



Luca Strazzaboschi

***BUXBAUMIA VIRIDIS* (MOUG. EX LAM. & DC.)  
BRID. EX MOUG. & NESTL:  
PRESENZA IN FRIULI VENEZIA GIULIA  
E PREDISPOSIZIONE DI UN MODELLO  
DISTRIBUTIVO FINALIZZATO AL SUO  
MONITORAGGIO**

***BUXBAUMIA VIRIDIS* (MOUG. EX LAM. & DC.) BRID.  
EX MOUG. & NESTL: PRESENCE IN FRIULI VENEZIA GIULIA  
AND DEVELOPMENT OF A DISTRIBUTION MODEL  
FOR ITS MONITORING**

**Riassunto breve** - Nel presente lavoro vengono presentati un aggiornamento sullo stato delle conoscenze di *Buxbaumia viridis* in Friuli Venezia Giulia e una proposta metodologica per il suo monitoraggio nel territorio regionale. Questa specie è considerata di interesse comunitario in quanto iscritta nell'allegato II della Direttiva 43/92/CEE e, per questo, oggetto di valutazione in merito alla sua conservazione, per la quale risulta fondamentale un adeguato aggiornamento delle sue conoscenze. L'approccio metodologico qui proposto, fondato sull'analisi di dati distributivi ed ecologici e sulla realizzazione di carte di vocazione/idoneità, permetterà la pianificazione di ulteriori monitoraggi in ambito briologico, ma potrà anche essere utile per specie di altre categorie tassonomiche. L'indagine si basa su monitoraggi condotti sia all'interno di alcune aree Natura 2000 (Direttiva 43/92/CEE) sia al loro esterno. Sono altresì riportate alcune informazioni sulla biologia e sull'ecologia della specie. In Regione la distribuzione stimata di questa specie, ecologicamente legata agli ambienti nemorali montani e subalpini, interessa l'intera area montana.

**Parole chiave:** *Buxbaumia viridis*, Briofite, Muschi, Direttiva 43/92/CEE, Distribuzione, Popolazione.

**Abstract** - This paper presents an update on the status of knowledge and a methodological proposal for *Buxbaumia viridis* monitoring in Friuli Venezia Giulia region. This taxon is listed as species of Community interest (included in Annex II of Directive 43/92/EEC) and, therefore, subject to evaluation, making essential proper update their knowledge. The methodological approach proposed here, based on analysis of distributional and ecological data and the realization of the suitability map, will allow the definition of additional monitoring for other mosses species, but can also be useful for species of other taxonomic categories. The survey is based on monitoring conducted both within some Natura 2000 areas (Directive 43/92/EEC) and outside them. Some information on the biology and ecology of the species are described. In the Region, the estimated distribution of this species, ecologically linked to the mountain and subalpine forests, covers the entire mountain area.

**Key words:** *Buxbaumia viridis*, Bryophytes, Mosses, Directive 43/92/EEC, Distribution, Population.

## Introduzione

Le conoscenze relative alla flora briologica della Regione Friuli Venezia Giulia, seppur notevolmente migliorate negli ultimi tempi (SGUAZZIN 2010), continuano ad essere caratterizzate da notevoli lacune conoscitive circa la distribuzione e la consistenza delle popolazioni delle diverse specie. La flora regionale comprende 686 specie, distinte in 140 Epatiche e 546 Muschi, e tra queste sono ben 5 (4 Muschi e 1 Epatica) le specie di interesse comunitario (ALEFFI et al. 2008;

SGUAZZIN 2010): *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl, *Dichelyma capillaceum* (L. ex Dicks.) Myrin, *Dicranum viride* (Sull. & Lesq.) Lindb., *Hamatocaulis vernicosus* (Mitt.) Hedenäs e l'epatica *Mannia triandra* (Scop.) Grolle. Delle cinque entità citate la presenza è accertata con osservazioni recenti (successive al 1990) solamente per *Buxbaumia viridis* ed *Hamatocaulis vernicosus*. Nella fattispecie, *Buxbaumia viridis* (fig. 1) in Regione è stata recentemente segnalata in bibliografia in Val Raccolana tra i due laghi di Fusine, in Val Pesarina (SGUAZZIN

2005) e a N del M.te Tinisa in Comune di Ampezzo (PRIVITERA et al. 2010); la specie è stata poi oggetto, nel 2014, di specifico monitoraggio all'interno delle due aree di interesse comunitario SIC/ZSC IT3320005 "Valloni di Rio Bianco e Malborghetto" e IT3320006 "Conca di Fusine". Tuttavia, la sporadicità dei dati sulla presenza di queste specie non consente corrette valutazioni degli aspetti conservazionistici. La Direttiva Habitat (Direttiva 43/92/CEE) impone, secondo quanto indicato nell'Art. 17, monitoraggi ad intervalli regolari sullo stato di conservazione delle specie; tale valutazione può assumere validità esclusivamente attraverso l'utilizzo di dati recenti ed accurati, relativi a distribuzione e composizione delle popolazioni. L'ultimo ciclo di rapporto ex. Art. 17, effettuato per il quinquennio 2007-2012 (GENOVESI et al. 2014), mostra una distribuzione alquanto sporadica della specie a livello nazionale (fig. 2) e, per la regione biogeografica alpina, definisce il suo stato di conservazione come U1 - inadeguato (ALEFFI 2016).

### Descrizione ed ecologia della specie

Il genere *Buxbaumia*, della famiglia delle *Buxbaumiaceae*, è caratterizzato da entità minute, generalmente isolate, con gametofito costituito da un protonema

persistente con fusto brevissimo. Le foglie vegetative e pericheziali, di minuscole dimensioni, sono da ovate a ovato-lanceolate, completamente ciliate con l'età. Lo sporofito rappresenta la parte più cospicua dell'organismo, nonché il principale carattere diacritico tra le specie del genere: la seta è eretta, spessa, lunga 0,4-1,0 cm e generalmente papillosa; la capsula, sempre emersa e di forma ovoidale o ellissoidale, può presentarsi da eretta a fortemente inclinata a sub-orizzontale. L'opercolo è piuttosto breve e conico (CORTINI PEDROTTI 2001).

Il genere *Buxbaumia* comprende dodici specie di cui due presenti in Europa (e in Italia): *B. aphylla* e *B. viridis*. In Friuli Venezia Giulia si trova *Buxbaumia viridis* mentre la presenza di *B. aphylla* non è stata recentemente confermata e l'unica stazione indicata per tale specie è riportata in RÖLL (1897) che la segnala per il Carso triestino. *Buxbaumia viridis* si distingue da *B. aphylla* sia per la morfologia che per il diverso ambiente che colonizza. *B. viridis* presenta una capsula lunga 0,5-0,6 cm, leggermente appiattita, di colore giallo-bruno non brillante a maturità; al contrario *B. aphylla* presenta una capsula lunga 0,3-0,5 cm distintamente appiattita ed un colore più scuro, bruno-rossastro, brillante a maturità; inoltre l'endostomio di *B. viridis* presenta 3 serie concentriche di denti, mentre quello di *B. aphylla* soltanto una. Considerando gli aspetti ecologici, *B. aphylla* si rinviene su suoli acidi, su scar-



Fig. 1 - Sporofito di *Buxbaumia viridis* (Malborghetto), foto di L. Strazzaboschi.  
- Sporophyte of *Buxbaumia viridis* (Malborghetto), photo by L. Strazzaboschi.

pate di sentieri e piste forestali, dal piano planiziale a quello montano. Diversa è l'ecologia di *B. viridis*, che rappresenta forse l'elemento più caratteristico di questa specie e che ne agevola anche l'individuazione in campo: essa sembrerebbe legata esclusivamente a ceppaie marcescenti, generalmente in avanzato stato di decomposizione (SPITALE et al. 2015), in foreste fresche, ombrose e umide, in vallate laterali non interessate eccessivamente dalle correnti d'aria, dal piano montano a quello subalpino. L'uso del condizionale in merito all'ecologia di questa specie è d'obbligo in quanto studi recenti (TAYLOR 2010) non escludono che gli ambienti da essa colonizzati siano più vari e comprendano altresì il suolo, formicai, legno vivo, ecc, tuttavia è necessario sottolineare come la maggior parte degli avvistamenti sia stata fatta su ceppaie deperienti (SGUAZZIN 2005, 2010). Caratteristico è anche il periodo in cui compare lo sporofito di *B. viridis*, cioè in concomitanza dello scioglimento delle nevi: ciò comporta una finestra temporale molto contratta durante la quale osservare la specie.

Dal punto di vista conservazionistico *B. viridis* è iscritta nell'allegato I della Convenzione di Berna, è considerata specie di interesse comunitario (Allegato II) ed è inserita nella Lista Rossa della flora italiana (ROSSI et al. 2013) come *CR - gravemente minacciata* [B1ab(iii) + B2ab(iii)]. Nella vicina Slovenia il recente aggiornamento della Lista Rossa delle briofite (MARTINČIČ 2016) indica invece la specie come *NT - prossima alla minaccia* in virtù della non elevata stenoecia della specie; questo sottolinea lo scarso livello delle conoscenze di *Buxbaumia viridis* a livello nazionale ed il rischio conseguente ad un'errata valutazione sullo stato di conservazione della specie.

## Materiali e metodi

Il monitoraggio in campo di *Buxbaumia viridis* prevede limiti di diversa natura che possono essere riassunti in difficoltà logistiche, dovute alla necessità di raggiungere aree boscate in presenza di neve nel periodo invernale, e difficoltà nel riconoscimento della specie, i cui caratteri diacritici sono visibili ad occhio nudo solamente da pochi cm di distanza. Al fine di ottimizzare le possibili risorse e lo sforzo di indagine è necessario, quindi, pianificare adeguatamente la campagna di monitoraggio.

Il presente lavoro sintetizza una ricerca articolata in tre fasi distinte: una preliminare analitica, finalizzata all'individuazione delle peculiarità ecologiche di *Buxbaumia viridis*, nonché alla raccolta dei vari dati distributivi presenti (anche derivanti da osservazioni personali non pubblicate); una seconda fase riguardante l'implementazione di un sistema informativo territoriale in grado di gestire i dati spaziali delle osservazioni e



Fig. 2 - Distribuzione di *Buxbaumia viridis* in Italia (da GENOVESI et al. 2014).

- *Distribution of Buxbaumia viridis in Italy (from GENOVESI et al. 2014).*

delle matrici ecologiche e la modellizzazione volta alla realizzazione di una carta di vocazione della specie; una terza fase di elaborazione, sulla base del modello creato, di una serie di ipotesi di piano di monitoraggio che integrino quanto emerso nella carta di vocazione della specie con altri strati informativi e altri metodi statistici già collaudati. Infatti il processo è stato concretizzato con un approccio multi-scala in modo da permettere l'individuazione, in funzione degli obiettivi e delle risorse economiche a disposizione, della metodologia di monitoraggio più appropriata.

Per la realizzazione del modello ecologico ambientale si è ricorsi all'utilizzo dell'applicativo Maxent che, grazie a un metodo matematico con capacità di apprendimento automatico, permette di calcolare i valori di idoneità limitando il ruolo del giudizio esperto, basandosi semplicemente sul calcolo della massima entropia di Shannon (si rimanda a PHILLIPS et al. 2006 per i relativi aspetti matematici). Infatti, a differenza di altri approcci metodologici (SPITALE et al. 2017) che necessitano dell'individuazione critica del peso di ciascuna variabile ecologica, il modello fonda il calcolo della *suitability* esclusivamente sui dati di censimento puntuali e su una serie di dati ambientali (*dataset raster*)

e pertanto risulta particolarmente indicato per quelle specie caratterizzate da scarsa disponibilità di osservazioni (ELITH et al. 2006; PEARSON et al. 2006). Al fine di garantire la massima solidità possibile al modello, l'algoritmo è stato reiterato dieci volte, ovvero i dati censuari sono stati utilizzati in ordine diverso (e casuale) per ciascuno dei dieci calcoli dell'algoritmo; in questo modo è stata condotta una validazione incrociata del modello stesso che è stata preferita al *bootstrap* ed al sotto-campionamento in virtù del basso numero di dati censuari. Attraverso il modello è possibile operare altresì un'analisi del contributo di ciascuna variabile ambientale utilizzata grazie al test *jackknife*, ossia il ricalcolo del modello escludendo di volta in volta ciascuna variabile. Il prodotto risultante dall'applicazione del modello è un *dataset raster* in cui i valori, da 0 a 1, indicano l'idoneità della specie (0 cella non vocata, 1 cella con massima vocazione). Riveste particolare importanza, quindi, la qualità dei dati su cui basare il modello, soprattutto quella dei dati censuari.

Lo studio e la successiva modellizzazione si basano su un numero totale di 29 osservazioni (derivanti da bibliografia e da osservazioni personali), distribuite lungo l'intero arco montano della Regione. I dati bibliografici considerati sono esclusivamente quelli recenti (successivi al 1990) e corredati da coordinate puntuali. Le osservazioni condotte in campo sono state eseguite tra il 2011 e il 2014. Alcune di queste osservazioni sono riferite ai monitoraggi eseguiti in seno alla redazione delle cartografie ed all'aggiornamento dei Formulare Standard di alcuni siti Natura 2000 (IT3320005 - Valloni di Rio Bianco e Malborghetto; IT3320006 - Conca di Fusine), mentre altre sono frutto di osservazioni personali. In fig. 3 ed in tab. I si riportano le osservazioni considerate.

I *dataset raster* utilizzati per descrivere la matrice ambientale ed ecologica all'interno del modello predittivo comprendono sia gli aspetti geomorfologici che quelli vegetazionali. La quota è stata desunta direttamente dal modello digitale del terreno (risoluzione 10 m; data di

| Origine osservazione                        | Comune                | longitudine | latitudine |
|---------------------------------------------|-----------------------|-------------|------------|
| Osservazione personale                      | Prato Carnico         | 318624,02   | 5152588,23 |
| Osservazione personale                      | Prato Carnico         | 319399      | 5153691,21 |
| Osservazione personale                      | Prato Carnico         | 323056,93   | 5153341,23 |
| Bibliografia                                | Ampezzo               | 324513,94   | 5143391,42 |
| Bibliografia                                | Ampezzo               | 326586,9    | 5144176,41 |
| Bibliografia                                | Ampezzo               | 326613,9    | 5144081,42 |
| Osservazione personale                      | Forni Avoltri         | 329158,79   | 5163974,05 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320005 | Malborghetto Valbruna | 378504,9    | 5155123,38 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320005 | Malborghetto Valbruna | 378506,9    | 5155146,38 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320005 | Malborghetto Valbruna | 378506,9    | 5155145,38 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320005 | Malborghetto Valbruna | 378516,9    | 5155148,38 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320005 | Malborghetto Valbruna | 378516,9    | 5155149,38 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320005 | Malborghetto Valbruna | 378525,9    | 5155123,38 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320005 | Malborghetto Valbruna | 378545,9    | 5155112,38 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320005 | Malborghetto Valbruna | 378559,9    | 5155298,37 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320005 | Malborghetto Valbruna | 378586,9    | 5154199,39 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320005 | Malborghetto Valbruna | 378611,9    | 5154199,39 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320005 | Malborghetto Valbruna | 382705,82   | 5155921,37 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320006 | Tarvisio              | 395797,6    | 5147550,57 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320006 | Tarvisio              | 395801,6    | 5147964,56 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320006 | Tarvisio              | 395814,6    | 5147248,58 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320006 | Tarvisio              | 395937,6    | 5147041,58 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320006 | Tarvisio              | 397064,58   | 5146456,6  |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320006 | Tarvisio              | 397170,58   | 5146371,6  |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320006 | Tarvisio              | 397542,58   | 5145828,61 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320006 | Tarvisio              | 397556,57   | 5145817,61 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320006 | Tarvisio              | 397792,57   | 5145835,61 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320006 | Tarvisio              | 397974,56   | 5146730,59 |
| Aggiornamento Formulario Standard IT3320006 | Tarvisio              | 398332,56   | 5145555,62 |

Tab. I - Osservazioni recenti di *Buxbaumia viridis* per il territorio regionale; longitudine e latitudine sono espresse nel sistema di riferimento ETRS89 (EPSG 3045).

- *Recent observations of Buxbaumia viridis for Friuli Venezia Giulia region; longitude and latitude are expressed in the ETRS89 (EPSG 3045) reference system.*



Fig. 3 - Osservazioni recenti di *Buxbaumia viridis* per il territorio regionale.  
 - Recent observations of *Buxbaumia viridis* for Friuli Venezia Giulia region.

acquisizione 2014) mentre gli altri aspetti geomorfologici (pendenza, esposizione, ombreggiatura) sono stati calcolati a partire dal medesimo DTM (e per questo presentano la medesima risoluzione).

Gli aspetti vegetazionali sono stati desunti dal più recente aggiornamento della Carta degli habitat Corine Biotopes del Friuli Venezia Giulia (AA. Vv. in stampa).

Oltre che per la realizzazione del modello predittivo tramite l'applicativo Maxent, i *dataset raster* sono stati impiegati per l'analisi statistica degli aspetti ecologici

della specie mediante interpolazione degli stessi con le osservazioni effettuate.

Al fine di realizzare un efficiente piano di monitoraggio si è proceduto quindi all'utilizzo dei risultati ottenuti dal modello matematico predittivo: in primo luogo, attraverso l'utilizzo di un valore ritenuto adeguatamente elevato, il raster risultante dal modello Maxent è stato riclassificato in maniera binaria 0 per cella non vocata e 1 per cella vocata, in modo da semplificare le successive elaborazioni. Così riclassificata, la carta di vocazione della specie per il territorio regionale è

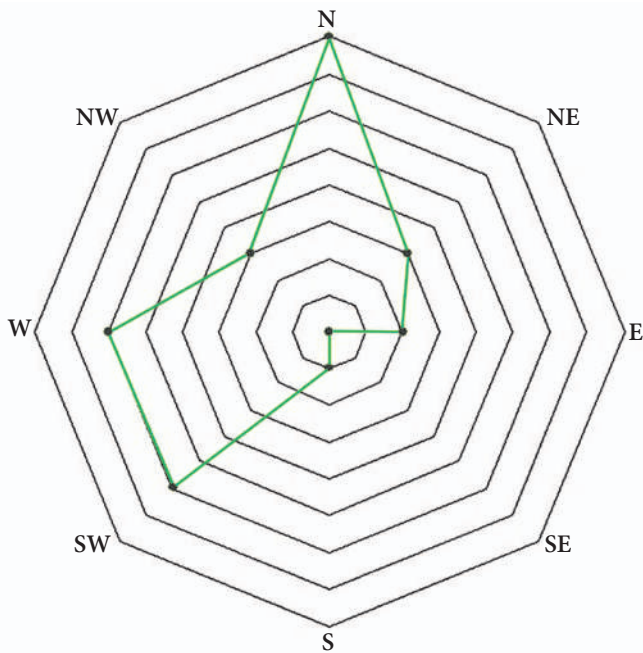


Fig. 4 - Frequenza delle esposizioni di *Buxbaumia viridis* nelle osservazioni in campo.  
- *Buxbaumia viridis* field observations at different exposures.

stata suddivisa in aree omogenee sulla base del reticolo a maglie quadrate adottato dall'Agenzia Ambientale Europea (EAA) e già applicato per la restituzione del rapporto ex Art. 17 alla Direttiva Habitat (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps>). Tale griglia segue le raccomandazioni della Direttiva INSPIRE (2/2007/CEE) relativa ai dati georiferiti ed è quindi coerente con il sistema di coordinate di riferimento (CRS) europeo ETRS89-LAEA Europe.

In analogia con le metodologie impiegate per il rapporto ex Art. 17 alla Direttiva 43/92/CEE sono state utilizzate le due versioni della griglia europea: quella con maglia 10x10 km, indicata come dettaglio minimo per l'indicazione della distribuzione a livello europeo delle specie di interesse comunitario, e quella più dettagliata con maglia 1x1 km, maggiormente utile nei monitoraggi a scala locale.

Attraverso una serie di analisi statistiche stratificate sono state successivamente selezionate le maglie su cui potenzialmente concentrare gli sforzi di indagine e nelle quali pianificare eventuali azioni per la conservazione della specie. Nella fattispecie sono state scelte le maglie contenenti un'area vocata superiore ad un

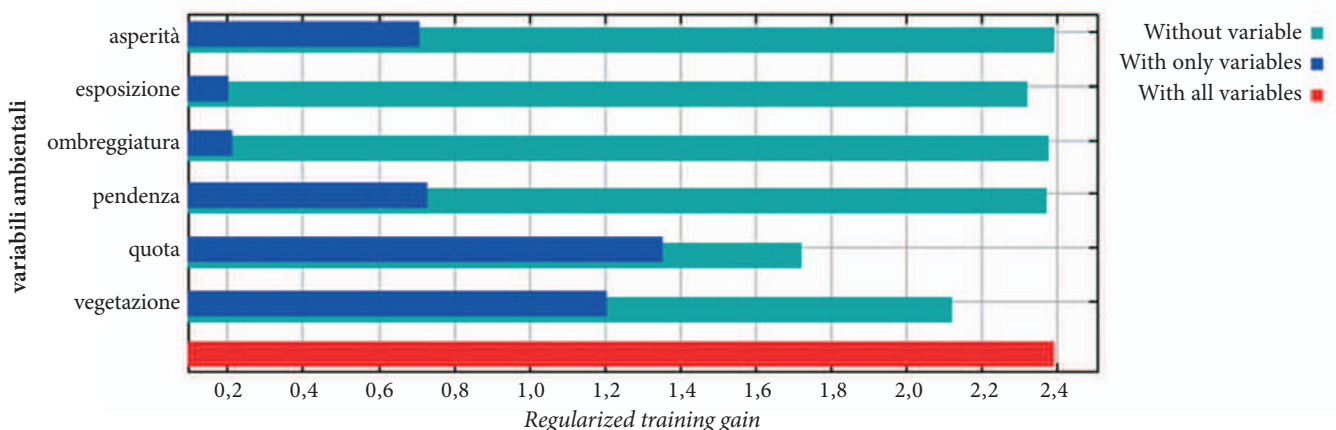


Fig. 5 - Risultati del test *jackknife* per l'analisi del contributo di ciascuna variabile considerata.  
- *Jackknife test results for the evaluation of the weight of each variable used for the Maxent model.*

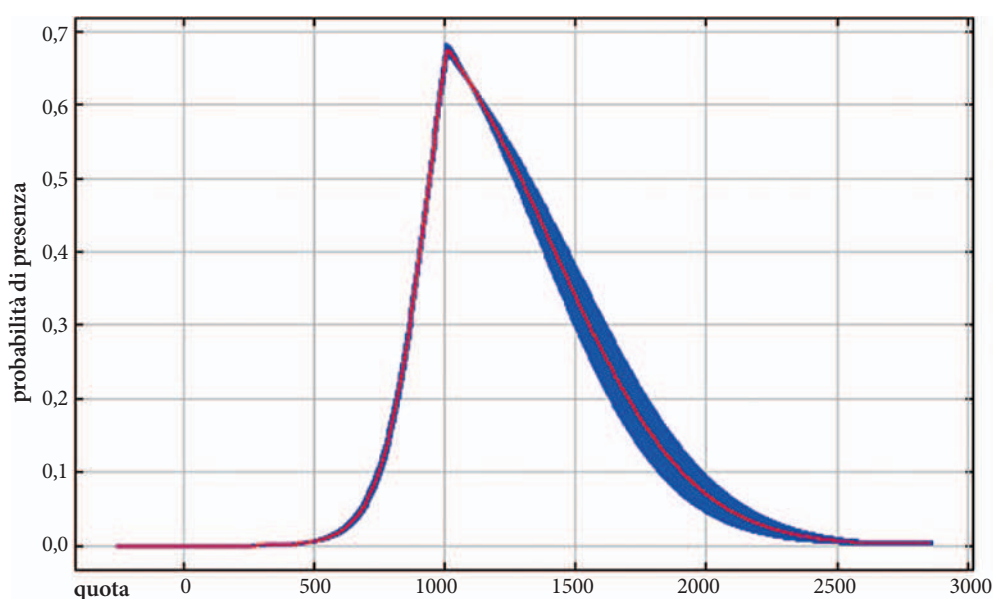


Fig. 6 - Curva di risposta di *Buxbaumia viridis* alla variabile quota.  
- *Curve of Buxbaumia viridis response to the elevation variable.*

determinato valore di superficie. Sempre procedendo con stratificazione statistica sono state selezionate, tra le maglie potenzialmente idonee, quelle maggiormente accessibili, intersecando tali maglie con la rete viaria (anche forestale) e con la sentieristica CAI (dati IRDAT, Regione Autonoma FVG).

## Risultati e discussioni

L'analisi delle variabili ambientali effettuata sulle 29 osservazioni (desunte dalla bibliografia e da osservazioni personali) ed i *dataset raster* utilizzati per l'applicazione del modello conferma e, in parte, amplia le conoscenze relative agli aspetti ecologici di *Buxbaumia viridis*.

Specificatamente la specie è stata osservata in Regione ad una quota media di 1140 m s.l.m., minima a 970 m s.l.m. e massima a 1716 m s.l.m.. Per quanto attiene all'esposizione si nota una predilezione per quelle prettamente settentrionali (28% delle osservazioni), seguite da quelle occidentali (W: 21%, SW: 21%, NW: 10%); la specie appare meno presente nei settori orientali che, complessivamente (NE, E, SE) presentano frequenza pari a 17%. In fig. 4 viene riportata la frequenza delle osservazioni per ciascun punto cardinale.

La specie è stata osservata in stazioni aventi pendenza compresa tra 0° e 28° con un valore medio di 9°. L'indice di asperità (*ruggedness*), inteso come misura quantitativa dell'eterogeneità del terreno (RILEY et al. 1999) presenta un valore generalmente basso (< 80), indice di una conformazione morfologica del terreno relativamente omogenea. L'interpolazione statistica non ha evidenziato rilevante correlazione tra osservazioni condotte in campo ed ombreggiatura.

Per quanto riguarda gli aspetti vegetazionali, la specie è stata rinvenuta per il 90% in habitat nemorali, più specificatamente in prevalenza all'interno dell'habitat Corine Biotopes 41.1C3 Faggete illiriche (51%) che comprende i piceo-fageti dei suoli calcarei. In tab. II si riportano le frequenze delle osservazioni per ciascuna tipologia di habitat. L'analisi condotta con l'ausilio di Maxent ha permesso, oltre all'individuazione del diverso grado di vocazione del territorio regionale, la discriminazione dell'importanza rivestita nella definizione del modello da ciascuna variabile ambientale considerata attraverso applicazione del metodo *jackknife* (fig. 5). Nella fattispecie, la quota risulta la variabile che riveste maggiore importanza nel calcolo del modello. Essa infatti è la variabile che, nel caso sia la sola considerata, offre un maggior contributo, mentre comporta un'elevata perdita di informazione qualora sia esclusa nel calcolo del modello. Nella fig. 6 viene riportata la curva di risposta della specie per la variabile quota.

Un'ulteriore valutazione del contributo di ciascuna variabile, effettuata durante l'esecuzione dell'algoritmo di Maxent in base al quale si sommano i contributi positivi e si sottraggono quelli negativi di ogni matrice ambientale, ha permesso di sintetizzare in un valore percentuale l'apporto delle singole variabili (tab. III). Dall'analisi della tabella si osserva come la tipologia dell'habitat sia la seconda variabile in ordine di importanza nell'applicazione del modello, con un valore di 17,5%; questo valore, apparentemente basso, può essere in parte dovuto al fatto che la legenda della nuova Carta degli habitat Corine Biotopes del Friuli Venezia Giulia è estremamente dettagliata ed articolata in un gran numero di voci.

L'applicazione del modello di idoneità, realizzato mediante l'applicativo Maxent, ha evidenziato diverse

| Habitat                                          | N. osservaz. | %  |
|--------------------------------------------------|--------------|----|
| 41.133 - Faggete neutrofile montane a Cardamine  | 2            | 7  |
| 41.1C3a - Faggete calcifile illiriche submontane | 12           | 41 |
| 41.1C3b - Faggete calcifile illiriche montane    | 3            | 10 |
| 42.112 - Abietine neutrofile                     | 2            | 7  |
| 42.121 - Abietine calcicole endalpine            | 2            | 7  |
| 42.211b - Peccete calcifile subalpine delle Alpi | 1            | 4  |
| 42.222 - Peccete montane calcifile               | 1            | 4  |
| 42.26 - Riforestazioni di peccio                 | 3            | 10 |
| Altri                                            | 3            | 10 |

Tab. II - Frequenze delle tipologie di habitat nelle osservazioni in campo di *Buxbaumia viridis*.

- *Frequency of Buxbaumia viridis field observations at different habitat types.*

| Variabile         | Contributo (in percentuale) |
|-------------------|-----------------------------|
| quota             | 56,9                        |
| tipologia habitat | 17,5                        |
| pendenza          | 13,5                        |
| asperità          | 7,3                         |
| esposizione       | 4,3                         |
| ombreggiatura     | 0,5                         |

Tab. III - Contributo di ciascuna variabile al modello Maxent.  
- *Contribution of each variable to the Maxent model.*

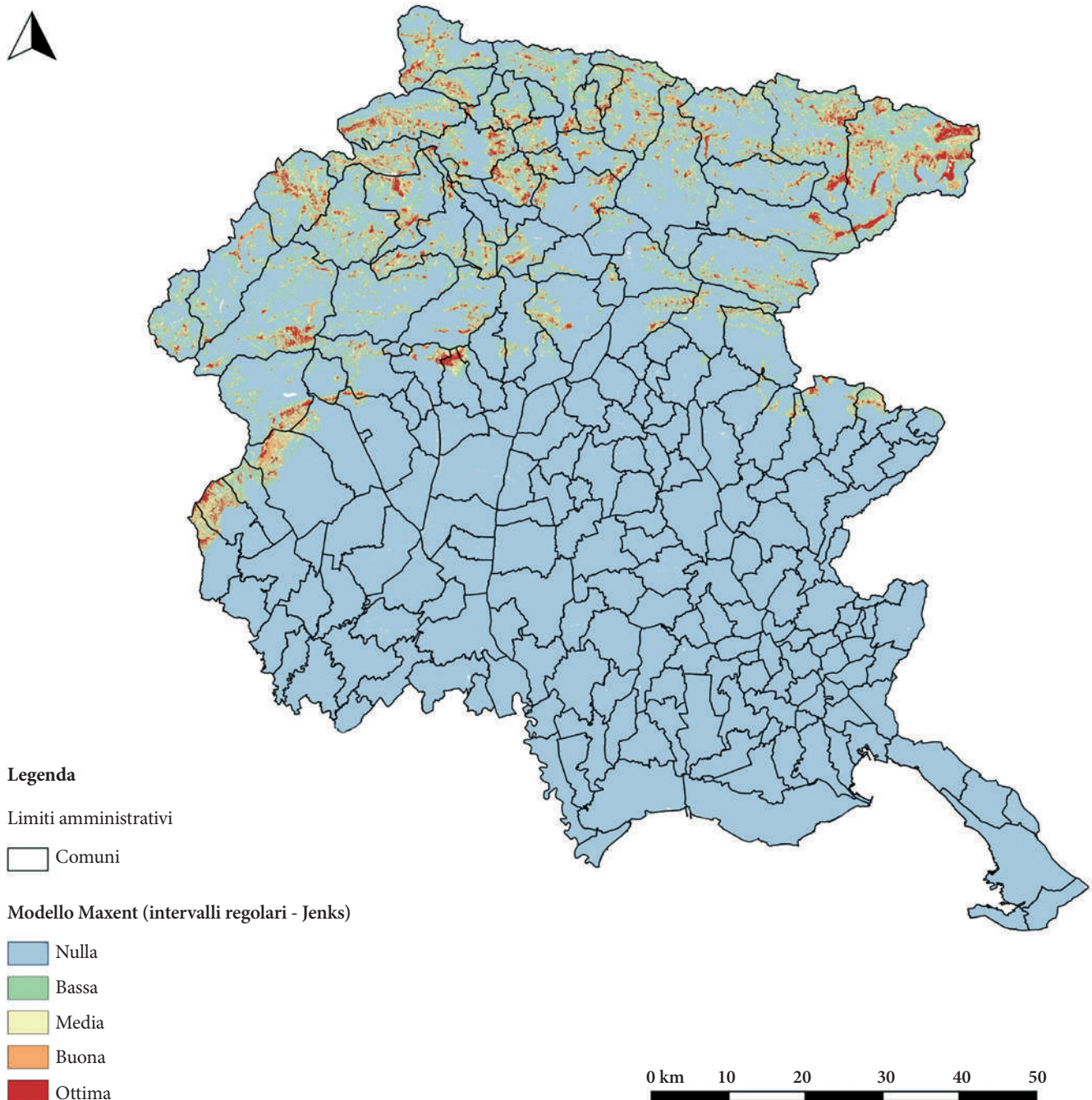


Fig. 7 - Modello di idoneità per *Buxbaumia viridis* nel territorio regionale.  
 - Suitability model for *Buxbaumia viridis* in Friuli Venezia Giulia region.

aree particolarmente vocate nel territorio regionale: i boschi freschi del tarvisiano, le pendici del monte Canin, l'emersione calcarea del Monte Ciaurlec, l'area compresa tra Piancavallo ed il Cansiglio. Oltre a queste aree, il modello ha evidenziato una buona vocazione diffusa nell'intero arco montano del territorio regionale. La specie, infatti, non sembra presentare un elevato valore di stenoecia e la sua diffusione potrebbe essere sottostimata per la Regione, tuttavia, fintanto che non siano disponibili dati distributivi puntuali certi, questa rimane solamente un'ipotesi. La lettura del modello è stata poi agevolata in fig. 7 attraverso il ricampiona-

mento, ad intervalli naturali, dei valori risultanti in cinque classi di idoneità (nulla, bassa, media, buona, ottima).

Per la proposta di monitoraggio si è proceduto all'individuazione di un valore soglia di idoneità ritenuto adeguatamente elevato, sulla base del quale riclassificare in sistema il *dataset raster* risultante da Maxent; per evidenziare le possibili differenze tra l'utilizzo dei diversi valori soglia sono stati individuati due valori: 0,65 e 0,8. A questo punto sono state sovrapposte le maglie della griglia ETRS89-LAEA (1x1 km) e sono state selezionate le maglie contenenti un'area vocata

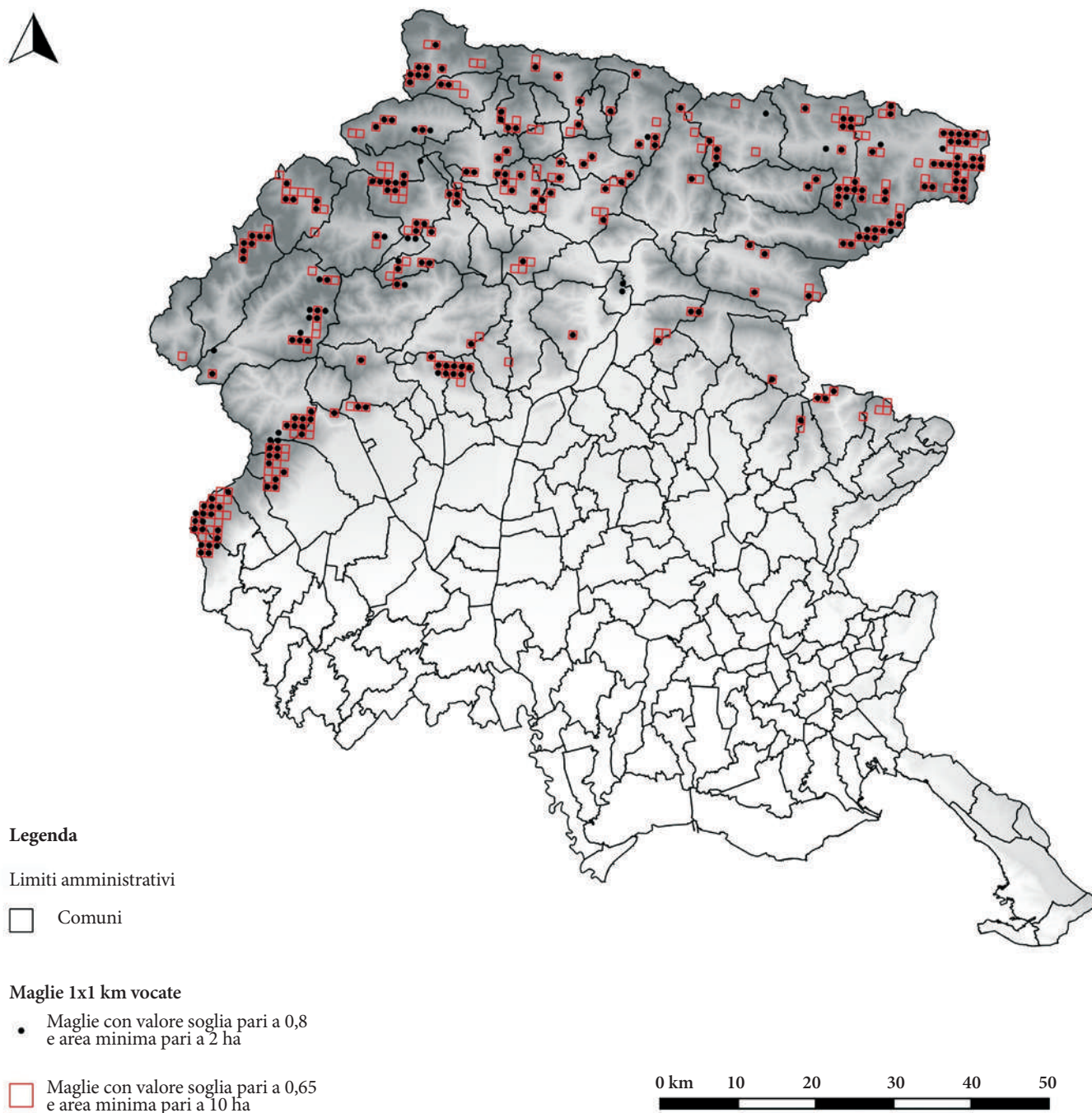


Fig. 8 - Maglie 1x1 km vocate a *Buxbaumia viridis* nel territorio regionale.  
- 1x1 km grid cells suited for *Buxbaumia viridis* in Friuli Venezia Giulia region.

sufficiente al monitoraggio in funzione al valore soglia individuato nel passaggio precedente; sono state così individuate maglie con area superiore a 10 ha (0,1 km<sup>2</sup>) per valore soglia a 0,65 e 2 ha (0,02 km<sup>2</sup>) per valore soglia fissato a 0,8 (fig. 8). Il valore soglia fissato a 0,65 (con area minima di 10 ha) ha portato alla selezione per il contesto regionale di un numero di maglie vocate pari a 313, a fronte di un numero di 242 maglie per valore soglia posto a 0,8 (con area minima di 2 ha) per una differenza di 71 maglie (22%).

Tuttavia, dall'analisi della fig. 8, emerge che la scelta di un valore soglia più elevato (abbinato ad un'area

vocata minima inferiore) non implica una perdita nella definizione delle zone vocate, infatti il valore soglia a 0,65 comporta, salvo alcune eccezioni (come nel caso del Monte Matajur), solo l'infittirsi del numero di maglie.

Successivamente le celle, selezionate sulla base del valore soglia e dell'area minima indagata, sono state analizzate in funzione della loro accessibilità (fig. 9). In questo caso le 313 maglie vocate con valore soglia fissato a 0,65 si riducono a 272 (con una differenza di 41 maglie, pari al 13%) se si considera esclusivamente la viabilità (strade e viabilità forestale) e 302 (differenza

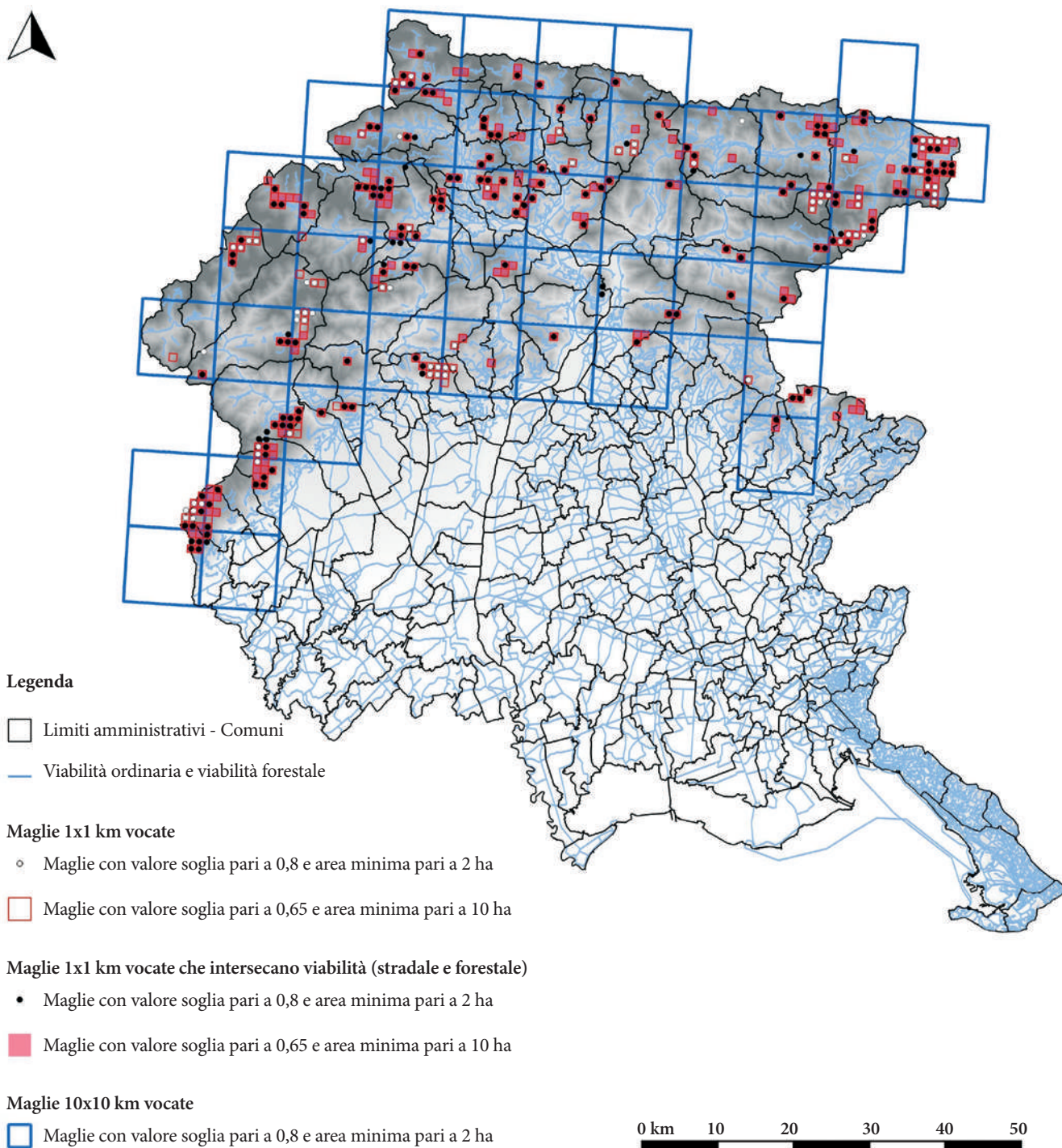


Fig. 9 - Maglie 1x1 km e 10x10 km vocate a *Buxbaumia viridis* e interessate da viabilità nel territorio regionale.  
- 1x1 km and 10x10 km grid cells suited and intersected with viability for *Buxbaumia viridis* in Friuli Venezia Giulia region.

di 11 maglie, pari al 3%) se viene considerata anche la sentieristica CAI. Analogamente per le 242 maglie vocate con valore soglia fissato a 0,8 osserviamo una riduzione a 228 (differenza di 14 maglie, pari al 6%) e 205 (differenza di 37 maglie pari al 15%) rispettivamente se si intersecano le maglie vocate con strade e sentieristica CAI oppure esclusivamente con la viabilità.

È tuttavia necessario sottolineare che il periodo utile al monitoraggio della specie è quello tardo invernale, durante il quale spesso è presente neve e le piste fo-

restali sono assai raramente percorribili in auto, con conseguente dilatamento dei tempi di esecuzione del monitoraggio. In tab. IV sono riassunti i dati finalmente ottenuti con la selezione iterata.

L'utilizzo dei grigliati ufficiali della Comunità Europea permette un'adeguata pianificazione delle operazioni di monitoraggio: utilizzando le maglie 10x10 km sarà possibile delineare il livello conoscitivo di base, utilizzando invece le maglie 1x1 km si otterrà un livello conoscitivo dettagliato e congruo alla scala regionale.

|                                                                                                                       |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Maglie 1x1 km ETRS89-LAEA per la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia                                               | 8265 |
| Maglie 10x10 km ETRS89-LAEA per la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia                                             | 112  |
| Maglie 1x1 km vocate (valore soglia pari a 0,65 ed area minima di 10 ha)                                              | 313  |
| Maglie 1x1 km vocate (valore soglia pari a 0,8 ed area minima di 2 ha)                                                | 242  |
| Maglie 1x1 km vocate ed interessate da viabilità (valore soglia pari a 0,65 ed area minima 10 ha)                     | 275  |
| Maglie 1x1 km vocate ed interessate da viabilità (valore soglia pari a 0,8 ed area minima 2 ha)                       | 205  |
| Maglie 1x1 km vocate ed interessate da viabilità e sentieristica CAI (valore soglia pari a 0,65 ed area minima 10 ha) | 302  |
| Maglie 1x1 km vocate ed interessate da viabilità e sentieristica CAI (valore soglia pari a 0,8 ed area minima 2 ha)   | 228  |
| Maglie 10x10 km vocate ed interessate da viabilità (valore soglia pari a 0,65 e area minima di 10 ha)                 | 46   |
| Maglie 10x10 km vocate ed interessate da viabilità (valore soglia pari a 0,8 e area minima di 2 ha)                   | 45   |

Tab. IV - Numero delle maglie vocate ottenute grazie alle elaborazioni statistiche stratificate per il territorio regionale.  
- Number of suited grids cell resulting from the stratified statistic process for Friuli Venezia Giulia region.

## Considerazioni conclusive

Il presente lavoro in primo luogo aggiorna lo stato delle conoscenze distributive di *Buxbaumia viridis* nel territorio regionale, secondariamente conferma ed amplia le informazioni relative ai suoi aspetti ecologici; inoltre delinea, sulla base di modelli matematici, le aree maggiormente idonee alla specie nel territorio regionale; infine descrive degli scenari di monitoraggio specifici, ma allo stesso tempo adattabili ad altri *taxa*, soprattutto di interesse comunitario. Infatti, l'applicazione del modello di idoneità di Maxent permette di discriminare le aree potenzialmente idonee alla specie, consentendo una migliore pianificazione del monitoraggio di *Buxbaumia viridis*; allo stesso modo, però, possono essere pianificati monitoraggi di altre specie con dati distributivi carenti, sia in ambito prettamente briologico che di altri *taxa*.

Questi monitoraggi rivestono particolare importanza per le specie di interesse comunitario, il cui aggiornamento delle conoscenze (distributive, quantitative, stato di conservazione, trend) è regolato dall'Art. 17 della Direttiva 43/92/CEE. L'approccio qui descritto è ben modulabile in funzione del livello di dettaglio di indagine voluto, dei tempi oppure delle risorse disponibili.

Manoscritto pervenuto il 20.III.2017 e approvato il 4.IV.2017.

## Bibliografia

- AA.VV., in stampa. *Carta degli habitat Corine Biotopes del Friuli Venezia Giulia*. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.
- ALEFFI, M., R. TACCHI & C. CORTINI PEDROTTI. 2008. Check-list of the hornworts, liverworts, and mosses of Italy. *Bocconea* 22: 1-256.
- ALEFFI, M. 2016. Schede briofite: *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug & Nestl. In *Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie vegetali*, cur. S. ERCOLE, V. GIACANELLI, G. BACCHETTA, G. FENU, & P. GENOVESI. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 140/2016.
- CORTINI PEDROTTI, C. 2001. *Flora dei Muschi d'Italia. Sphagnopsida, Andraeopsida, Bryopsida (I parte)*. Roma: Antonio Delfino Editore.
- ELITH, J., C.H. GRAHAM, R.P. ANDERSON, M. DUDIK, S. FERRIER, A. GUIBAN, R.J. HIJMAN, F. HUETTMANN, J.R. LEATHWICK, A. LEHMANN, J. LI, L.G. LOHMANN, B.A. LOISELLE, G. MANION, C. MORITZ, M. NAKAMURA, Y. NAKAZAWA, J. MCC, M. OVERTON, A.T. PETERSON, S.J. PHILLIPS, K. RICHARDSON, R. SCACHETTI-PEREIRA, R.E. SCHAPIRE, J. SOBERÓN, S. WILLIAMS, M.S. WISZ & N.E. ZIMMERMANN. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29 (2): 129-51.
- GENOVESI, P., P. ANGELINI, E. BIANCHI, E. DUPRÈ, S. ERCOLE, V. GIACANELLI, F. RONCH & F. STOCH. 2014. *Specie e habitat di interesse comunitario in Italia: distribuzione, stato di conservazione e trend*. ISPRA, Serie Rapporti, 194/2014.
- MARTINČIČ, A. 2016. Updated Red List of bryophytes of Slovenia. *Hacquetia* 15 (1): 107-26.
- PEARSON, R.G., W. THUILER, M.B. ARAÚJO, E. MARTINEZ-MEYER, L. BROTONS L., C. MCCLEAN, L. MILES, P. SEGURADO, T.P. DAWSON & D.C. LEES. 2006. Model-based uncertainty in species range prediction. *Journal of Biogeography* 33: 1704-11.
- PHILLIPS, S.J., R.P. ANDERSON & R.E. SCHAPIRE. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-59.
- PRIVITERA, M., M. ALEFFI, G. BERTANI, P. CAMPISI, A. CARRATELLO, M. CODOGNO, A. COGONI, L. MISERERE, S. PEREGO, M. PUGLISI, F. SGUAZZIN, R. TACCHI & A. ZIMBONE. 2010. Survey of the bryophyte diversity of the Carnic Alps, including some interesting records for the Italian bryoflora. *Fl. Medit.* 20: 193-209.
- RILEY, S.J., S.D. DE GLORIA & R. ELLIOT. 1999. A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity. *Intermountain Journal of Sciences* 5 (1/4): 23-7.
- RÖLL, J. 1897. Beiträge zur Laubmoos- und Tormoosflora von Österreich. *Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien* 47: 659-71.
- ROSSI, G., C. MONTAGNANI, D. GARGANO, L. PERUZZI, A. ABELI, T. S. RAVERA, A. COGONI, G. FENU, S. MAGRINI, M.

- GENNAI, B. FOGGI, R.P. WAGENSOMMER, G. VENTURELLA, C. BLASI, F.M. RAIMONDO & S. ORSENIGO, cur. 2013. *Lista Rossa della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate*. Comitato Italiano IUCN, Ministero dell'Ambiente e delle Turela del Territorio e del Mare.
- SGUAZZIN, F. 2005. Contributo alla conoscenza della flora briologica del Friuli Venezia Giulia. *Informatore Botanico Italiano* 37 (1, A): 92-3.
- SGUAZZIN, F. 2010. Check-list delle Briofite del Friuli Venezia Giulia (NE Italia). *Gortania. Zoologia, Botanica* 32: 17-114.
- SPITALE, D., P. MAIR & W. TRATTER. 2015. Nuove segnalazioni di *Buxbaumia viridis* (Bryopsida, Buxbaumiaceae) in Alto Adige e relazione tra presenza e quantità di necromassa. *Gredleriana* 15/2015: 17-23.
- SPITALE, D., & P. MAIR. 2017. Predicting the distribution of rare species of moss: The case of *Buxbaumia viridis* (Bryopsida, Buxbaumiaceae). *Plant Biosystems* 151 (1): 9-19.
- TAYLOR, S., 2010. *Buxbaumia viridis* in Abernethy Forest and other sites in northern Scotland. *Field Bryology* 100: 9-14.

---

Indirizzo dell'Autore - Author's addresses:

- Luca STRAZZABOSCHI  
F.ne Osais 62, I-33020 PRATO CARNICO (UD)  
e-mail: luca.strazzaboschi@gmail.com



Massimo Buccheri  
Nathalie Zamparutti  
Valentino Casolo

## IL GRUPPO DI *ACHILLEA MILLEFOLIUM* L. IN FRIULI VENEZIA GIULIA

### *ACHILLEA MILLEFOLIUM* L. GROUP IN FRIULI VENEZIA GIULIA

**Riassunto breve** - Partendo dai campioni d'erbario depositati presso le collezioni del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste, del Museo Friulano di Storia Naturale di Udine e dell'Università di Trieste, è stata effettuata una ricognizione dei taxa appartenenti al gruppo di *Achillea millefolium* in Friuli Venezia Giulia. Sono stati considerati 318 fogli d'erbario complessivi, che hanno permesso di confermare la presenza di 8 entità tassonomiche proposte precedentemente in letteratura. Sono state ottenute delle mappe putative di distribuzione che mettono in luce la rarità di *A. pannonica* e *A. setacea*. Inoltre, è stata considerata la presenza di *A. pratensis* (entità recentemente descritta). Alla luce delle informazioni presenti nei cartellini, sono state discusse le caratteristiche ecologiche e biogeografiche.

**Parole chiave:** *Achillea*, Distribuzione, Friuli Venezia Giulia, Campioni d'erbario.

**Abstract** - On the basis of herbarium specimens from the public collection of: i) Civic Museum of Natural History of Trieste, ii) Museum of Natural History of Friuli, Udine, iii) Trieste University herbarium; a revision of taxa referring to *Achillea millefolium* group in Friuli Venezia Giulia was performed. A total of 318 herbarium sheets has been considered. The work allowed to confirm the presence of 8 taxa already defined in literature. For each taxon a putative distribution map has been drawn, evidencing the rarity of *A. pannonica* e *A. setacea*. Furthermore, the presence of *A. pratensis* (recently described) was considered. Taken the information from herbarium labels, ecological and biogeographical traits were discussed.

**Key words:** *Achillea*, Distribution, Friuli Venezia Giulia, Herbarium specimen.

## Introduzione

L'aggregato di specie riferibile ad *Achillea millefolium* L. (fig. 1), per quanto ritenuto polimorfo, ma di sicura riconoscibilità (PIGNATTI 1982), si configura, invece, ancora oggi come una criticità. È infatti costituito da taxa di difficile definizione, essendo fra loro ibridogeni, ad alta variabilità fenotipica e cariologica. È un tipico gruppo tassonomicamente complesso, che comprende specie diploidi, auto- e allo-poliploidi derivate e numerosi ibridi che lo rendono il gruppo più eterogeneo e largamente diffuso di *Achillea* (EHRENDORFER 1959a, 1973; SAUKEL et al. 2003). I numerosi studi sistematici degli ultimi decenni configurano uno scenario piuttosto eterogeneo: dalla suddivisione in più di 40 microspecie fino al riconoscimento di un'unica macrospecie, *A. millefolium* s.l. (EHRENDORFER & GUO 2006).

Si ritiene che *A. millefolium* s.l. si sia originata nel Terziario in un territorio che va dall'Europa sud-orientale all'Asia sud-occidentale, da dove si sarebbe diffusa in tutto l'emisfero settentrionale (GUO et al. 2008). Secondo la recente revisione tassonomica (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP IV 2016), il genere *Achillea* fa parte della tribù delle *Matricariinae*, rientra nella sottofamiglia

delle *Asteroideae* e appartiene alla famiglia delle *Asteraceae* (ANGIOSPERM PHYLOGENY WEBSITE, <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>).

Il corredo cromosomico base in *A. millefolium* agg. è  $x=9$ , dal quale derivano tetra-, esa- e ottaploidi. Le specie diploidi sono poco variabili, meno plastiche ecologicamente (stenoece), regressive e limitate ad aree distinte dell'Eurasia. All'opposto, i taxa poliploidi sono polimorfici, geneticamente interconnessi, eurieci, spesso apofitici che, dal punto di vista distributivo, possono occupare aree anche molto vaste, come ad esempio *A. millefolium* s.s., specie esaploide ( $6x=54$ ), con presenza di ottaploidi in Nord America (RAMSEY 2011), diffusa in tutto il resto del pianeta come pianta aliena, tipica delle vegetazioni antropogene (GUO et al. 2008).

La plasticità fenotipica ed ecologica di *A. millefolium* agg., è stata esaminata a partire dalla metà del secolo scorso e ad oggi i dati relativi a morfologia, cariologia, riproduzione, comportamento d'incrocio, fitochimica, ecologia e distribuzione sono molteplici (EHRENDORFER 1952, 1953, 1959a, 1959b, 1973; HIESEY & NOBS 1970; TYRL 1975; VETTER et al. 1996a, 1996 b; WLACH 2002; SAUKEL et al. 2003). Tuttavia, solo quando, a studi classici e biochimici, si sono aggiunte le indagini del DNA