rocce coperte da uno strato sottile di suolo, ma è comune anche su corteccia, mentre *Flavoparmelia caperata* è una specie tipica della corteccia di alberi decidui isolati. Fra le specie esclusive delle selve castanili gestite solo quattro sono state rilevate con frequenze maggiori di 1%: si tratta di *Cladonia coniocraea*, lichene fruticoso a tallo composto molto comune sulle cortecce degli alberi soprattutto in condizioni di suoli molto ricchi in humus, *Imshaugia aleurites* specie fogliosa frequente su scorza acida e spesso rinvenuta anche su conifere, *Melanelixia subaurifera* specie con un *optimum* nella fascia submediterranea spesso pioniera su corteccia liscia (in grado quindi di colonizzare anche castagni giovani) e *Ochrolechia arborea* una specie crostosa tipicamente rinvenuta su corteccia di alberi decidui con scorza arricchita in contenuto minerale (Nimis 2016). Tutte le specie esclusive di selve abbandonate sono state rilevate con frequenze inferiori a 1%. Si tratta di *Naevia punctiformis*, un fungo debolmente lichenizzato, *Hyperphyscia adglutinata*, una specie sinantropica e tossitollerante (tollerante a sostanze tossiche, quali i più comuni inquinanti del comparto aria), *Collema subflaccidum*, una specie di interesse conservazionistico (vedi paragrafo dedicato), *Parmotrema reticulatum*, una specie con affinità costiera, rara e in declino sulle Alpi.

Analisi statistiche degli indici ecologici (analisi dei gruppi e analisi delle coordinate principali (PCoA) in figura 6 mostrano come le specie rinvenute possano essere ascrivibili a quattro gruppi, così caratterizzati:

Gruppo A (●): include 26 specie mesofile che hanno il loro *optimum* nei boschi di latifoglie, fra cui specie che spesso sono ritrovate su muschi ed epatiche epifite, come *Normandina pulchella* (Fig. 7A1) e *Parmelina tiliacea*, (Fig. 7A2). Di questo gruppo fanno parte anche alcune specie tipiche di aree montane e con una predilezione per le scorze acide (come *Hypocenomyce scalaris*, *Imshaugia aleurites*, *Pseudevernia furfuracea*, *Vulpicida pinastri*).

Gruppo B (■): comprende 19 specie sempre tipiche di boschi di latifoglie, ma più igrofile, ad esempio le specie appartenenti al genere *Parmotrema* (Fig. 7B2). Include anche specie che crescono spesso su scorza liscia, come *Graphis scripta* (Fig. 7B1).

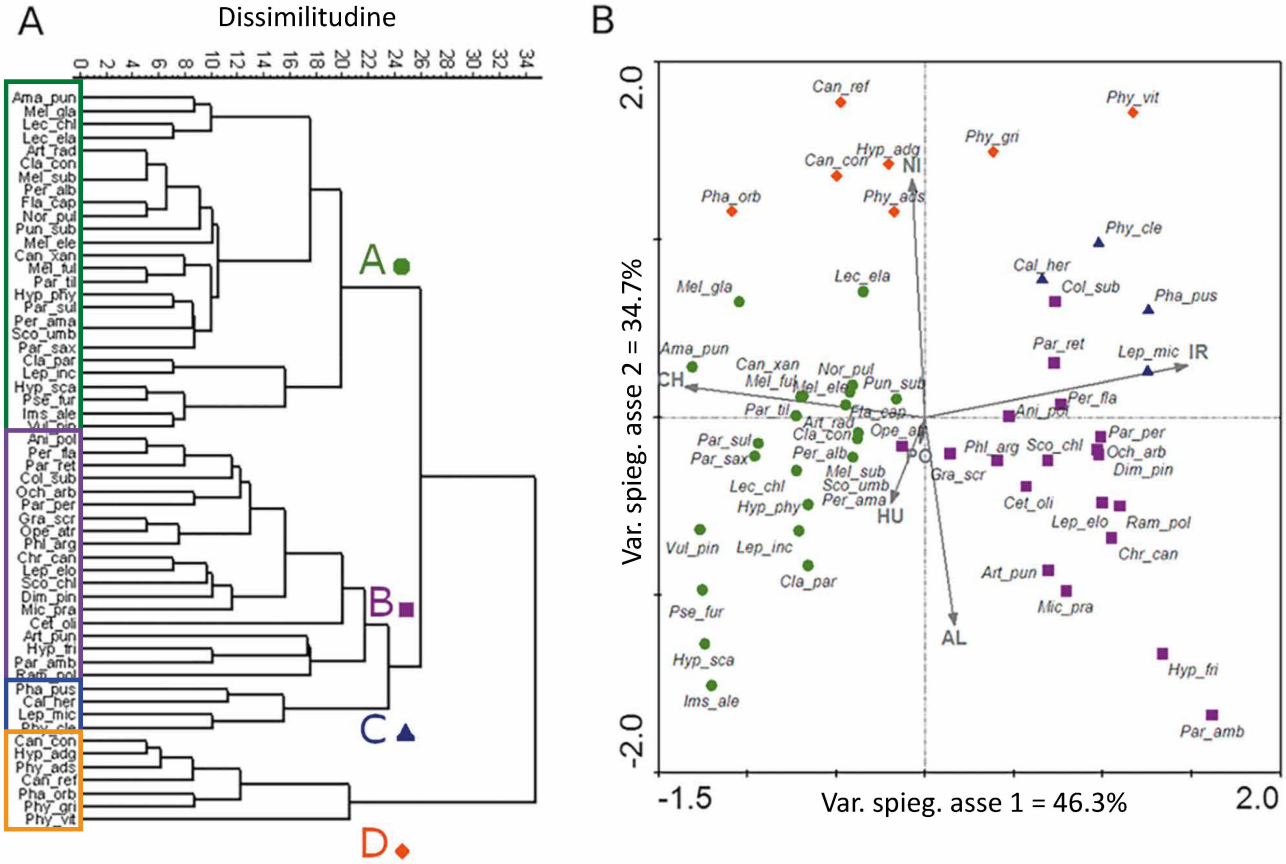

Fig. 6 – Analisi multivariate basate sugli indici ecologici delle specie censite: (A) classificazione delle specie con l'utilizzo di un dendrogramma ottenuto con l'analisi UPGMA. Le specie sono distinte in quattro gruppi (A, B, C, D). All'interno di ogni gruppo le specie condividono talune caratteristiche ecologiche; (B) ordinamento delle specie attraverso un'analisi PCoA (l'asse 1 spiega il 46.3% della varianza; asse 2 = 34.7%). I simboli e i colori identificano i gruppi di specie individuati nell'analisi di classificazione in A. Le sigle delle specie sono riportate in tabella 2. Le frecce rappresentano gli indici ecologici: CH = pH del substrato, IR = luce, HU = umidità, AL = gradiente altitudinale, NI = eutrofizzazione, PO = poleotolleranza, definiti alla Tab. 1.

Tab. 2 – Elenco in ordine alfabetico delle specie di licheni epifiti rilevate nelle 16 coppie di selve castanili gestite e abbandonate (nomenclatura secondo Nimis 2016). Sigla = abbreviazione dei nomi delle specie utilizzate nelle analisi presentate alla Fig. 6; Frequenza relativa = percentuale rispetto al totale dei 100 quadrati di 10 cm x 10 cm rilevati sui 5 castagni (20 quadrati x 5); *= frequenza < 1%; x = specie presente; (+) = funghi di dubbia lichenizzazione. Sp.prio in CH = Specie prioritarie in Svizzera (UFAM 2011): 1 = priorità nazionale molto elevata per la conservazione e la promozione della specie, 2 = elevata, 3 = media, 4 = esigua, n.v. = specie non valutata; LR= Specie minacciate in Svizzera secondo i criteri IUCN (2010), (Scheidegger & Clerc 2002): CR = specie in pericolo di estinzione, EN = specie fortemente minacciata, VU = specie vulnerabile, NT = specie potenzialmente minacciata, n.v. = specie non valutata. Negli Allegati 1 e 2 sono riportate le selve nelle quale le specie sono state rilevate e le relative coordinate geografiche.

Specie	Sigla	Sp. prio in CH	LR	Frequenza relativa	Selve	
					gestite	abband.
Amandinea punctata (Hoffm.) Coppins & Scheid	Ama_pun			1%	x	x
Anisomeridium polypori (Ellis & Everh.) M.E.Barr	Ani_pol			*	x	
Arthonia atra (Pers.) A. Schneid.	Ope_atr			*	x	
Arthonia radiata (Pers.) Ach.	Art_rad			*	x	
Blastenia herbidella (Hue) Servít	Cal_her			*	x	
Candelaria concolor (Dicks.) Stein	Can_con			*	x	x
Candelariella reflexa (Nyl.) Lettau	Can_ref			3%	x	x
Candelariella xanthostigma (Ach.) Lettau	Can_xan			3%	x	x
Cetrelia olivetorum (Nyl.) W. L. Culb. & C. F. Culb.	Cet_oli	3	EN	*	x	
Chrysothrix candelaris (L.) J.R.Laundon	Chr_can			2%	x	x
Cladonia coniocraea (Flörke) Spreng.	Cla_con			2%	x	
Cladonia parasitica (Hoffm.) Hoffm.	Cla_par	n.v.	n.v.	20%	x	x
Coenogonium pineti (Ach.) Lücking & Lumbsch	Dim_pin			*	x	x
Collema subflaccidum Degel.	Col_sub	3	EN	*		x
Flavoparmelia caperata (L.) Hale	Fla_cap			9%	x	x
Graphis scripta (L.) Ach.	Gra_scr			2%	x	x
Hyperphyscia adglutinata (Flörke) H.Mayrhofer & Poelt	Hyp_adg			*		x
Hypocenomyce scalaris (Ach.) M.Choisy	Hyp_sca			2%	x	x
Hypogymnia physodes (L.) Nyl.	Hyp_phy	3	EN	*	x	
Imshaugia aleurites (Ach.) S L.F.Meyer	Ims_ale			1%	x	
Lecanora chlarotera Nyl.	Lec_chl			1%	x	x
Lecanora sp. (sterile)	-	n.v.	n.v.	*	x	x
Lecidella elaeochroma (Ach.) M.Choisy	Lec_ela			1%	x	x
Lepra albescens (Huds.) Hafellner	Per_alb			1%	x	x
Lepra amara (Ach.) Hafellner	Per_ama			*	x	
Lepraria elobata Tønsberg	Lep_elo			51%	x	x
Lepraria incana (L.) Ach.	Lep_inc			5%	x	x
Leprocaulon quisquiliare (Leers) M. Choisy	Lep_mic	4	VU	10%	x	x
Melanelixia fuliginosa (Duby) O. Blanco A. Crespo Divakar Essl. D. Hawksw. & Lumbsch	Mel_ful	n.v.	n.v.	3%	x	x
Melanelixia glabra (Schaer.) O. Blanco A. Crespo Divakar Essl. D. Hawksw. & Lumbsch	Mel_gla		NT	*	x	
Melanelixia subaurifera (Nyl.) O. Blanco A. Crespo Divakar Essl. D. Hawksw. & Lumbsch	Mel_sub			1%	x	
Melanohalea elegantula (Zahlbr.) O. Blanco A. Crespo Divakar Essl. D. Hawksw. & Lumbsch	Mel_ele		NT	*	x	
Micarea prasina Fr.	Mic_pra			*	x	x
Naetrocymbe punctiformis (Pers.) R.C.Harris (+)	Nae_pun	n.v.	n.v.	1%	x	x
Naevia punctiformis (Ach.) A. Massal. (+)	Art_pun	n.v.	n.v.	*		x
Normandina pulchella (Borrer) Nyl.	Nor_pul			1%	x	x
Ochrolechia arborea (Kreyer) Almb.	Och_arb		NT	1%	x	
Parmelia saxatilis (L.) Ach.	Par_sax			*	x	
Parmelia sulcata Taylor	Par_sul			1%	x	x
Parmelina tiliacea (Hoffm.) Hale	Par_til			1%	x	x
Parmeliopsis ambigua (Wulfen) Nyl.	Par_amb			*	x	
Parmotrema perlatum (Huds.) M.Choisy	Par_per	4	VU	*	x	
Parmotrema reticulatum (Taylor) M.Choisy	Par_ret	2	CR	*		x
Pertusaria flavida (DC.) J.R.Laundon	Per_fla	3	EN	*	x	
Phaeophyscia orbicularis (Neck.) Moberg	Pha_orb			1%	x	x
Phaeophyscia pusilloides (Zahlbr.) Essl.	Pha_pus	n.v.	n.v.	*	x	
Phlyctis argena (Spreng.) Flot.	Phl_arg			2%	x	x
Physcia adscendens (Fr.) H.Olivier	Phy_ads			*	x	x
Physcia clementei (Turner) Lynge	Phy_cle	2	EN	1%	x	x
Physcia vitii Nádv.	Phy_vit	3	VU	*	x	
Physconia grisea (Lam.) Poelt ssp. grisea	Phy_gri		NT	*	x	
Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf v. furfuracea	Pse_fur			*	x	
Punctelia subrudecta (Nyl.) Krog	Pun_sub			2%	x	x
Ramalina pollinaria (Westr.) Ach.	Ram_pol		NT	*	x	
Scoliciosporum chlorococcum (Stenh.) Vězda	Sco_chl			1%	x	x
Scoliciosporum umbrinum (Ach.) Arnold	Sco_umb			1%	x	x
Vulpicida pinastri (Scop.) J.E.Mattsson & M.J.Lai	Vul_pin	n.v.	n.v.	*	x	
Xylopsora cfr. *friesii* (Ach.) Bendiksby & Timdal	Hyp_fri			*	x	

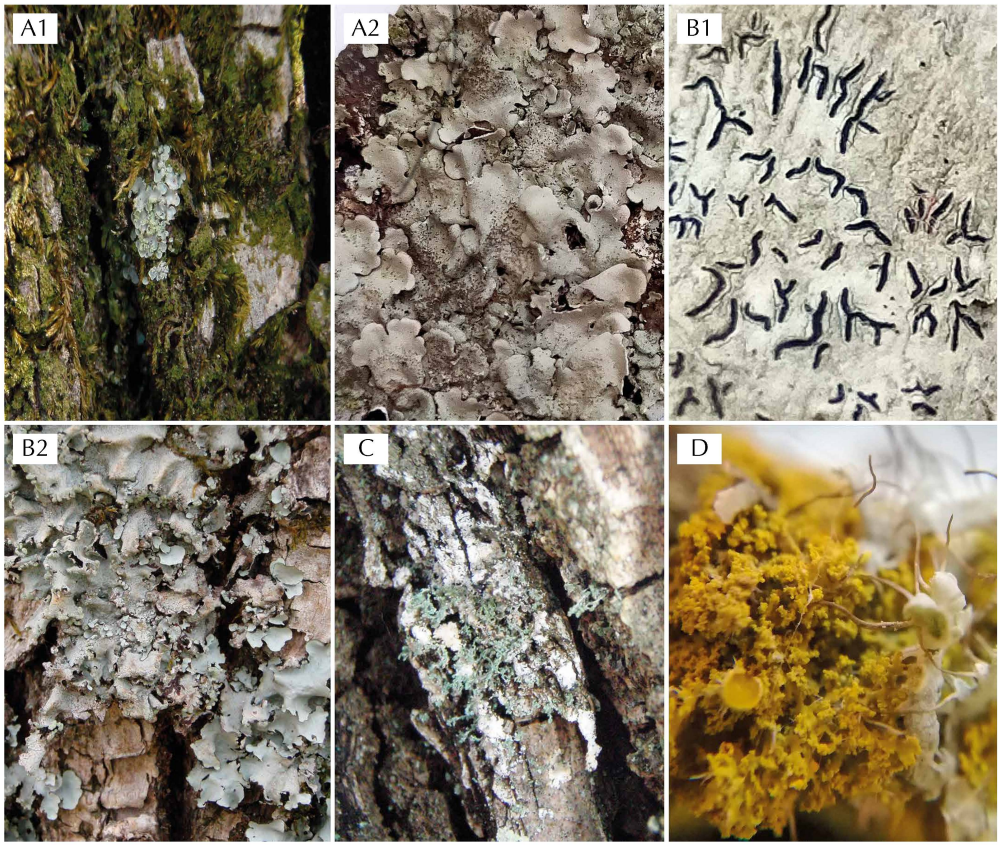

Fig. 7 – Esempi di specie licheniche rinvenute nei rilievi e loro appartenenza a uno dei quattro gruppi ecologici definiti alla figura 6: Gruppo A: (A1, A2) *Normandina pulchella* e *Parmelina tiliacea*; Gruppo B: (B1, B2) *Graphis scripta* e *Parmotrema perlatum*; Gruppo C: *Leprocaulon quisquiliare*; Gruppo D: *Candelaria concolor* (tallo giallo) e *Physcia adscendens* (tallo grigio) (foto Enrica Matteucci e Deborah Isocrono).

Gruppo C (▲): include 4 specie più xerofile, tipiche dei querco-carpineti, come *Leprocaulon quisquiliare* (Fig. 7C).
Gruppo D (♦): riunisce 6 specie nitrofile e sinantropiche, cioè rinvenibili spesso anche in aree urbane, come *Candelaria concolor* e *Physcia adscendens* (Fig. 7D). Sono specie caratterizzanti l'associazione *Xanthorion parietinae* e tutte sono note per essere molto tolleranti sia rispetto all'eutrofizzazione, in particolare, sia ad altre forme di inquinamento atmosferico (es. Castello 1996).
Escludendo le specie sinantropiche che caratterizzano il gruppo D, tutte le altre specie rinvenute nel Cantone Ticino possono essere ascrivibili alla tipica flora lichenica dei castagneti, come precedentemente descritta in altre aree dell'Europa meridionale (Matteucci et al. 2012).

Specie di interesse conservazionistico
Tra le specie campionate, cinque sono presenti nella lista delle specie considerate 'In pericolo' (EN) in Svizzera, secondo i criteri IUCN (Scheidegger & Clerc 2002) e indicate come specie prioritarie a livello nazionale (UFAM 2011): *Cetrelia olivetorum, Collema subflaccidum, Pertusaria flavida, Physcia clementei* e *Xylopsora friesii*. Si tratta di specie sensibili ai cambiamenti ambientali rinvenute in un massimo di venti località in Svizzera la cui abbondanza è in declino. Altre tre specie (*Ochrolechia arborea, Physconia grisea* e *Ramalina pollinaria*) sono attualmente considerate 'Quasi minacciate' (NT), ma potrebbero essere incluse tra le specie 'Vulnerabili' (VU) nel prossimo aggiornamento della Lista Rossa. Questo conferma l'importanza degli alberi di castagno quali habitat rifugio per specie di interesse conservazionistico, recentemente ribadito anche in un rapporto tecnico relativo ai castagneti dei Grigioni (Stofer & Gabathuler 2019).
Dall'analisi dei dati distributivi delle specie rinvenute nei castagneti investigati in base alla banca dati Swiss Lichen (Stofer et al. 2019), sono inoltre da segnalare come interessanti le seguenti specie: (i) *Cetrelia olivetorum* oggetto finora nel Cantone Ticino di due sole segnalazioni, nel 1962 e nel 1974, e ora rinvenuta nelle selve in Val d'Ambra e di cui un campione è conservato nell'*Herbarium Universitatis Taurinensis* (HBTO 2849; Fig. 8A e B); (ii) *Collema subflaccidum* segnalato finora solo nel Cantone Ticino con quattro ritrovamenti, sempre nella località di Sonvico, differente da quella rilevata in questo studio (Calonico; HBTO 2837; Fig. 8C); (iii) *Pertusaria flavida* segnalata una sola volta nel 2016 a Breno, senza campione d'erbario disponibile, e da noi ritrovata a Robasacco (HBTO 2841; Fig. 8D); (iv) *Xylopsora* cfr. *friesii*, segnalata solo due volte in Svizzera, i cui campioni sono conservati nell'erbario del *Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève* e ora rinvenuta in Val d'Ambra (HBTO 2896, *sub Hypocenomyce friesii*, Fig. 8E e 8F).

Differenze fra selve castanili gestite e abbandonate
Le specie rinvenute in entrambe le tipologie di gestione sono 29, mentre il numero di specie esclusive rilevato nelle selve gestite (25 specie)

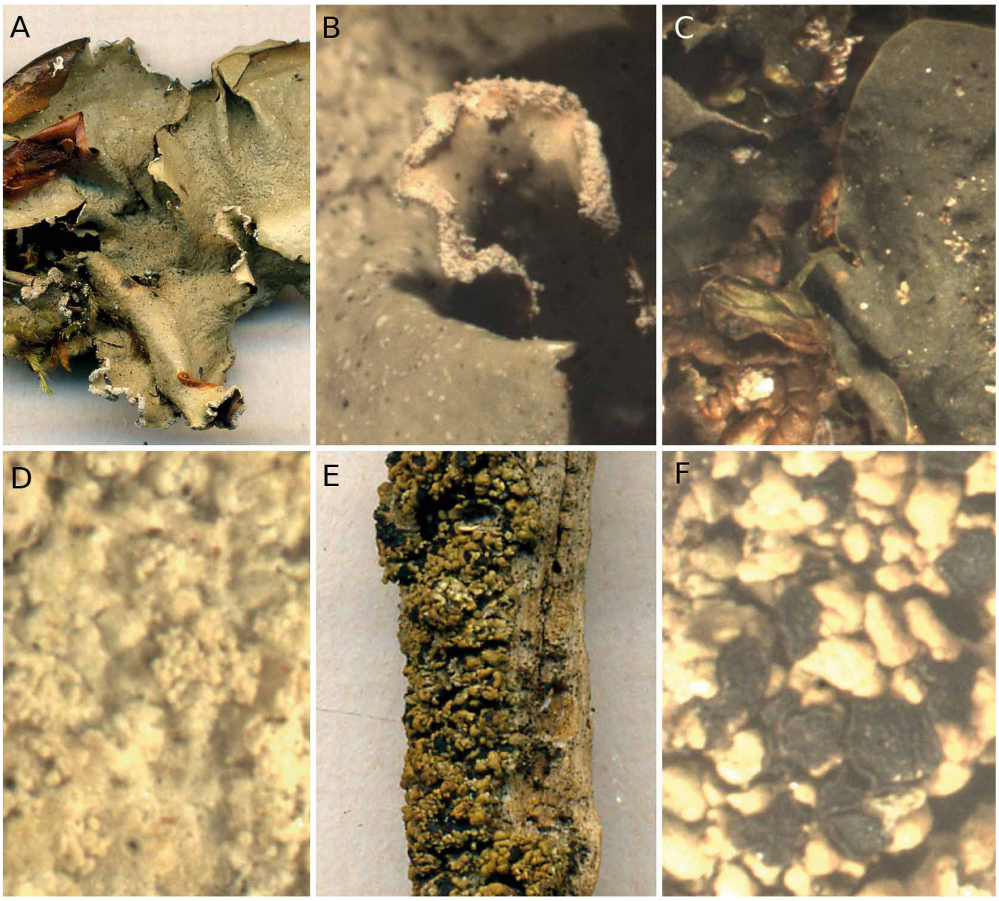

Fig. 8 – Specie licheniche di interesse conservazionistico rinvenute nei rilievi del presente studio: tallo (A) e particolare dei sorali (B) di *Cetrelia olivetorum*; tallo di *Collema subflaccidum* (C); particolare della superficie superiore di *Pertusaria flavida* (D); tallo (E) e particolare degli apoteci (F) di *Xylopsora friesii* (foto Enrica Matteucci e Deborah Isocrono).

è 6 volte maggiore rispetto a quelle abbandonate (4 specie) (diagramma di Venn, Fig. 9).
L'area delle chiome degli alberi rilevati è simile nelle due tipologie; l'area libera fra le chiome degli alberi adiacenti, calcolata con AutoCAD a partire dalle distanze stimate in campo, è più alta nelle selve gestite (115.15 cm^2 ± 78.14 dev.st., Fig. 10A) rispetto a quelle abbandonate (2.91 cm^2 ± 35.01).
Entrambi i parametri di biodiversità lichenica (LDV e numero di specie) sono risutalti maggiori nelle selve gestite rispetto a quelle abbandonate; LDV: 31.86 ± 11.96 contro 21.86 ± 12.2 (Fig. 10B); numero di specie: 6.12 ± 2.90 contro 4.26 ± 2.18 (Fig. 10C). L'abbondanza di briofite (muschi ed epatiche, Fig. 10D) segue un andamento simile, anche se con una variazione maggiore.

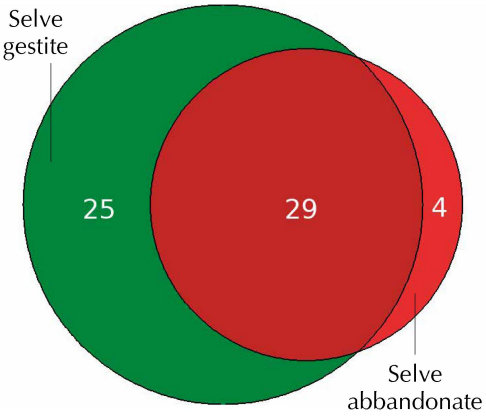

Fig. 9 – Diagramma di Venn con il confronto fra il numero di specie esclusive delle selve gestite (verde, a sinistra), di quelle abbandonate (rosso, a destra) e quelle presenti in entrambi i gruppi (bordò, al centro).

I risultati dell'analisi del grado di dissimilitudine della struttura e della composizione delle comunità licheniche tra le 16 selve gestite e le 16 selve abbandonate (analisi SDR della gamma diversità), (Fig. 11), mostrano una situazione analoga per le due tipologie di selve. La distribuzione dei punti, che rappresentano il risultato dei confronti diretti tra tutte le possibili coppie di selve gestite (Fig. 11A) e selve abbandonate (Fig. 11B), visualizzati nello spazio SDR (vedi Materiali e Metodi e didascalia della Fig. 11) tramite diagrammi ternari, evidenzia come, per ciascuna tipologia di selva castanile, l'esito dei confronti risulti estremamente eterogeneo. Questo è dovuto, con ogni probabilità, al fatto che i rilievi non hanno intercettato due comunità nettamente separate (quella delle selve gestite e quella delle selve abbandonate), ma hanno fotografato una situazione più complessa in cui probabilmente i fattori che guidano la distribuzione delle specie licheniche sono molteplici e anche legati a fattori non misurati, come le condizioni microclimatiche e l'impatto antropico, e a fattori stocastici inerenti i processi di dispersione delle specie.

CONCLUSIONI

I castagneti vetusti possono rappresentare un habitat di rimarchevole valore per la conservazione di specie licheniche rare o minacciate come evidenziato anche da recenti indagini in Appennino (Pezzi et al. 2020). In particolare,

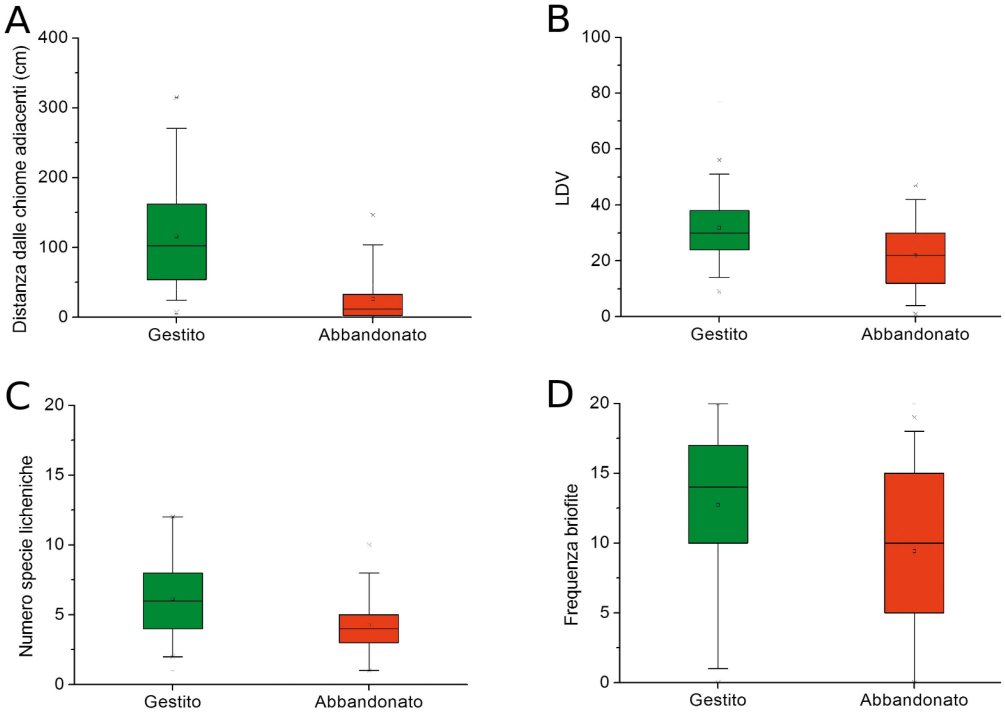

Fig. 10 – Confronto dei valori medi (± sd) di alcuni dei parametri investigati nelle due tipologie di gestione delle selve castanili analizzate: (A) spazi liberi tra le chiome degli alberi adiacenti calcolati dalle distanze misurate fra le chiome; (B) valore di diversità lichenica (LDV); (C) numero di specie licheniche; (D) frequenza di muschi ed epatiche nel retino di campionamento. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative con p<0,001 (t test per dati con distribuzione normale: A,B,C; test di Kolmogorov-Smirnov per dati con distribuzioni non normali: D).

la gestione dei castagneti viene indicata come elemento predittivo di comunità licheniche di elevato pregio conservazionistico, grazie alla presenza della specie bandiera *Lobaria pulmonaria*, della specie compagna *Lobarina scrobiculata* e di specie dell'ordine Caliciales. Tale pregio viene peraltro correlato alla stretta vicinanza di faggete, habitat primario delle comunità a *Lobaria* in Appennino, che trovano negli adiacenti castagneti un favorevole habitat secondario più stabile rispetto a formazioni boschive ceduate. A simili conclusioni giungono Stoffer & Gabathuler (2019) per le selve castanili della Val Bregaglia.

I castagneti esaminati nelle Alpi meridionali svizzere, pur non presentando comunità di Lobarion, hanno parimenti mostrato una maggiore diversità lichenica (LDV e ricchezza specifica) nelle aree gestite rispetto a quelle abbandonate, così come la presenza di specie importanti a fini conservazionistici e raramente segnalate sul territorio. Diversa età, storia gestionale, contesto climatico e vegetazionale, tuttavia, li rende ambienti fortemente differenti rispetto a quelli appenninici, in cui i valori di LDV rilevati sono mediamente doppi di quelli da noi osservati (Giordani et al. 2007).

L'eterogeneità rilevata con l'analisi SDR internamente ad entrambe le tipologie di gestione delle selve esaminate sottolinea proprio come, più che la modalità di gestione, sia il contesto ambientale d'insieme a dettare le condizioni più o meno favorevoli a diverse comunità licheniche. Non a caso, le specie esclusive di una o dell'altra tipologia di gestione mostravano, in ogni caso, frequenze molto basse. Il fatto che le specie rinvenute in uno solo dei due gruppi siano in un certo senso occasionali rimarca ancora una volta come altre differenze, più della gestione, influenzino le comunità licheniche. Infatti l'unico parametro strutturale, fra quelli rilevati, che presenta una differenza statisticamente significativa è quello della distanza fra le chiome.

I licheni sono organismi a crescita lenta (Nash 2008) e le diverse comunità vengono selezionate nel corso di anni. L'abbandono relativamente recente delle selve castanili (nell'ordine

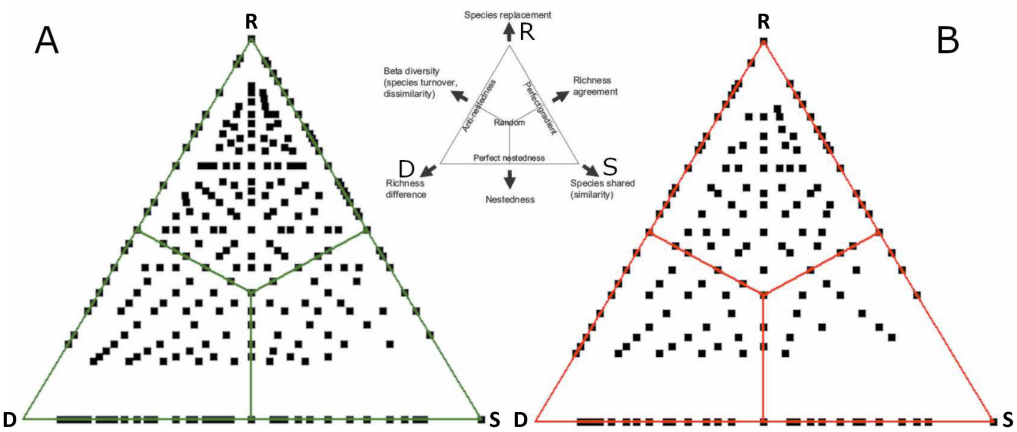

Fig. 11 – Rappresentazione grafica, mediante diagrammi ternari, dell'analisi SDR che mostra confronti tra i dati di presenza/assenza di specie di licheni in coppie di siti (A) nelle selve gestite e (B) nelle selve abbandonate. Ogni punto rappresenta il valore di diversità della composizione lichenica tra due selve. La distribuzione dei punti fornisce la proiezione nello spazio-SDR del contributo dei tre descrittori rappresentati dai vertici dei diagrammi ternari: S (grado di similarità), D (dissimilarità dovuta alla differenza della ricchezza specifica tra coppie di comunità licheniche) e R (dissimilarità dovuta al ricambio di specie all'interno delle due comunità). Per maggiori dettagli riguardo gli assi dei diagrammi ternari, si vedano lo schema riportato al centro (modificato da Podani & Schmera 2011) e la sezione Materiale e Metodi.

di alcuni decenni) si somma a fattori preesistenti (ad esempio l'esposizione, la vicinanza a strade trafficate) rendendo necessaria un'osservazione su tempi più prolungati per meglio quantificare l'effetto.

In sintesi, lungo il versante meridionale delle Alpi, i castagneti da frutto ospitano nel complesso ricche comunità licheniche con specie degne di interesse conservazionistico. La loro conservazione e una loro gestione che favorisca la continuità nel tempo e il mantenimento della presenza di alberi vetusti, risulta di fondamentale importanza nel mantenere e proteggere una rilevante diversità biologica.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

Asta J., Erhardt W., Ferretti M., Fornasier F., Kirschbaum U., Nimis P.L., & 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. Dordrecht, Kluwer, pp. 273-279.

Bellard C., Bertelsmeier C., Leadley P., Thuiller W. & Courchamp F. 2012. Imp acts of climate change on the future of biodiversity. Ecology letters, 15: 365-377.

Brunialti G., Frati L., Aleffi M., Marignani M., Rosati L., Burrascano S. & Ravera S. 2010. Lichens and bryophytes as indicators of old-growth features in Mediterranean forests. Plant Biosystems, 144: 221-233.

Castello M. 1996. Studi lichenologici in Italia Nord-orientale. VII. Effetti dell'inquinamento atmosferico sulle comunità licheniche epifite nella Provincia di Trieste. Gortania, 17: 57-78.

CEN-EN 16413. 2014. Ambient air - Biomonitoring with lichens - Assessing epiphytic lichen diversity.

Ellis C.J. 2012. Lichen epiphyte diversity: a species, community and trait-based review. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 14: 131-152.

Giordani P. 2007. Is the diversity of epiphytic lichens a reliable indicator of air pollution? A case study from Italy. Environmental Pollution, 146: 317-323.

Giordani P. & Brunialti G. 2015. Sampling and interpreting lichen diversity data for biomonitoring purposes. In: Recent advances in lichenology Springer, New Delhi. pp. 19-46.

Honegger R., Axe L. & Edwards D. 2013. Bacterial epibionts and endolichenic actinobacteria and fungi in the Lower Devonian lichen *Chlorolichenomycites salopensis*. Fungal biology, 117: 512-518.

IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. http://www.iucnredlist.org (ultima consultazione 15.11.2020).

Kricke R. & Loppi S. 2002. Bioindication: the IAP approach. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P., (eds), Monitoring with lichens – Monitoring lichens. Dordrecht, Kluwer, pp. 21-37.

Matteucci E., Benesperi R., Giordani P., Piervittori R. & Isocrono D. 2012. Epiphytic lichen communities in chestnut stands in Central-North Italy. Biologia, 67: 61-70.

Moretti M., Wild R., Huber B., Obrist M.K., Duelli P. & Plozza P. 2021a. Biodiversità degli invertebrati dei vecchi castagni da frutto del Mont Grand, Soazza, Grigioni. In: Moretti M., Moretti G. & Conedera M. (eds), Le selve castanili della Svizzera italiana. Aspetti storici, paesaggistici, ecologici e gestionali. Memorie della Società ticinese di scienze naturali, 13: 121-143.

Moretti M., Mattei-Roesli M., Rathey E. & Obrist M.K. 2021b. I pipistrelli delle selve castanili del Cantone Ticino e del Moesano: diversità, conservazione e gestione. In: Moretti M., Moretti G. & Conedera M. (eds), Le selve castanili della Svizzera italiana. Aspetti storici, paesaggistici, ecologici e gestionali. Memorie della Società ticinese di scienze naturali, 13: 163-174.

Nascimbene J., Isocrono D., Marini L., Caniglia G. & Piervittori R. 2006 - Epiphytic lichen vegetation on *Larix* in the Italian Alps. Plant Biosystems, 140: 132-137.

Nascimbene J., Marini L. & Nimis P.L. 2007. Influence of forest management on epiphytic lichens in a temperate beech forest of northern Italy. Forest Ecology and Management, 247: 43-47.

Nascimbene J., Marini L., Motta R. & Nimis P.L. 2009. Influence of tree age, tree size and crown structure on lichen communities in mature Alpine spruce forests. Biodiversity and conservation, 18: 1509-1522.

Nascimbene J., Marini L. & Nimis, P.L. 2010. Epiphytic lichen diversity in old-growth and managed *Picea abies* stands in Alpine spruce forests. Forest Ecology and Management, 260: 603-609.

Nascimbene J., Thor G. & Nimis P.L. 2013. Effects of forest management on epiphytic lichens in temperate deciduous forests of Europe – A review. Forest ecology and management, 298: 27-38.

Nascimbene J., Benesperi R., Casazza G., Chiarucci A. & Giordani P. 2020. Range shifts of native and invasive trees exacerbate the impact of climate change on epiphyte distribution: The case of lung lichen and black locust in Italy. Science of the Total Environment, 735: 139537.

Nash T.H. III. 2008. Lichen Biology. 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge. 502 pp.

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., Tretiach M. & Visentin R. 2001. I.B.L. Indice di biodiversità lichenica. ANPA Manuali e Linee guida 2/2001:185.

Nimis P.L., Scheidegger C. & Wolseley P.A. 2002. Monitoring with lichens – Monitoring lichens. Dordrecht, Kluwer, pp. 1-4.

Nimis P.L. 2016. ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 5.0. University of Trieste, Dept. of Biology. http://dryades.units.it/italic (ultima consultazione 15.11.2020).

Piervittori R. 1998. Licheni: conoscerli e utilizzarli. Aosta, Minerva, 343 pp.

Pinho P., Bergamini A., Carvalho P., Branquinho C., Stofer S., Scheidegger C. & Maguas C. 2012. Lichen functional groups as ecological indicators of the effects of land-use in Mediterranean ecosystems. Ecological indicators, 15: 36-42.

Pezzi G., Gambini S., Buldrini F., Ferretti F., Muzzi E., Maresi G. & Nascimbene J. 2020. Contrasting patterns of tree features, lichen, and plant diversity in managed and abandoned old-growth chestnut orchards of the northern Apennines (Italy). Forest Ecology and Management, 470: 118207.

Podani J. 2001. SYN-TAX 2000. Computer programs for data analysis in ecology and systematics. User's manual. Scientia, Budapest. 53 pp.

Podani J. & Schmera D. 2011. A new conceptual and methodological framework for exploring and explaining pattern in presence–absence data. Oikos, 120: 1625-1638.

Python A., Morelli F., Lardelli R. & Moretti M. 2021. Uccelli nidificanti delle selve castanili del Cantone Ticino e Moesano, Svizzera. Come reagiscono le comunità al recupero delle selve abbandonate? In: Moretti M., Moretti G. & Conedera M. (eds), Le selve castanili della Svizzera italiana. Aspetti storici, paesaggistici, ecologici e gestionali. Memorie della Società ticinese di scienze naturali, 13: 145-161.

Scheidegger C. & Clerc P. 2002. Lista Rossa delle specie minacciate in Svizzera. Licheni epifiti e terricoli. Editori: UFAFP, Berna, Istituto federale di ricerca WSL, Birmensdorf e Conservatoire et Jardin botaniques de laVille de Genève CJBG. Collana dell'UFAFP «Ambiente-Esecuzione», 122 pp.

Stofer S. 2006. Working Report Forest-BIOTA–Epiphytic Lichen Monitoring. Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf. 13 pp. http://www.forestbiota.org/docs/report_lichens_20060503.pdf

Stofer S. & Gabathuler M. 2019. Ausscheiden von Trägerbäumen prioritärer Flechten mit Handlungsbedarf als Habitatsbäume im Bergell. Amts für Wald und Naturgefahren Region Südbünden, Scuol, GR.

Stofer S., Scheidegger C., Clerc P., Dietrich M., Frei M., Groner U. & Zimmermann E. 2019. SwissLichens - Webatlas der Flechten der Schweiz: www.swisslichens.ch (Version 3, ultima consultazione 15.11.2020).

UFAM 2011. Lista delle specie prioritarie a livello nazionale. Specie prioritarie per la conservazione e la promozione a livello nazionale, stato 2010. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale 1103: 1-132.

Allegato 1

Elenco delle specie licheniche rinvenute nelle selve castanili studiate; per ciascuna specie sono riportate le sigle delle selve gestite (M) o abbandonate (U) in cui sono state censite. Le coordinate delle selve sono riportate nell'Allegato 2.

Specie	Codice selva (v. Allegato 1)
Amandinea punctata (Hoffm.) Coppins & Scheid.	M05; M4.2; U05; U30R; U34; U4.
Anisomeridium polypori (Ellis & Everh.) M.E. Barr	M10
Arthonia atra (Pers.) A. Schneid.	M11.2
Arthonia radiata (Pers.) Ach.	M05; M44
Blastenia herbidella (Hue) Servít	M25
Candelaria concolor (Dicks.) Stein	M10; M25; M34; U07
Candelariella reflexa (Nyl.) Lettau	M10; M24; M25; M30; M34; M40; M41; M44; U05; U10; U25; U28.1; U30R; U43
Candelariella xanthostigma (Ach.) Lettau	M05; M34; M41; U05; U23; U28.1; U41
Cetrelia olivetorum (Nyl.) W.L. Culb. & C.F. Culb.	M4.2
Chrysothrix candelaris (L.) J.R. Laundon	M05; M07; M14.2; M25; M4.2; U14.2; U24
Cladonia coniocraea (Flörke) Spreng.	M4.2; M44
Cladonia parasitica (Hoffm.) Hoffm.	M05; M07; M10; M11.2; M14.2; M23; M24; M25; M26.1; M28.1; M30; M34; M40; M41; U05; U07; U10; U12; U14.2; U23; U24; U25; U26.1; U28.1; U30R; U34; U4.2; U40; U41; U43
Coenogonium pineti (Ach.) Lücking & Lumbsch	M10; M26.1; U10
Collema subflaccidum Degel.	U05
Flavoparmelia caperata (L.) Hale	M05; M07; M10; M11.2; M23; M24; M25; M28.1; M30; M4.2; M40; M41; U10; U14.2; U30R; U34; U4.2; U40; U41
Graphis scripta (L.) Ach.	M10; M11.2; M30; M44; U05; U07; U12; U25; U26.1; U28.1; U30R; U34; U41; U43
Hyperphyscia adglutinata (Flörke) H. Mayrhofer & Poelt	U05
Hypocenomyce scalaris (Ach.) M. Choisy	M14.2; M23; M24; M25; M30; U30R; U34; U40; U41
Hypogymnia physodes (L.) Nyl.	M30; M4.2
Imshaugia aleurites (Ach.) S.L.F. Mey.	M07; M24; M4.2
Lecanora chlarotera Nyl. subsp. *chlarotera*	M05; M10; M11.2; M24; M25; M30; M41; M44; U24; U41
Lecanora sp (sterile)	M41; U23
Lecidella elaeochroma (Ach.) M. Choisy	M05; M10; M34; M4.2; U07
Lepra albescens (Huds.) Hafellner	M05; M10; M24; M4.2; M41; U4.2
Lepra amara (Ach.) Hafellner	M30; M4.2
Lepraria elobata Tønsberg	M05; M07; M10; M11.2; M14.2; M23; M24; M25; M26.1; M28.1; M30; M34; M4.2; M40; M41; M44; U05; U07; U10; U12; U14.2; U23; U24; U25; U26.1; U28.1; U30R; U34; U4.2; U40; U41; U43
Lepraria incana (L.) Ach.	M07; M11.2; M23; M24; M25; M26.1; M28.1; M30; M4.2; M40; M41; U10; U12; U14.2; U23; U24; U26.1; U30R; U34; U40; U41
Leprocaulon quisquiliare (Leers) M. Choisy	M05; M07; M10; M11.2; M14.2; M23; M24; M25; M28.1; M30; M4.2; M40; M41; U05; U07; U10; U12; U14.2; U23; U26.1; U28.1; U30R; U40; U41; U43
Melanelixia fuliginosa (Duby) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch	M05; M07; M10; M11.2; M14.2; M24; M25; M30; M34; M4.2; M40; M41; M44; U05; U10; U14.2; U24; U30R; U40; U41; U43
Melanelixia glabra (Schaer.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch	M24
Melanelixia subaurifera (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch	M05; M11.2; M4.2; M41
Melanohalea elegantula (Zahlbr.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch	M25
Micarea prasina Fr.	M24; U12
Naetrocymbe punctiformis (Pers.) R.C. Harris	M25; M41; U12; U24; U26.1; U30R

Specie	Codice selva (v. Allegato 1)
Naevia punctiformis (Ach.) A. Massal.	U05
Normandina pulchella (Borrer) Nyl.	M05; M10; M11.2; M14.2; M24; M30; M34; M41; M44; U10; U12
Ochrolechia arborea (Kreyer) Almb.	M11.2; M4.2; M40; M41
Parmelia saxatilis (L.) Ach.	M4.2
Parmelia sulcata Taylor	M07; M11.2; M23; M24; M4.2; M40; U12; U14.2; U30R; U34; U4.2; U41
Parmelina tiliacea (Hoffm.) Hale	M10; M11.2; M23; M25; M30; M41; U12; U30R; U40; U41; U43
Parmeliopsis ambigua (Hoffm.) Nyl.	M4.2
Parmotrema perlatum (Huds.) M. Choisy	M10; M11.2
Parmotrema reticulatum (Taylor) M. Choisy	U10
Pertusaria flavida (DC.) J.R. Laundon	M11.2
Phaeophyscia orbicularis (Neck.) Moberg	M05; M25; M28.1; M34; U05; U07; U28.1
Phaeophyscia pusilloides (Zahlbr.) Essl.	M10
Phlyctis argena (Spreng.) Flot.	M14.2; M24; M40; M41; M44; U05; U07; U10; U14.2; U24
Physcia adscendens H. Olivier	M10; U07; U25; U26.1; U41
Physcia clementei (Turner) Lynge	M11.2; M40; U07
Physcia vitii Nádv.	M05
Physconia grisea (Lam.) Poelt subsp. *grisea*	M34
Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf var. *furfuracea*	M24; M4.2
Punctelia subrudecta (Nyl.) Krog	M07; M11.2; M14.2; M23; M24; M30; M40; M41; U12; U14.2; U40; U43
Ramalina pollinaria (Westr.) Ach.	M07; M4.2
Scoliciosporum chlorococcum (Stenh.) Vězda	M07; M10; M28.1; U07
Scoliciosporum umbrinum (Ach.) Arnold	M11.2; M14.2; M40; U12; U14.2; U24; U34
Vulpicida pinastri (Scop.) J.-E. Mattsson & M.J. Lai	M4.2
Xylopsora friesii (Ach.) Bendiksby & Timdal	M07; M4.2

Allegato 2

Coordinate geografiche (CH1903 / LV03) delle selve gestite (M) o abbandonate (U) in cui sono stati effettuati i rilievi per lo studio della diversità lichenica epifita e riferimento al numero ID della selva (Rif. selva_ID; N.D. = non definito) riportato all'Allegato 1 dell'introduzione generale (Moretti 2021b, in questo volume).

Codice_selva	Rif. selva_ID	Coord X	Coord Y
M05	mug2	708'083	144'807
M07	bru2	717'891	130'070
M10	tor2	724'801	114'602
M11.2	can2	716'294	111'102
M14.2	vel2	714'550	102'795
M23	cal2	720'625	102'256
M24	ldr2	724'045	81'492
M25	sta4	724'279	82'421
M26.1	bia3	715'366	78'599
M28.1	sag4	718'170	135'241
M30	rob2	719'896	117'062
M34	son4	722'928	116'407
M4.2	cur4	714'121	135'472
M40	bel2	712'749	100'805
M41	vez1	711'686	100'592
M44	amb4	723'629	80'022

Codice_selva	Rif. selva_ID	Coord X	Coord Y
U05	bre1	708'221	144'496
U07	can1	717'917	129'863
U10	sta1	725'054	114'593
U12	cur2	713'459	111'648
U14.2	bia1	714'026	104'257
U23	sag1	719'786	102'455
U24	sig2	724'183	81'596
U25	ldr1	724'463	82'230
U26.1	N.D.	714'710	76'809
U28.1	bru1	718'305	136'065
U30R	N.D.	720'179	117'237
U34	cen2	723'597	116'794
U4.2	vel1	713'913	137'257
U40	bel1	712'962	101'016
U41	mug1	711'255	99'519
U43	son5	723'962	80'313