

# Nuove segnalazioni di *Buxbaumia viridis* (Bryopsida, Buxbaumiaceae) in Alto Adige e relazione tra presenza e quantità di necromassa

## Abstract

*Buxbaumia viridis* is a rare species of moss listed in the Annex II of the Habitat Directive and in many other national Red List in Europe. It is an epixylic species preferring deadwood in advanced stage of decay in moist and cool woods. The distribution of *Buxbaumia viridis* in South Tyrol is almost unknown, as it is based on only three records. Aims of this study were: (i) to update the species distribution in South Tyrol; (ii) to examine the ecological characteristics of the species; (iii) to assess if the species could be considered a useful indicator of forest integrity correlating its occurrence with the deadwood amount. We ascertained the presence of the species in 14 sites, including the three known records. The measure of the most significant environmental variables, allowed to delineate the ecological niche of the species. In South Tyrol the species inhabits the coniferous forests (mostly spruce forests). Its presence is determined by rainfall, aspect, canopy cover and amount of necromass. In particular, the probability to detect the species in forests with less than 10 m<sup>3</sup>/ha of necromass, was very low (about 5 %); instead, if the amount of deadwood increases for example to 30 m<sup>3</sup>/ha, the probability raised to 60 %. This result confirmed that *Buxbaumia viridis* could be used as indicator of a silvicultural model which aims to the functionality of the forest ecosystem.

Keywords: *Buxbaumia viridis*, moss, epixylic species, policy species, quantity of necromass, South Tyrol

## Introduzione

*Buxbaumia viridis* (Lam. & DC.) Moug. & Nestl. è un muschio raro che ha una distribuzione sporadica in habitat montani dell'emisfero boreale, dall'Asia sud orientale al Nord America occidentale. In Europa è elencata in numerose Red List nazionali (HODGETTS 2015) e il Comitato Europeo per la Conservazione delle Briofite (ECCB) attribuisce alla specie lo status di vulnerabile (VU) (ECCB, 1995). La specie fa parte dell'Allegato I della Convenzione di Berna ripreso nell'Allegato II della Direttiva Habitat (Direttiva 92/43/CEE). Pertanto, essendo specie di interesse comunitario, la sua conservazione richiederebbe la designazione di Zone Speciali di Conservazione (ZSC).

La specie è caratterizzata dall'aver un gametofito microscopico ed è pertanto reso visibile solo dalla presenza dello sporofito che viene prodotto in estate (Figura 1). Le piante sono minute, solitamente isolate, con protonema filamentoso, verde e più o meno persistente. I fusti sono brevissimi, le foglie vegetative e pericheziali molto piccole (CORTINI PEDROTTI 2001). Lo sporofito è di taglia notevole, con una seta di 5-10 mm e una capsula asimmetrica. Ogni capsula contiene da 1 a 9 milioni di spore che hanno un diametro medio di circa 12 µm. E' una specie dioica, e si ritiene che sia proprio questa una delle caratteristiche che contribuirebbe a determinarne la sua rarità (WIKLUND 2002).

## Indirizzo del autore:

Daniel Spitale (Autore per la corrispondenza)  
Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige  
via Bottai 1  
I-39100 Bolzano  
spitale.daniel@gmail.com

presentato: 30. 04. 2015  
accettato: 01. 10. 2015



Figura 1. Sporofito maturo di *Buxbaumia viridis*.

*Buxbaumia viridis* è una specie epixilica che preferisce legno in avanzato stato di decomposizione. Sulle Alpi pare più diffusa nei boschi di conifere, ma nel resto d'Europa è riportata anche in faggete e querceti (PACIOREK 2012). Inoltre, la presenza della specie pare più frequente in foreste umide, con esposizione a nord. La preferenza della specie in boschi umidi potrebbe essere legata alla fase di germinazione delle spore, che richiede un ambiente bagnato. Il legno decomposto ha una naturale tendenza a seccarsi velocemente, e la germinazione è tanto più rapida quanto più umido è il substrato (WIKLUND 2002).

La disponibilità di legno morto è un fattore critico per la conservazione della biodiversità forestale (PAILLET et al. 2009). In Europa, quasi tutte le foreste native sono state modificate da una gestione più o meno intensa, con conseguenze diverse. Una delle caratteristiche delle foreste gestite è la ridotta presenza di legno morto, soprattutto di grandi dimensioni. La disponibilità di legno morto è generalmente maggiore nelle foreste naturali, e ciò influenza positivamente la composizione e diversificazione del numero di habitat con conseguenze positive sulla biodiversità (MÜLLER & BÜTLER 2010).

La distribuzione di *Buxbaumia viridis* in Alto Adige è quasi completamente sconosciuta, essendo questa basata su due soli dati storici riportati in DALLA TORRE & SARNTHEIN (1904) per la zona di Fleres e Valdaora, e uno più recente di DÜLL-WUNDER (2008) per la zona di Siusi. Pertanto, gli obiettivi di questo lavoro sono: (i) aggiornare la distribuzione della specie in Alto Adige; (ii) esaminare le caratteristiche ecologiche della specie; (iii) verificare se la specie può essere considerata un buon indicatore di integrità/naturalità delle peccete correlandone la presenza con la quantità di necromassa.

## Metodi

Tra il 2013 e il 2014 sono stati campionati 78 plot distribuiti in tutta la provincia di Bolzano: 48 peccete, 5 larici-cembrete, 5 abetine, 5 pinete, 5 querceti, 5 faggete e 5 foreste ripariali. Questi 78 plot sono stati selezionati indipendentemente dalle conoscenze sulla distribuzione di *Buxbaumia viridis* in provincia di Bolzano. Altri 3 plot, in pecceta, sono stati aggiunti grazie alle segnalazioni bibliografiche (due storici menzionati in DALLA TORRE & SARNTHEIN 1904; e uno più recente, DÜLL-WUNDER 2008). Dato che le localizzazioni bibliografiche non erano georeferenziate, l'individuazione della specie ha richiesto una estesa ricerca (vedi sotto). Infine, altri 8 plot sono stati selezionati grazie ad un modello GIS appositamente elaborato basato sulle conoscenze pregresse dell'ecologia della specie (SPITALE & MAIR 2015). Il modello identificava le aree più idonee al ritrovamento della specie restringendo i criteri ai soli boschi di conifere, con distanza massima dai torrenti di 300 m, e con orientamento tra nord ed est. Sul campo la ricerca della specie è stata effettuata da tre operatori fino al ritrovamento del primo individuo (cercando per un massimo di 2 ore). Una volta ritrovato il primo sporofito nell'area ritenuta idonea, il rilievo proseguiva posizionando il plot in modo standard come di seguito riportato.

I 48 plot in pecceta sono stati selezionati in modo da ricoprire 3 piani altitudinali (sub-montano, 900-1200 m; montano, 1400-1600 m; sub-alpino 1800-1900 m) e distribuendo i punti in diverse aree della provincia. Per essere potenzialmente idonea, l'area doveva disporre di un gradiente altitudinale continuo, i plot dovevano essere (i) preferenzialmente demaniali, (ii) distanti tra loro almeno 500 m, e (iii) essere costituiti da piante mature. La selezione delle aree e dei plot idonei è stata effettuata in collaborazione con l'Ufficio di Pianificazione Forestale della provincia di Bolzano. I plot delle altre tipologie forestali sono stati selezionati in maniera opportunistica in tutta la provincia. All'interno del plot, di raggio 13 m, sono stati effettuati i rilievi su tre substrati (tronchi di piante, legno morto e suolo), utilizzando una griglia di dimensioni standard 10 x 50 cm. Questo tipo di griglia è comunemente utilizzata anche dai lichenologi (NASCIMBENE et al. 2014). In ogni plot, sono stati scelti casualmente 5 campioni per ogni tipologia di substrato. Ogni campione era costituito dall'insieme di 4 griglie: sui tronchi di piante, una griglia veniva posizionata a Nord e una a Sud (altezza petto), e altre due sul colletto; su legno morto, costituito prevalentemente da ceppaie, due griglie venivano posizionate sul lato orizzontale, e due su quello verticale; sul suolo le griglie venivano poste una accanto all'altra. In questo modo l'area campionata sui substrati è stata la stessa.

In corrispondenza di ogni campione è stata misurata la copertura forestale mediante un densiometro sferico, che consiste in uno specchio convesso diviso in 24 quadranti utilizzati per effettuare la stima (KORHONEN et al. 2006). La quantità di legno morto è stata stimata nel plot mediante un censimento di tutti i ceppi e tronchi a terra con diametro superiore ai 7 cm e lunghezza maggiore di 1.3 m. Ogni elemento è stato misurato, e il volume è stato calcolato con la formula di Huber (HUSH et al. 2003). Per stimare il grado di decadimento del legno è stata utilizzata la classificazione di MOTTA et al. (2006): (1) corteccia intatta e legno duro; (2) corteccia quasi intatta, legno duro esternamente e più soffice internamente; (3) solo tracce di corteccia, legno soffice e struttura a blocchi; (4) corteccia assente e consistenza del legno polverosa.

La relazione tra la presenza-assenza di *Buxbaumia viridis* e l'habitat è stata analizzata mediante regressione logistica (GLM con distribuzione degli errori binomiale) utilizzando i dati di presenza e assenza dei soli boschi di conifere (peccete, lariceti e abetine). I boschi di latifoglie sono stati esclusi dall'analisi in quanto la specie non è mai stata ritrovata in queste diverse tipologie. Il modello minimo più adeguato è stato selezionato mediante eliminazione delle variabili meno significative (CRAWLEY 2013). Il dato di ingresso della regressione per quanto riguarda l'esposizione è stato trasformato in "nordicità" (northness) =  $\cos((\text{esposizione in gradi} * \pi)/180)$ . Le analisi sono state svolte utilizzando la piattaforma statistica R (R CORE TEAM 2014).

## Risultati e discussione

Complessivamente, i record di presenza di *Buxbaumia viridis* sono aumentati da 3 a 14 con una distribuzione abbastanza omogenea nella provincia di Bolzano (Fig. 2). Nel caso dei tre dati bibliografici (DALLA TORRE & SARNTHEIN 1904, DÜLL-WUNDER 2008), è stato possibile confermarne la presenza anche se i punti identificati potrebbero non essere esattamente gli originali localizzati dagli autori. La specie è presente entro un ampio range altitudinale (900-2140 m) ma con una media di 1378 m. In Svizzera, dove il numero di record conosciuti è maggiore, il range altitudinale è 560-1880 m, ma con la maggior parte dei punti nella fascia tra i 1000 e 1400 m NISM (2015). La specie preferisce l'esposizione da nord fino a est (Tab. 1), analogamente a quanto riportato da PLÁŠEK (2004) per la Repubblica Ceca. La regressione logistica per la variabile esposizione è statisticamente al limite della significatività ( $P = 0.052$ , Tab. 2). Le condizioni di umidità in questo range di esposizione sono maggiori rispetto a versanti rivolti a sud, e questo potrebbe permettere, o aumentare, la germinazione delle spore (WIKLUND 2002). La piovosità media calcolata per interpolazione dei dati di precipitazioni registrati

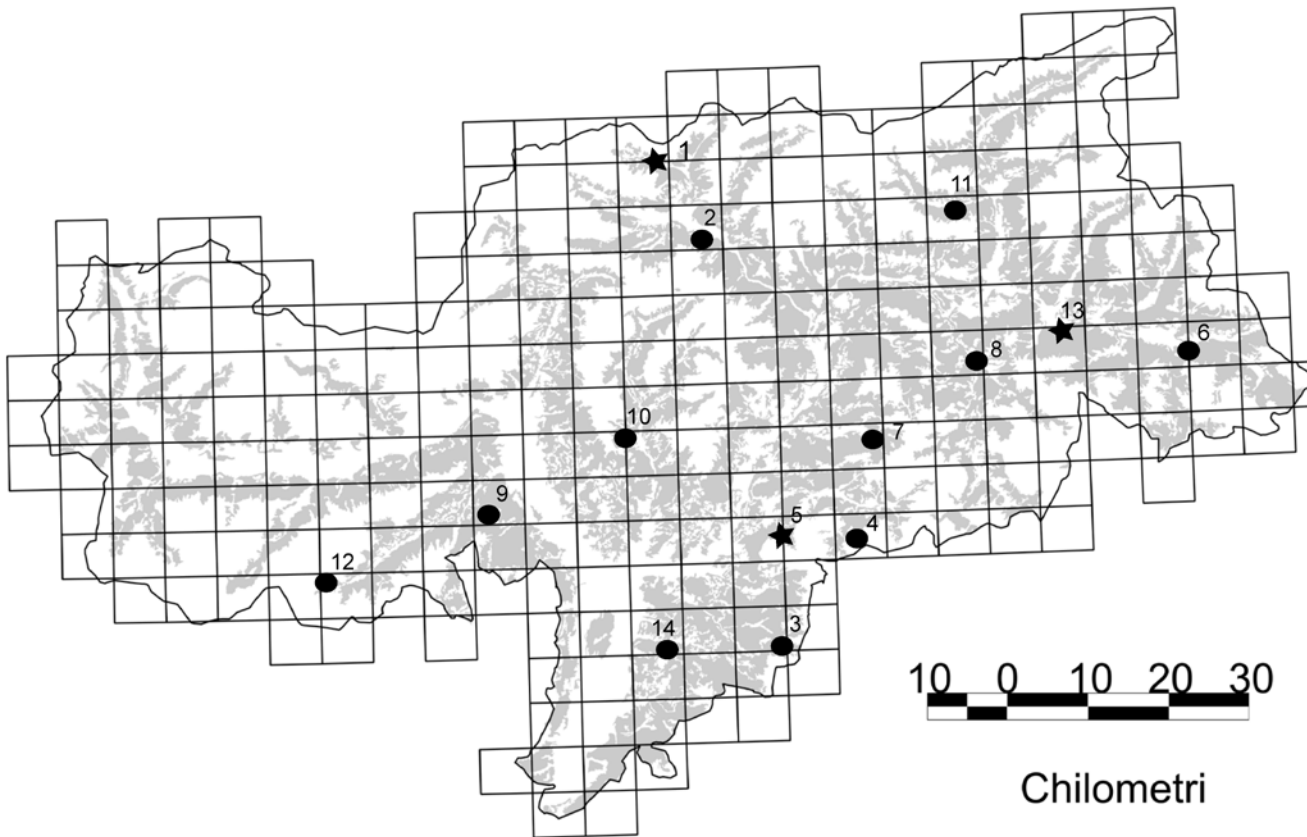


Figura 2. Posizione dei punti di ritrovamento di *Buxbaumia viridis* in provincia di Bolzano. I quadranti sovrapposti, di dimensione (6.3 x 5.6 Km), si riferiscono alla suddivisione utilizzata dalla cartografia di distribuzione delle specie in Alto Adige ([www.florafaua.it](http://www.florafaua.it)). In grigio sono riportate le foreste di conifere in provincia. I simboli a stella sono i record bibliografici. Il codice numerico si riferisce alla Tabella 1.

nelle centraline della provincia, suggerisce che la specie preferisce le zone a maggiore piovosità. La specie è stata trovata prevalentemente in peccete anche se la presenza potrebbe non essere vincolata dalla formazione forestale. Infatti in altre regioni d'Europa la specie colonizza anche faggete e querceti (PACIOREK 2012). Nel range altitudinale osservato, le peccete sono la tipologia forestale dominante sulle Alpi, pertanto la specie molto più probabilmente la si osserva in questo tipo di boschi. La copertura forestale dei plot rilevati è sempre elevata (73-89 %), quindi la specie è moderatamente sciafila così come riportato da DIERSSEN (2001).

Generalmente gli sporofiti (in numero compreso tra 1 e 14 per plot, Tab. 1) sono stati ritrovati su legno morto ma anche su suolo ben umificato. Il legno morto adatto alla presenza di *Buxbaumia viridis* è indifferentemente quello delle ceppaie o quello di piante cadute a terra. In tutti i casi il legno era in avanzato stato di decomposizione rientrando quindi nella classe 4 e meno spesso nella 3. La quantità di necromassa per ettaro è il fattore ambientale più significativo nel determinare la probabilità di presenza di *Buxbaumia viridis* ( $P = 0.017$ , Tab. 2). Come dimostra la regressione logistica, la probabilità di trovare la specie in boschi con meno di  $10 \text{ m}^3/\text{ha}$  di necromassa è molto bassa (intorno al 5 %), mentre se questa supera i  $30 \text{ m}^3/\text{ha}$  la probabilità sale a oltre il 60 %. Se anche le condizioni climatiche sono idonee (esposizione, piovosità, canopy), il fattore limitante che singolarmente ne determina la distribuzione è la quantità di legno morto. Questo risultato implica che la conservazione di questa specie, elencata nell'Allegato II

Tabella 1. Elenco dei records conosciuti di *Buxbaumia viridis* aggiornato a settembre 2014 in provincia di Bolzano. COD.LOC = codice località riportato in Fig.2. Le coordinate nord e sud sono nel sistema WGS84 UTM fuso 32. Quad = codice dei quadranti utilizzati in flora e fauna Alto Adige; BIBL. = dato bibliografico (1 = Dalla Torre & Sarnthein 1904; 2 = Düll-Wunder 2008; in entrambi i casi la pubblicazione riporta la località ma non le coordinate che invece si riferiscono al punto rilevato in questo lavoro). ESPOS = esposizione; INCLIN = inclinazione; SUBSTRATO = il tipo di substrato dove sono stati trovati gli sporofiti; N° SPOR = numero di sporofiti conteggiati nel plot.

LOCALITÀ	COD. LOC	NORD	EST	QUAD	BIBL	ALTIT (M SLM)	ESPOS (°)	INCLIN (°)	PIOVOSITÀ (MM/ANNO)	SUBSTRATO	BOSCO	N° SPOR	CANOPY (%)	NECROMASSA TOTALE (M3/HA)	NECROMASSA CLASSE 3+4 (M3/HA)
Brennero	1	5202044	682371	9034/3	1	1169	0	49	820	legno	pecceta	3	81	10.0	9.3
Campo di Trens	2	5192927	688077	9134/2		1152	0	45	907	legno	pecceta	2	73	18.2	11.3
Carezza	3	5142515	697722	9535/3		1630	0	32	1114	legno	pecceta	4	81	30.5	29.5
Siusi	4	5155544	707179	9436/3		2050	60	5	914	legno	lariceto	1	75	40.7	22.5
Siusi	5	5156110	698095	9435/3	2	1324	29	50	904	suolo	pecceta	5	86	31.4	24.8
Dobbiaco	6	5178495	748331	9239/3		1520	6	26	812	legno	abetina	1	85	35.6	34.0
Funes	7	5167781	709392	9336/3		1545	34	34	824	legno+suolo	pecceta	6	79	17.3	16.7
Marebbe	8	5177621	721870	9237/3		1121	45	35	800	legno	pecceta	5	86	13.2	11.6
S.Pancrazio	9	5158445	661261	9432/2		1433	20	33	903	legno	pecceta	6	81	28.0	22.8
Sarentino	10	5168025	678592	9334/3		1201	0	41	901	suolo	pecceta	1	86	9.8	9.6
Selva dei Molini	11	5196320	719842	9137/1		1550	2	34	927	legno	pecceta	1	80	24.5	11.4
Ultimo	12	5150320	641549	9531/1		1607	0	27	1003	legno	pecceta	11	81	109.4	38.2
Valdaora	13	5181554	732517	9238/3	1	1170	18	8	751	legno	pecceta	1	78	6.2	2.2
Vallarsa	14	5141929	683862	9534/3		900	0	46	797	legno	pecceta	14	89	25.7	25.7

Tabella 2. Risultati della regressione logistica utilizzando i dati di presenza-assenza di *Buxbaumia viridis* e i fattori ambientali-gestionali.

PARAMETRO	STIMA	SE	Z VALUE	P
Intercetta	-2.752	0.757	-3.634	0.000
esposizione	2.393	1.232	1.941	0.052
piovosità	1.123	0.559	2.010	0.044
copertura	1.309	0.666	1.965	0.049
necromassa cl 3+4	1.441	0.606	2.378	0.017

della Direttiva Habitat, è strettamente dipendente dalla gestione delle foreste. Anche se il ruolo della selvicoltura nella conservazione della biodiversità forestale è ampiamente riconosciuto (p.e. JONSSON et al. 2005, NASCIMBENE et al. 2013), meno nota è la quantità di necromassa necessaria perché questa abbia un effetto significativo. Una recente revisione bibliografica effettuata da MÜLLER & BÜTLER (2010), riporta che la maggior parte degli organismi epixilici che vivono in foreste miste montane, aumentano una volta superata la soglia di circa 30-40 m<sup>3</sup>/ha di necromassa. Questo intervallo coincide con un'elevata probabilità di presenza di *Buxbaumia viridis* nelle foreste della provincia di Bolzano (Fig. 3). L'informazione fornita dalla presenza di questa specie può essere interpretata (e utilizzata) non come indicatore di naturalità della foresta (come talvolta riportato, p.e. da DIERSSEN 2001), ma piuttosto come indicatore del superamento della soglia minima di necromassa che dovrebbe essere presente in una foresta funzionalmente integra. In questo senso *Buxbaumia viridis* è quindi un buon bioindicatore di integrità forestale.

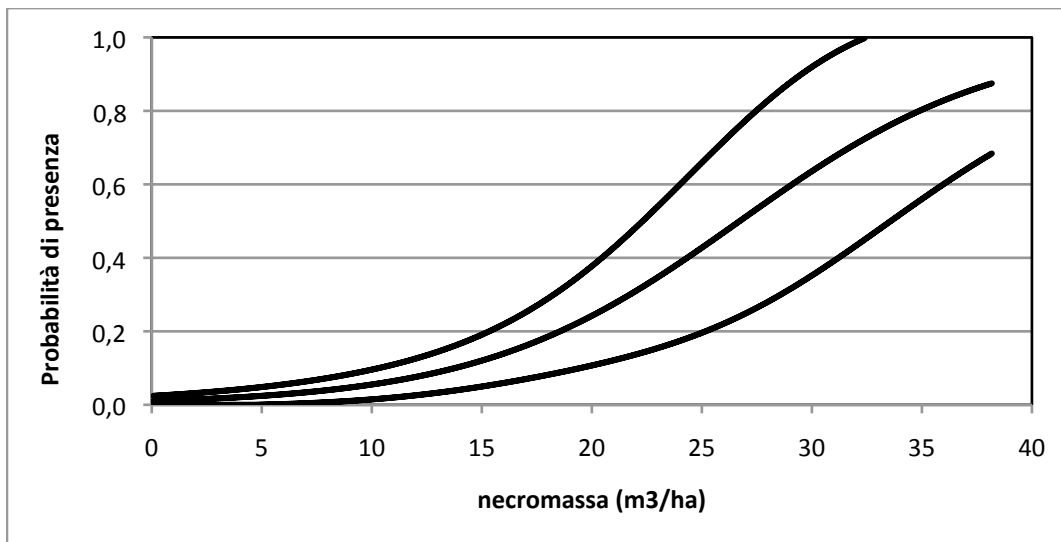


Figura 3. Relazione tra la quantità di necromassa e la probabilità di presenza di *Buxbaumia viridis* in foreste di conifere.

## Riassunto

*Buxbaumia viridis* è una specie di muschio raro elencato nell'Allegato II della Direttiva Habitat e in molte Red List nazionali in Europa. È una specie epixilica che preferisce legno in avanzato stato di decomposizione in boschi freschi e umidi. La distribuzione di *Buxbaumia viridis* in Alto Adige è quasi completamente sconosciuta, essendo questa basata solo su tre segnalazioni. Gli obiettivi principali di questo studio sono (i) aggiornare la distribuzione della specie in provincia; (ii) esaminare le caratteristiche ecologiche della specie; (iii) verificare se la specie può essere considerata un buon indicatore di integrità delle peccete correlandone la presenza con la quantità di necromassa. Il completamento di questo lavoro ha permesso di accertare la presenza della specie in 14 siti, inclusi i 3 la cui località era sommariamente conosciuta. Il rilievo delle variabili ambientali più significative per la presenza di questa specie, ha permesso di descriverne quantitativamente la nicchia ecologica. La distribuzione della specie in provincia, limitata ai boschi di conifere (prevalentemente peccete), è determinata dalla piovosità nel sito, l'esposizione, la copertura forestale e la quantità di necromassa. In particolare, la probabilità di trovare la specie in boschi con meno di 10 m<sup>3</sup>/ha di necromassa è molto bassa (intorno al 5%), mentre se questa supera i 30 m<sup>3</sup>/ha la probabilità sale a oltre il 60%. Questo risultato conferma che la specie può essere utilizzata come bioindicatore di un modello selvicolturale che mira alla funzionalità dell'ecosistema forestale.

## Ringraziamenti

Questo lavoro è stato finanziato dalla Provincia Autonoma di Bolzano (Ripartizione Diritto allo studio, Università e Ricerca scientifica) nell'ambito del progetto "Valutazione dell'integrità degli ambienti forestali altoatesini mediante l'analisi delle briofite", 2014-2016. Si ringrazia l'Ufficio per la pianificazione forestale della provincia di Bolzano per il supporto tecnico e logistico. Un particolare ringraziamento a Philipp Oberegger per il suo prezioso contributo all'attività di campo.

## Bibliografia

- CORTINI PEDROTTI C., 2001: Flora dei Muschi d'Italia, I parte. Antonio Delfino Editore medicina-scienza, Roma.
- CRAWLEY M.J., 2013: The R Book. John Wiley and Sons, Ltd.
- DALLA TORRE K.W. & SARNTHEIN L., 1904: Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol, des Landes Vorarlberg und des Fürstentums Liechtenstein. Bd. 5: Die Moose (Bryophyta) von Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein. Wagner, Innsbruck.
- DIERSSEN K., 2001: Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes. Berlin: Bryophytorium Bibl. 56. J. Cramer.
- DULL-WUNDER B., 2008: Die Moosvorkommen am Schlern (Südtirol, Italien) (bearbeitet im Rahmen des Projektes „Habitat Schlern / Sciliar“). Gredleriana, 8: 95-124.
- ECCB (European Committee for the Conservation of Bryophytes), 1995: Red Data Book of European Bryophytes. ECCB, Trondheim.
- HODGETTS, N.G., 2015: Checklist and country status of European bryophytes – towards a new Red List for Europe. Irish Wildlife Manuals, No. 84. National Parks and Wildlife Service, Department of Arts, Heritage and the Gaeltacht, Ireland.
- HUSH B., BEERS T.W. & KERSHAW J.A., 2003: Forest mensuration. John Wiley & Sons.
- JONSSON B.G., KRUYNS N. & RANIUS T., 2005: Ecology of species living on dead wood-lessons for dead wood management. Silva Fennica, 39: 289–309.
- KORHONEN L, KORHONEN KT, RAUTAINEN M, STENBERG P., 2006: Estimation of forest canopy cover: a comparison of field measurement techniques. Silva Fennica, 40(4): 577–588.
- MOTTA R., BERRETTI R., LINGUA E. & PIUSSI P., 2006: Coarse woody debris, forest structure and regeneration in the Valbona Forest Reserve, Paneveggio, Italian Alps. Forest Ecology and Management, 235: 155-163.
- MÜLLER J. & BÜTLER R., 2010: A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. European Journal of Forest Research, 129: 981-992.
- 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., NIMIS P.L. & DAINESE M., 2014: Epiphytic lichen conservation in the Italian Alps: the role of forest type. Fungal Ecology, 11: 164-172.
- NISM (Nationales Inventar der Schweizer Moosflora), 2015: Online-Atlas der Schweizer Moose. [http://www.nism.uzh.ch/map/map\\_de.php](http://www.nism.uzh.ch/map/map_de.php). Accesso in data 27/03/2015.
- PACIOREK T., 2012: New locality of moss *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl. in relation to its distribution in the Beskid Sądecki range (Western Carpathians, Poland). Časopis Slezského zemského muzea (Acta Musei Silesiae), series A, Natural Sciences, 61: 285-288.
- PAILLET Y., BERGES L., HJÄLTÉN J., ÓDOR P., AVON C., BERNHARDT-RÖMERMANN M., BIJLSMA R.-J., DE BRUYN L., FUHR M., GRANDIN U., KANKA R., LUNDIN L., LUQUE S., MAGURA T., MATESANZ S., MÉSZÁROS I., SEBASTIA M.T., SCHMIDT W., STANDOVÁR T., TÓTHMÉRÉSZ B., UOTILA A., VALLADARES F., VELLAK K., VIRTANEN R., 2009: Does biodiversity differ between managed and unmanaged forests? A meta-analysis on species richness in Europe. Conservation Biology, 24: 101-112.
- PLÁŠEK V., 2004: The Moss *Buxbaumia viridis* (Bryopsida, Buxbaumiaceae) in the Czech part of the Western Carpathians - distribution and ecology. In: STEBEL A. & OCHYRA R. (eds): Bryological studies in the Western Carpathians. Poznań, Sorus: 37-44.
- R CORE TEAM, 2014: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- SPITALE D. & MAIR P., 2015: Predicting the distribution of a rare species of moss: the case of *Buxbaumia viridis* (Bryopsida, Buxbaumiaceae). Plant Biosystem - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology: Official Journal of the Società Botanica Italiana: <http://dx.doi.org/10.1080/11263504.2015.1056858>
- WIKLUND K., 2002: Substratum preference, spore output and temporal variation in sporophyte production of the epixylic moss *Buxbaumia viridis*. Journal of Bryology, 24(3): 187-195.

