

Zeitschrift: Bollettino della Società ticinese di scienze naturali
Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali
Band: 109 (2021)

Rubrik: Atti del 2. congresso internazionale Botanica Sudalpina : online,
Lugano, 26-27.3.2021

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: 06.02.2026

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

LA VEGETAZIONE FORESTALE DELLA VAL ONSERNONE, 100 ANNI FA, OGGI E TREND FUTURI

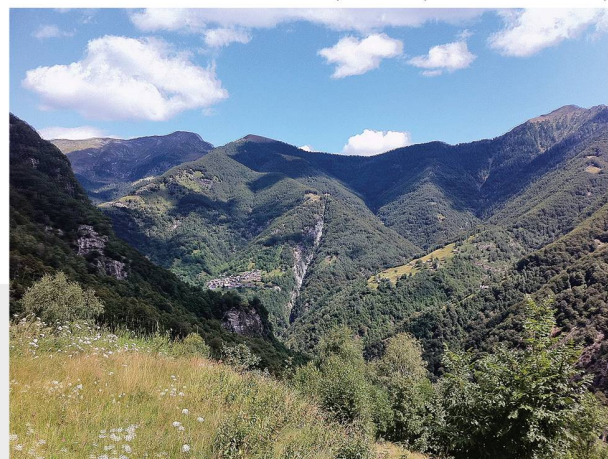
Gabriele Carraro – carraro@dionea.ch

Sono passati più di 100 anni da quando Johannes Bär ha studiato e mappato la vegetazione forestale della valle Onsernone (Ticino): un raro lavoro di ricerca scientifica nelle nostre valli alpine, con grandi benefici per la comprensione odierna delle dinamiche evolutive e per la gestione degli ecosistemi forestali. Per il confronto dello stato attuale della vegetazione con quello del passato e per l'elaborazione degli scenari di sviluppo futuri, era necessaria una mappatura da appaiare a quella di Bär. Una mappatura dettagliata realizzata unicamente con rilievi terrestri, in regioni impervie e in parte inaccessibili, che si estende su 100 km², è difficile e molto costosa. Per superare queste difficoltà, è stato sviluppato un metodo alternativo, basato sulle indagini terrestri esistenti e completato dal rilievo lungo transeiti su un'area totale limitata a 10 km². Queste valutazioni sono state la base per una modellazione su tutta l'area utilizzando modelli Random Forest Model. Considerando il gran numero di tipi di foreste presenti nella valle (31), il modello sviluppato è stato in grado di fare previsioni efficaci. In un'area con molte foreste di recente formazione, l'affidabilità dei risultati potrebbe essere aumentata dalle dinamiche evolutive derivate dalle mappe storiche. Quindi, la carta storica della vegetazione di Bär rappresenta un prezioso set di dati che contribuisce a una migliore comprensione dell'attuale distribuzione della vegetazione. Successivamente, i risultati della modellazione

e la qualità della mappa della vegetazione forestale sono stati ulteriormente migliorati grazie alle indagini terrestri aggiuntive e all'uso di fotografie aeree e droni per il controllo della qualità. Sulla base di questi risultati, combinati con i contributi da parte dei diversi autori della ricerca per la storia delle foreste, gli studi del paesaggio, la palinologia e le condizioni climatiche locali, è stato possibile ricostruire la dinamica della vegetazione forestale nella Valle Onsernone con il suo potenziale evolutivo, considerando anche gli scenari di cambiamento climatico.

Parole chiave: cambiamenti climatico, cartografia, dinamica della vegetazione, gestione delle foreste, Random Forest Model, tipologie forestali

Vista della Valle Onsernone da Piano sopra Crana (foto: Gabriele Carraro).



View of Onsernone valley from Piano s/Crana (Photo: Gabriele Carraro).

THE FOREST VEGETATION OF THE ONSERNONE VALLEY, 100 YEARS AGO, TODAY AND FUTURE TRENDS

Gabriele Carraro – carraro@dionea.ch

It has been more than 100 years ago that Johannes Bär studied and mapped the forest vegetation of the Onsernone valley (Ticino): rare, scientific work in our Alpine valleys, with great benefits for today's understanding of evolutionary dynamics and for the management of forest ecosystems. For the comparison of the current state of vegetation with that of the past and for processing of future development scenarios, an updated mapping was required in addition to Bär's map. A detailed mapping carried out solely by terrestrial surveys, in rough and partly inaccessible regions, which extends over 100 km², is difficult and very costly. To overcome these difficulties, an alternative method was developed, based on existing terrestrial surveys and supplemented by trans-sectoral mapping over a total area of 10 km². These assessments were the basis for an area-wide modelling using Random Forest Models. Considering the large number of forest types present in the valley (31), the model is able to forecast effectively. In an area with many newly formed forests, reliability of results could be increased by the evolutionary dynamics derived from historical maps. Hence, J. Bär's map represents a valuable data set that contributes to a better understanding of the present vegetation distribution. Subsequently, results of the modelling and the quality of the forest vegetation map

could be improved thanks to existing and additional terrestrial surveys and to the use of aerial photographs and drones for quality control. Based on these findings combined with contributions from the authors of the study on forest history, landscape studies, palynology, and local climatic conditions, it was possible to reconstruct the dynamic of forest vegetation in the Onsernone valley with its evolutionary potential, considering also climate change scenarios.

Keywords: climate change, cartography, forest management, forest types, vegetation dynamics, Random Forest Model



Gabriele Carraro

Ingegnere forestale, da oltre 30 anni attivo nel settore privato, si occupa in particolare di progettazione e consulenza in ambito forestale e degli ecosistemi alluvionali.

Forest engineer, for over 30 years active in the private sector, he deals in particular with planning and consulting in the forestry and alluvial ecosystems.

IL CAMBIAMENTO PREISTORICO DELL'USO DEL SUOLO E LA SUA EREDITÀ A LUNGO TERMINE PER LE FUTURE DINAMICHE DELLA VEGETAZIONE EUROPEA

Willy Tinner – willy.tinner@ips.unibe.ch

Le eredità comprendono le memorie umane ed ecologiche o il riporto dell'ecosistema, sono effetti di eventi passati che influenzano gli ecosistemi esistenti. In questa conferenza consideriamo quattro esempi di eredità che hanno ampie conseguenze per la vegetazione europea e i suoi servizi alla società. In primo luogo, discutiamo se il cambiamento climatico, in particolare i cicli interglaciali-glaciali hanno creato nicchie vuote in Europa, rendendo il continente particolarmente suscettibile alle invasioni di specie vegetali provenienti da continenti che sono floristicamente più diversi. In secondo luogo valutiamo l'ipotesi Vera, una speculazione che è stata controversa nella gestione degli ecosistemi europei. La questione che può essere verificata con approcci paleoecologici è se (a parte le steppe orientali) gli ecosistemi europei sarebbero stati naturalmente boscosi o tenuti aperti da megaherbivori come elefanti, ippopotami o ruminanti. In terzo luogo discutiamo il corso della biodiversità nelle Alpi e dintorni, in particolare le ragioni e i processi che hanno dato forma a significativi declini di biodiversità nelle foreste e ad aumenti di biodiversità nelle terre aperte durante gli ultimi 5000 anni. Infine, usiamo prove paleoecologiche e paleoclimatiche, nonché modelli dinamici basati sui processi, per affrontare la questione se l'uomo abbia cambiato le nicchie climatiche realizzate dalle specie negli ultimi 5000 anni, creando un disequilibrio con-

tinente delle distribuzioni delle specie con le condizioni climatiche attuali. Sulla base di questi quattro esempi, suggeriamo l'uso di modelli dinamici basati sui processi paleo-validati per valutare meglio le dinamiche future della vegetazione in condizioni di cambiamento globale.

Parole chiave: cambiamento climatico, cambiamento globale, eredità, vegetazione futura

Foresta mediterranea criptica *Abies alba-Quercus ilex* nella Toscana di pianura con rigenerazione di entrambe le specie (foto: Willy Tinner).



Cryptic *Abies alba-Quercus ilex* Mediterranean forest in lowland Tuscany with regeneration of both species (photo: Willy Tinner).

PREHISTORIC LAND-USE CHANGE AND ITS LONG-TERM LEGACY FOR FUTURE EUROPEAN VEGETATION DYNAMICS

Willy Tinner – willy.tinner@ips.unibe.ch

Legacies comprise human and ecological memories or carryover of the ecosystem, they are effects of past events that influence extant ecosystems. In this lecture we consider four legacy examples that have wide consequences for European vegetation and its services to the society. First, we discuss if climate change, specifically the interglacial-glacial cycles have created empty niches in Europe, making the continent particularly susceptible to invasions of plant species coming from continents that are floristically more diverse. Second we assess the Vera hypothesis, a speculation that has been controversially debated in European ecosystem management. The question that can be checked by palaeoecological approaches is, whether (apart from the eastern steppes) European ecosystems would be naturally forested or kept open by megaherbivores such as elephants, hippos or ruminants. Third we discuss the course of biodiversity in and around the Alps, specifically the reasons and processes that shaped significant biodiversity declines in forests and biodiversity increases in open lands during the past 5000 years. Finally, we use palaeoecological and palaeoclimatic evidence as well as process-based dynamic modelling to address the question, whether humans changed the realized climatic niches of species during the past 5000 years, creating a continental

disequilibrium of species distributions with current climatic conditions. On the basis of these four examples, we suggest the use of palaeo-validated process-based dynamic models to better assess future vegetation dynamics under global change conditions.

Keywords: climate change, global change, legacies, future vegetation



Willy Tinner

Professore al Centro Oeschger per la ricerca sui cambiamenti climatici e capo della paleoecologia all'Università di Berna, la sua ricerca affronta temi di paleoecologia terrestre, con particolare attenzione alla storia degli incendi e agli impatti dei cambiamenti climatici passati sulla vegetazione e sull'uso del suolo.

Professor at the Oeschger Centre for Climate Change Research and Head of Paleoeecology at the University of Bern, his research addresses topics in terrestrial paleoecology, with a focus on fire history and past climate-change impacts on vegetation and land use.

QUAL È LA DIMENSIONE MINIMA DI UNA POPOLAZIONE VITALE PER SPECIE VEGETALI RARE?

Simon Pierce – simon.pierce@unimi.it

La dimensione della popolazione è un parametro chiave nella biologia della conservazione, e il numero di individui necessari affinché una popolazione persista nel tempo è noto come “dimensione minima della popolazione vitale (MVP)”. Calcolare la dimensione MVP per le specie di piante rare può guidare la pianificazione delle azioni di conservazione e aiutare a capire se i progetti di conservazione hanno avuto successo, ma è estremamente difficile determinare quale sia effettivamente questo numero. Nelle parole di un conservazionista, “quanto è abbastanza?”. Tradizionalmente, la dimensione di MVP è stata stimata usando modelli informatici ma, come le previsioni del tempo, la variabilità ambientale nel tempo non può essere prevista con certezza. Qui, suggerisco che un approccio valido può essere quello di osservare gli effetti biologici evidenti in popolazioni di diverse dimensioni in natura. Mostro che una serie di studi sullo sforzo riproduttivo (produzione di frutta e semi) e sulla variabilità genetica per le specie di piante rare e in pericolo indicano che la diminuzione delle dimensioni della popolazione ha un effetto graduale fino a un punto critico, oltre il quale ogni ulteriore diminuzione delle dimensioni della popolazione ha un impatto drastico sulla fitness della pianta. Questi “punti di ribaltamento” o “soglie critiche” non sono esattamente la stessa cosa della dimensione MVP, ma danno un’indicazione realistica di quando le popolazioni sono a rischio particolar-

mente elevato. Di solito, questi punti di ribaltamento si verificano quando la dimensione della popolazione scende al di sotto di circa 50-500 individui (a seconda della specie). La stima dei punti di ribaltamento per ogni specie può mostrare quali popolazioni hanno la probabilità di rispondere positivamente alle azioni di conservazione.

Parole chiave: biologia della conservazione, conservazione delle specie vegetali, dimensione della popolazione, pianta rara, specie autoctone, specie endemiche

Aquilegia einseleana, una specie di prati rocciosi, nel parco regionale del Monte Barro, Italia settentrionale (foto: Simon Pierce).



Aquilegia einseleana, a rocky grassland species, at Monte Barro regional park, northern Italy (photo: Simon Pierce).

WHAT IS THE MINIMUM VIABLE POPULATION SIZE FOR RARE PLANT SPECIES?

Simon Pierce – simon.pierce@unimi.it

Population size is a key parameter in conservation biology, and the number of individuals necessary for a population to persist over time is known as the “minimum viable population (MVP) size”. Calculating the MVP size for rare plant species can guide the planning of conservation actions and help understanding of whether conservation projects have been successful, but it is extremely difficult to determine what this number actually is. In the words of one conservationist, “how much is enough?”. Traditionally, MVP size has been estimated using computer models but, like weather forecasting, environmental variability over time cannot be predicted with certainty. Here, I suggest that a valuable approach may be to observe the biological effects evident in populations of different sizes in the wild. I show that a range of studies of reproductive effort (fruit and seed production) and genetic variability for rare and endangered plant species indicate that decreasing population size has a gradual effect until a critical point, beyond which any further decline in population size has a drastic impact on plant fitness. These “tipping points” or “critical thresholds” are not exactly the same thing as MVP size, but they do give a realistic indication of when populations are at particularly high risk. Usually, these tipping points occur when population size falls below around 50 to 500 individuals (depending on the species). Estimating

tipping points for each species can show which populations are likely to respond positively to conservation actions.

Keywords: conservation biology, endemic species, native species, plant conservation, population size, rare plant



Simon Pierce

Professore all'Università di Milano, i suoi interessi di ricerca includono l'adattamento e l'evoluzione delle piante, in particolare la biologia riproduttiva, e come questa conoscenza può essere applicata per la conservazione di specie rare.

Professor at the University of Milan, his research interests include plant adaptation and evolution, in particular reproductive biology, and how this knowledge can be applied for the conservation of rare species.

DIVERSITÀ E CONSERVAZIONE DI FUNGHI, LICHENI E BRIOFITE: PASSATO, PRESENTE E PROSPETTIVE FUTURE

David Frey*, Juri Nascimbene, Silvia Stofer, Mathias Vust, Andrin Gross, Thomas Kiebacher e Lara Lucini

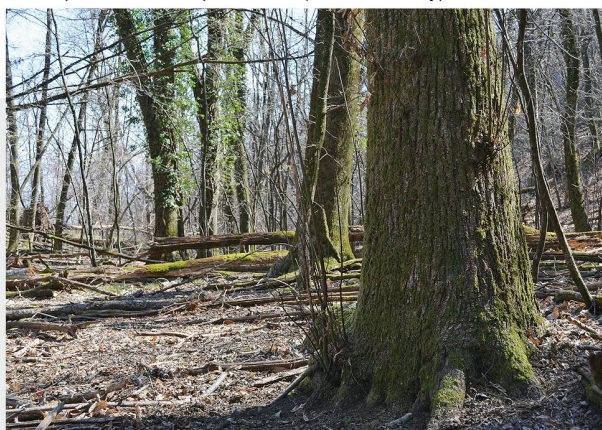
*freymdavid27@gmail.com

Le crittogame sono elementi importanti della biodiversità mondiale, svolgono funzioni chiave nell'ecosistema e sono vulnerabili al cambiamento globale. Tuttavia, spesso sono trascurate nella ricerca e nella gestione per la conservazione e l'elaborazione di Liste rosse resta impegnativa. Questo evento satellite aveva quale scopo la discussione dei progressi, delle sfide e delle possibili sinergie nella conservazione e nel monitoraggio delle crittogame. In generale, c'è una chiara evidenza che il riscaldamento globale e il cambiamento dell'uso del suolo stanno aumentando localmente i rischi di estinzione delle crittogame, a causa della perdita e del degrado dell'habitat, in particolare nelle foreste, nei prati, negli ecosistemi d'acqua dolce e negli ambienti ad alta quota. Tuttavia, la risposta delle comunità di crittogame al riscaldamento globale spesso può dipendere fortemente da fattori che agiscono su scala locale, come l'intensità dell'uso del suolo. C'è pertanto un urgente bisogno di adottare misure di conservazione specifiche per le crittogame, in particolare nei boschi gestiti e nei paesaggi agricoli tradizionali. In Svizzera, la revisione delle Liste rosse di funghi, licheni e briofite è imminente. Esse includeranno importanti miglioramenti e nuovi approcci, come un numero maggiore di specie valutate, l'inclusione della probabilità di rilevamento nelle valutazioni dello stato di conservazione e l'uso di *metabarcoding* di DNA ambientale, basato su trappole

per le spore e campioni di legno mediante carotaggio. Uno studio preliminare suggerisce che il *metabarcoding* di DNA ambientale offre un approccio semplice e conveniente per rilevare le specie comuni di funghi, mentre le specie rare sono rilevate meglio con indagini tradizionali sul campo. La formazione di esperti rimane quindi un aspetto fondamentale. Sforzi maggiori sono dunque necessari per migliorare l'insegnamento e aumentare l'offerta formativa nazionale e regionale. Le sinergie per la conservazione di funghi, licheni e briofite possono includere l'identificazione di strutture o habitat chiave, come alberi di grandi dimensioni o boschi antichi e primari, l'uso di specie ombrello carismatiche, l'uso di DNA ambientale e iniziative di comunicazione congiunte, per informare il pubblico sui benefici della conservazione delle crittogame.

Parole chiave: briofite, DNA ambientale, elaborazione Liste rosse, funghi, licheni, *Metabarcoding*, probabilità di rilevamento

Gli alberi di grandi dimensioni e il legno morto sono strutture chiave per la conservazione di funghi, licheni e briofite nei boschi e dovrebbero quindi essere protetti in modo più risoluto (foto: David Frey).



Large trees and deadwood are keystone structures for the conservation of fungi, lichens and bryophytes in forests and should therefore be preserved more resolutely (photo: David Frey).

DIVERSITY AND CONSERVATION OF FUNGI, LICHENS AND BRYOPHYTES: PAST, PRESENT AND WAY FORWARD

David Frey*, Juri Nascimbene, Silvia Stofer, Mathias Vust, Andrin Gross, Thomas Kiebacher and Lara Lucini – *freymdavid27@gmail.com

Cryptogams are important components of global biodiversity, underpin key ecosystem functions and are vulnerable to global change. However, they are still often neglected in conservation research and management, and Red List Assessment remain challenging. This satellite event aimed at discussing progress, challenges and synergies in the conservation and monitoring of cryptogams. In summary, there is clear evidence that global warming and land use change are locally increasing extinction risks of cryptogams through habitat loss and degradation, particularly in forests, grasslands, freshwater ecosystems and high elevation environments. However, the response of cryptogam communities to global warming may often strongly depend on factors that act at local scales, such as the intensity of land use. Therefore, there is an urgent need to adopt specific conservation measures for cryptogams, in particular in managed forests and in traditional agricultural landscapes. In Switzerland, revised Red Lists of fungi, lichens and bryophytes are forthcoming. They will include major improvements and novel approaches such as a higher number of species evaluated, the inclusion of detection probability in conservation status assessments, and the use of eDNA me-

tabarcoding based on spore traps and wood-core samples. A preliminary study suggests that eDNA metabarcoding offers a simple and cost-effective approach to detect common species of fungi, while rare species are still better detected by traditional field surveys. Therefore, the training of experts remains an important task, and efforts should be made to improve teaching and increase the national and regional supply of training programs. Synergies among fungi, lichen and bryophyte conservation may include the identification of keystone structures or habitats, such as large trees or old-growth forests, the use of charismatic umbrella species, the use of eDNA, and joint communication initiatives to inform the public about the benefits of cryptogam conservation.

Keywords: bryophytes, detection probability, eDNA, fungi, lichens, metabarcoding, Red List assessment

È IL CLIMA LA PRINCIPALE CAUSA DELLA DIFFUSIONE DELLE SPECIE DI LATIFOGLIE SEMPREVERDI (LAUROFILLE) NELLA SVIZZERA SUDALPINA?

Marco Conedera, Thomas Wohlgemuth, Matteo Tanadini, Alessia Prospero and Gianni Boris Pezzatti*

* boris.pezzatti@wsl.ch

Introduzione e obiettivi – La diffusione e l'insediamento di specie non indigene nelle comunità vegetali locali dipende da diversi fattori spesso legati al cambiamento globale. In questo studio discriminiamo il ruolo giocato da fattori climatici e non nel favorire la presenza di specie sempreverdi native (*Hedera helix* e *Ilex aquifolium*) e non native (*Prunus laurocerasus* e *Trachycarpus fortunei*) nelle foreste decidue della Svizzera meridionale.

Metodi – La densità (tasso di copertura) delle specie sempreverdi in oggetto è stata rilevata in 200 aree di saggio quadrate di 100 m² ognuna, distribuite su di un gradiente climatico, con la temperatura media del mese più freddo che oscilla tra -0,4 e 3,0 °C sui ripidi pendii esposti a sud e a nord delle sponde svizzere del Lago Maggiore. Per ogni area di saggio è anche stata ricostruita l'evoluzione dell'uso del suolo a partire da fotografie aeree storiche (1946, 1983, 1995). La presenza dei sempreverdi è poi stata messa in relazione con possibili variabili esplicative quali il clima, la struttura del popolamento forestale, i disturbi, l'abbondanza di semi e la geomorfologia.

Risultati – La presenza di piante madri e di semi si è rivelata il fattore esplicativo principale per la presenza sia delle specie non indigene che per *H. helix*, mentre meso-clima e struttura del popolamento forestale incidono solo in modo secondario. Al contrario, la presenza di *I. aquifolium* mostrava una correlazione significativa anche se non molto alta con la tem-

peratura del mese più freddo. I nostri risultati evidenziano fattori di invasione differenziati per specie autoctone e non autoctone con tratti biologici simili. In particolare, emergono differenze in termini di nicchia ecologica, presenza di piante madri e storia dell'uso del suolo.

Conclusioni – Le latifoglie sempreverdi invadono una nicchia ecologica scaturita principalmente dal cambiamento dell'uso del suolo piuttosto che dal riscaldamento climatico. Il ruolo del clima potrà tuttavia aumentare in una fase successiva dell'invasione, quando gli individui maturi sessualmente saranno distribuiti più uniformemente nell'area.

Parole chiave: cambiamento globale, *Hedera helix*, *Ilex aquifolium*, *Prunus laurocerasus*, *Trachycarpus fortunei*

Fitto sottobosco di palme di Fortune nella golena di Tegna (foto: Marco Conedera).



Dense undergrowth of windmill palms in the floodplain forest of Tegna (photo: Marco Conedera).

IS CLIMATE THE MAIN DRIVER OF THE SPREADING OF BROAD-LEAVED EVERGREEN SPECIES IN SOUTHERN SWITZERLAND?

Marco Conedera, Thomas Wohlgemuth, Matteo Tanadini, Alessia Prospero and Gianni Boris Pezzatti*

* boris.pezzatti@wsl.ch

Background and Aims – The spreading and establishment of non-native species into resident communities may be driven by different factors linked to global change. By analyzing the presences of native (*Hedera helix* and *Ilex aquifolium*) and non-native (*Prunus laurocerasus* and *Trachycarpus fortunei*) evergreen species in mature deciduous forests in southern Switzerland, we aim at disentangling the role of selected climate and non-climate drivers.

Methods – Covers of target evergreens were recorded in 200 quadratic plots of 100 m² on both south- and north-facing steep slopes of the Swiss shores of Lago Maggiore. The plots are distributed on a climatic gradient ranging from -0.4 to 3.0 °C in the average temperature of the coldest month. Former land use at each point was reconstructed from historical aerial photographs (1946, 1983, 1995) and species covers were used as response variables to be related to climate, stand structure, disturbances, propagule pressure and geomorphological proxies.

Results – Propagule pressure was the main driver of occurrence for both non-natives and *H. helix*, while meso-climate and stand structure played a secondary role. In contrast, the

presence of the native *I. aquifolium* was correlated with the temperature of the coldest month, though with a low impact on cover. Our results highlight diverging drivers of invasion for native and non-native species with similar life history traits. In particular, differences emerge in terms of ecological niche, propagule pressure and former land use.

Conclusions – Evergreens invade an empty ecological niche, mainly issued by land-use change rather than climate warming. The relative contribution of climate may, however, increase at a later invasion stage, when seed-bearing adult individuals become evenly distributed in the area.

Key words: global change, propagule pressure, *Hedera helix*, *Ilex aquifolium*, *Prunus laurocerasus*, *Trachycarpus fortunei*

PATTERNS SESSUALI E GENETICI DELLA PALMA INVASIVA *TRACHYCARPUS FORTUNEI* (ARECACEAE) NEL SUD DELLA SVIZZERA E NEL NORD ITALIA

Antoine Jousson*, Fred Stauffer, Camille Christe, Brigitte Marazzi e Yamama Naciri – *a.jousson@hotmail.com

Introduzione e obiettivi – *Trachycarpus fortunei* (Arecaceae: Coryphoideae) è una palma asiatica diventata invasiva nella Svizzera meridionale e nell'Italia settentrionale. È caratterizzata da un'espressione sessuale instabile e complessa, da dioica a poligama. Inoltre, la conoscenza della sua genetica è piuttosto scarsa. Abbiamo cercato di capire i meccanismi strutturali fiorali, caratterizzare la diversità genetica, chiarire la strategia di espressione sessuale e identificare i fattori che potrebbero accentuarne l'invasività.

Metodi – Sono stati studiati diversi stadi di sviluppo degli organi fiorali e dei frutti, alla ricerca di patterns che spieghino la differenziazione sessuale. Gli organi sono stati sezionati trasversalmente e colorati. La diversità genetica è stata analizzata utilizzando otto microsatelliti e 31'000 marcatori SNP. Le analisi genetiche sono state effettuate su 200 individui campionati da 21 popolazioni in Ticino (Svizzera), Lombardia e Piemonte (Italia). La determinazione genetica del sesso è stata esplorata utilizzando analisi GWAS alla ricerca di correlazioni tra marcatori SNP e tratti sessuali.

Risultati – Sono stati osservati aspetti morfo-anatomici di fiori e frutti che potrebbero promuovere la dispersione, come i nettari settali ben differenziati per l'impollinazione incrociata. La differenziazione sessuale avviene tardi nello sviluppo fiorale. La diversità genetica, trovata sia per gli SNP, sia per i microsatelliti, sembra essere legata al processo di espansione

geografica, con assenza di struttura genetica e con indizi di collo di bottiglia ai confini del fronte di dispersione. Alleli sessuali simili e diversi con regioni strettamente collegate risultano corrispondere alla determinazione del genere negli individui, rispettivamente, femminili e maschili, indicando che *T. fortunei* è una specie poligama-ginodioica.

Conclusioni – Questo studio ha permesso di comprendere meglio la dispersione di *T. fortunei* al sud delle Alpi. La sua espressione sessuale instabile può aver giocato un ruolo nel promuovere la sua capacità di dispersione, in quanto gli individui bisessuali contribuiscono ad una maggiore produzione di semi quando invecchiano e/o a seconda delle condizioni ambientali. I risultati di questo studio permettono di esplorare e considerare nuove strategie per la gestione di questa specie.

Parole chiave: determinazione del sesso, dispersione, fiori, microsatelliti, neofita, palma, SNP

La palma sulla sinistra è femminile (infiorescenze erette di colore verde). La palma sulla destra è maschile (infiorescenze ricadenti di colore giallo). Tuttavia, si osservano spesso dei cambiamenti nell'espressione del genere (foto: Fred Stauffer).



The left palm is female (erect green inflorescences). The palm on the right is male (bent yellow inflorescences). However, changes in gender expression are often observed (photo: Fred Stauffer).

SEXUAL AND GENETIC PATTERNS OF THE INVASIVE PALM *TRACHYCARPUS FORTUNEI* (ARECACEAE) IN SOUTHERN SWITZERLAND AND NORTHERN ITALY

Antoine Jousson*, Fred Stauffer, Camille Christe, Brigitte Marazzi and Yamama Naciri – *a.jousson@hotmail.com

Background and Aims – *Trachycarpus fortunei* (Arecaceae: Coryphoideae) is an Asian palm that has become an invasive alien plant in southern Switzerland and northern Italy. It is characterized by an unstable and complex sexual expression, ranging from dioecy to polygamy. In addition, the knowledge about its genetics is very scant. We aimed at understanding the floral structural mechanisms, characterizing its genetic diversity, clarifying the sexual expression strategy, and identifying patterns that could promote its invasiveness.

Methods – Different developmental stages of floral organs and fruits were studied, looking for patterns explaining sexual differentiation. Organs were cross-sectioned and stained. Genetic diversity was analyzed using eight microsatellites and 31'000 SNP markers. Genetic analyses were carried out for 200 individuals sampled from 21 populations in Ticino (Switzerland), Lombardy and Piedmont (Italy). The genetic sex determination was explored using GWAS analyses searching for correlation between SNP markers and sex traits.

Results – Morpho-anatomical aspects of flowers and fruits that could promote dispersal were observed, such as well-differentiated septal nectaries for cross-pollination. Sexual

differentiation appears late in floral development. Genetic diversity found for both SNPs and microsatellites appears to be related to the colonization process, with lack of genetic structure and bottleneck signatures occurring at the colonization front. Similar and different sex alleles with closely linked regions were found to match with gender determination in female and male individuals, respectively, indicating that *T. fortunei* is a polygamous species with a tendency to gynodioecy.

Conclusions – This study allowed a better understanding of the dispersion of *T. fortunei* in southern Switzerland and northern Italy. Its unstable sexual expression may have played a role in promoting its colonization ability, as bisexual individuals contribute to an increased seed production with ageing and/or depending on environmental conditions. Results of this study could allow exploration of new management strategies of this species.

Keywords: dispersal, flowers, microsatellites, neophyte, palm, sex determination, SNP

MONITORAGGIO AUTOMATICO D'IMPOLLINATORI SU CITOTIPI SIMPATRICI DI *SENECIO DORONICUM*

Luca Pegoraro*, Ellen C Baker, Manica Balant, Sarah Barlow, Ilia J Leitch, Andrew R Leitch, Luis Palazzesi, Robyn Powell, Oriane Hidalgo e Jaume Pellicer – * l.pegoraro@keu.org

Introduzione e obiettivi – Le Alpi del Sud sono rifugio di molte specie alpine (hotspot di biodiversità), e l'evoluzione ha prodotto qui comunità uniche. Popolazioni simpatriche con citotipi multipli (varianti cromosomiche della stessa specie) sono esperimenti naturali che possono chiarire tali processi, tuttavia sono scarsamente studiate dal punto di vista delle interazioni biologiche, inclusa l'impollinazione.

Metodi – Abbiamo studiato *Senecio doronicum* (diffuso sulle Alpi) nel Sud-Ovest della Francia: per ~500 individui abbiamo raccolto dati sulla ploidia, morfometria, e visite di impollinatori. Abbiamo utilizzato un sistema di monitoraggio automatico (Rana) basato su computer vision per individuare visitatori su piante focali tramite video in tempo reale e sopprimendo disturbi (es: ombre, movimento dal vento), raccogliendo dati più efficientemente rispetto ad osservazioni manuali.

Risultati – Abbiamo riscontrato fenologie divergenti: gli ottoploidi ($2n = 8x = 80$) fiorirono prima dei tetraploidi ($2n = 4x = 40$). Inoltre, gli ottoploidi erano più alti ed avevano capolini più grandi con più fiori, mentre i tetraploidi avevano più capolini, ma più piccoli e con meno fiori. I citotipi esibivano anche differenze di micro-nicchia: gli ottoploidi occupavano un'area maggiore con comunità dense, mentre i tetraploidi occupavano habitat marginali con vegetazione sparsa. L'uso di monitoraggio automatico degli impollinatori ha fornito un livello di

dettaglio senza precedenti sulle comunità d'impollinatori, ed ha evidenziato differenziazione in *S. doronicum*, specie generalista ritenuta avere scarsa specificità d'impollinazione. I visitatori principali erano insetti con parti boccali corte (es: mosche, coleotteri), specialmente sirfidi. Gli ottoploidi ricevettero meno visite e una minore proporzione di visite d'alimentazione rispetto ai tetraploidi, con la maggioranza delle visite effettuate da *Syrphus* per gli ottoploidi ed *Eristalis* dai tetraploidi.

Conclusioni – I citotipi erano morfologicamente diversificati, con simile variabilità, e le loro comunità di impollinatori distinte. Questo è il primo ampio monitoraggio di citotipi simpatrici ad alta quota, ed è probabile che ulteriori studi nelle Alpi del Sud evidenzino nuove interazioni pianta-impollinatore, migliorando le conoscenze e conservazione delle comunità in queste regioni.

Keywords: citotipi simpatrici, ecologia dell'impollinazione, morfometria florale, poliploidia



Il sistema di monitoraggio automatico impollinatori Rana in azione mentre osserva un capolino di *S. doronicum* nella popolazioni con citotipi multipli di Tête Grosse (SO Francia) (foto: Luca Pegoraro).

AUTOMATED POLLINATORS MONITORING ON SYMPATRIC CYTOTYPES OF *SENECIO DORONICUM*

Luca Pegoraro*, Ellen C Baker, Manica Balant, Sarah Barlow, Ilia J Leitch, Andrew R Leitch, Luis Palazzesi, Robyn Powell, Oriane Hidalgo and Jaume Pellicer – * l.pegoraro@keu.org

Background and Aims – The Southern Alps harbour most of the Alps' flora and glacial refugia (i.e. biodiversity hotspots), and evolution produced unique species and interactions in these regions. Sympatric mixed-cytotype (i.e. chromosomal variants of the same species) populations are natural experiments that can uncover these evolutionary processes, however they are poorly studied from the biological interactions point of view, including pollination.

Methods – We studied *Senecio doronicum* (found throughout the Alps) in SW France: for ~500 individuals we gathered data on ploidy level, morphometrics, and pollinator visits. We deployed an automated monitoring system (Rana) that uses computer vision to individuate insects visiting a focal plant in real-time video, while suppressing noise (e.g. shadows, wind movement), allowing to collect data more efficiently than manual observations.

Results – We found divergent flowering times between cytotypes, with octoploids ($2n = 8x = 80$) flowering earlier than tetraploids ($2n = 4x = 40$). Also, octoploids were taller and had larger capitula with more florets, while tetraploids had more numerous, but smaller capitula with fewer florets. Like-

wise, cytotypes exhibited micro-niche differences: octoploids occupied a larger niche and grew in denser communities, while tetraploids occupied marginal habitats with sparse vegetation. The use of automated pollinator monitoring provided unprecedented detail into pollinator communities visiting sympatric cytotypes, and evidenced differentiation within *S. doronicum*, a generalist species thought to have little pollinator specificity. The main visitors were short-tongued insects (e.g. flies and bees), mostly hoverflies. Octoploids received less visits and a lower proportion of feeding visits than tetraploids, with most of the feeding visits to octoploids made by *Syrphus*, and to tetraploids by *Eristalis*.

Conclusions – Cytotypes were morphologically differentiated and exhibited similar extents of variation, however their pollinators pools were distinct. This is the first extensive monitoring of high-elevation sympatric cytotypes, and further studies in the Southern Alps are likely to highlight novel plant-pollinator interactions, enhancing the understanding and conservation of these regions' unique plant and insect species.

Keywords: floral morphometrics, pollination ecology, polyploidy, sympatric cytotypes

MODELLIZZAZIONE DELLE DINAMICHE DI DISTRIBUZIONE DEI LICHENI TERRICOLI DEL GENERE *PELTIGERA* SULLE ALPI IN UNO SCENARIO DI CAMBIAMENTO CLIMATICO

Chiara Vallese*, Juri Nascimbene, Paolo Giordani, Renato Benesperi e Gabriele Casazza – * chiara.vallese2@unibo.it

Introduzione e obiettivi – Recenti previsioni mostrano che il cambiamento climatico avrà un forte impatto sulla biodiversità negli ecosistemi alpini ed è sempre maggiore l'uso di modelli di distribuzione delle specie per fornire informazioni preventive ai fini di guidare gli sforzi conservazionistici.

Metodi – I modelli di distribuzione sono stati qui costruiti usando 4 variabili bioclimatiche scaricate dal sito web di CHELSA e 15 dati di occorrenza di specie appartenenti al genere *Peltigera* Willd., un gruppo di licheni terricoli ampiamente diffuso sulle Alpi. I modelli sono poi stati applicati a condizioni future in base a due percorsi di concentrazione rappresentativi che raffigurano due possibili scenari di cambiamento futuri, uno moderato (RCP4.5) e uno estremo (RCP 8.5). Abbiamo infine 1) quantificato le dinamiche di perdita, acquisto, cambiamento e ricambio di range causate dal cambiamento climatico e poi 2) stimato le relazioni tra i predittori di dinamiche di range e i tratti funzionali delle specie appartenenti al genere *Peltigera*.

Risultati – I nostri risultati indicano dinamiche di range moderate che potrebbero riflettere la persistenza locale di questo gruppo di licheni a condizioni climatiche non ottimali. I risultati suggeriscono inoltre che le dinamiche potrebbero essere associate a tratti funzionali maggiormente relazionati a strategie di utilizzo dell'acqua e ad un trade-off tra dispersione e

stabilizzazione. Queste conclusioni suggeriscono che i tratti funzionali possono determinare fortemente la risposta al cambiamento climatico da parte dei licheni e che specie con tratti funzionali simili sono inclini a pressioni selettive simili.

Conclusioni – Il nostro lavoro dimostra che l'unione di modelli di distribuzione di specie ad analisi basate sui tratti funzionali fornisce uno spunto promettente per comprendere meglio i meccanismi che determinano la risposta di questi organismi ai cambiamenti climatici

Parole chiave: dispersione sessuata, dispersione vegetativa, modelli di distribuzione delle specie (SDM), tratti funzionali, water-use strategies

Immagini raffiguranti 4 diverse specie appartenenti al genere *Peltigera* Willd. In senso orario: *P. horizontalis* (Huds.) Baumg., *P. extenuata* (Vain.) Lojka, *P. praetextata* (Sommerf.) Zopf. e *P. venosa* (L.) Hoffm (foto: Gabriele Gheza e Chiara Vallese).



Set of pictures representing 4 different species of the genus *Peltigera* Willd. (clockwise): *P. horizontalis* (Huds.) Baumg., *P. extenuata* (Vain.) Lojka, *P. praetextata* (Sommerf.) Zopf. and *P. venosa* (L.) Hoffm (photos: Gabriele Gheza and Chiara Vallese).

MODELLING RANGE DYNAMICS OF TERRICOLOUS LICHENS OF THE GENUS *PELTIGERA* IN THE ALPS UNDER A CLIMATE CHANGE SCENARIO

Chiara Vallese*, Juri Nascimbene, Paolo Giordani, Renato Benesperi and Gabriele Casazza
* chiara.vallese2@unibo.it

Background and Aims – Climate change is expected to strongly impact biodiversity in Alpine ecosystems and species distribution modeling is increasingly used to provide anticipatory information to guide conservation.

Methods – Species distribution models were constructed using four selected climatic variables from CHELSA website, and species occurrence data of 15 species belonging to the genus *Peltigera* Willd., a group of terricolous lichens widespread across the Alps. The models were then applied to future conditions according to two representative concentration pathways, representing moderate (RCP4.5) and extreme (RCP8.5) possible future emission scenario. Finally, 1) we quantified the range loss, range gain, range change and range turnover caused by climate change, and then 2) we evaluated the relationships between the predictors of range dynamics and functional traits of the species belonging to the genus *Peltigera*.

Results – Our results indicate moderate range dynamics for species of the genus *Peltigera* across the Alps under a climate change scenario. This would imply a relative stability and

resistance of these lichens to climate change that may reflect the local persistence of the species under sub-optimal conditions. Our results also suggest that range dynamics could be associated with functional traits mainly related to water-use strategies and to a trade-off between dispersal and establishment ability. This finding suggests that functional traits may strongly modulate the lichen response to climate change and that species with similar functional traits are prone to similar selective pressures.

Conclusions – This work demonstrates that coupling species distribution modeling with trait-based analysis provided a promising hint to better understand the mechanisms that determine the response of these organisms to climate change.

Keywords: asexual dispersal, functional traits, sexual dispersal, species distribution modeling, water-use strategies

LIMITAZIONI ALL'EVOLUZIONE FENOTIPICA ALL'INTERNO E TRA SPECIE DI *SAXIFRAGA* LUNGO UN GRADIENTE ALTITUDINALE

Seraina E. Rodewald* e Jurriaan M. de Vos – *seraina.rodewald@unibas.ch

Introduzione e obiettivi – È noto che piante a diverse altitudini manifestano fenotipi radicalmente differenti. Tuttavia la variabilità intraspecifica non necessariamente riflette la variabilità tra specie. Nella letteratura, queste scale gerarchiche sono spesso confuse e causa d'ambiguità, per esempio considerando se strutture di covarianza possano restringere l'evoluzione a "linee di minor resistenza". Il nostro obiettivo è chiarire se la diversificazione tra specie all'interno dei generi riflette la variabilità fenotipica lungo un gradiente altitudinale.

Metodi – Studiamo *Saxifraga*, un genere di piante di montagna che colonizza un ampio intervallo altitudinale (da 200 fino a 4200 m in Svizzera), e confrontiamo le risposte intra- ed interspecifiche all'altitudine. Abbiamo misurato 16 tratti morfologici da 264 campioni d'erbario georeferenziati che rappresentano 9 specie. Utilizziamo metodi comparativi uni- e multivariati per determinare quali variabili ambientali (estratte da CHELSA) spiegano meglio la variabilità fenotipica in generale, e se queste relazioni rimangono invariate all'interno e tra specie.

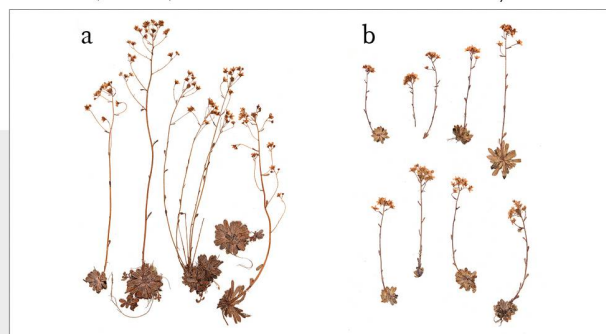
Risultati – La risposta intraspecifica alle variabili ambientali è congruente ma molto più forte di quella intraspecifica, ed i tratti legati ad architettura e risorse mostrano un segnale più forte di tratti fiorali. Il massimo ordine di ramificazione dell'infiorescenza è il tratto più fortemente correlato a variabili ambientali, seguito da lunghezza delle foglie della rosetta e dall'altezza dell'infiorescenza. Tra le variabili ambientali, la

durata e temperatura della stagione di crescita sono i migliori predittori della variabilità morfologica.

Conclusioni – La variabilità intraspecifica è piuttosto limitata, in quanto l'architettura e l'ordine di ramificazione sono perlopiù fissi e limitano l'ampiezza altitudinale delle specie. Adattamento ed evoluzione di specie lungo gradienti altitudinali spesso significa cambiare le regole d'architettura dell'infiorescenza, più che occupare la porzione più alta o più bassa dello spettro di variabilità intraspecifica. La limitazione principale per specie di bassa quota con grandi infiorescenze con molti rami potrebbe essere la breve stagione di crescita alle quote più elevate, suggerendo che il tempo limitato per sviluppare infiorescenze altamente ramificate costituisce un adattamento critico per le piante alpine.

Parole chiave: durata stagione di crescita, infiorescenza, plasticità fenotipica, variabilità intraspecifica, variabilità interspecifica

Campione d'erbario di *Saxifraga paniculata* Mill. raccolta a (a) 1800 m s.l.m. e (b) 2400 m s.l.m. (foto: Herbaria Basel, Basel Botanical Society Herbarium; BASBG; Creative Commons License CC-BY 4.0).



Herbarium specimens of *Saxifraga paniculata* Mill. collected at (a) 1800 m a.s.l. and (b) 2400 m a.s.l. (photos: Herbaria Basel, Basel Botanical Society Herbarium; BASBG; Creative Commons License CC-BY 4.0).

LIMITS TO PHENOTYPIC EVOLUTION ALONG ELEVATIONAL GRADIENTS WITHIN AND AMONG *SAXIFRAGA* SPECIES

Seraina E. Rodewald* and Jurriaan M. de Vos
*seraina.rodewald@unibas.ch

Background and Aims – It is well established that plants display radically different phenotypes at different elevational belts, as a response to changing environmental conditions. Yet patterns of variation within species do not necessarily reflect those among species. In the literature, these hierarchical scales are often conflated, leading to confusion, for instance regarding whether covariance structure may restrain evolution to «lines of least resistance». We aim to understand whether among species diversification within genera along elevational gradients mirrors within species phenotypic variation.

Methods – Here, we compare within and among species responses to elevation and associated environmental variables in a genus of mountain plants that spans a remarkably wide elevational range (from 200 to 4200 m in Switzerland), *Saxifraga*. We measured 16 morphological traits from 264 georeferenced herbarium specimens representing 9 species. We use uni- and multivariate comparative methods to determine which environmental variables (extracted from CHELSA) best explain overall phenotypic variation, and whether these relations are the same within- and among species.

Results – Among-species response to environmental variables is congruent with, but much stronger than within-

species, with architecture and resource-related traits showing a stronger signal than floral traits. Maximum branching order within inflorescences correlates best with environmental variables, followed by rosette leaf length and inflorescence height. The environmental variables length and temperature of the growing season best predict morphological variation.

Conclusions – Within-species variation is rather limited, as the underlying architecture and branching pattern are largely fixed, limiting species' elevational breadth. Adaptation and evolution of species along elevational gradients mostly means changing the rules of inflorescence architecture, rather than occupying the higher or lower end of the within-species morphological gradients. The primary limitation of low-elevation species with large, highly branching inflorescences might be short growing seasons at high elevation, suggesting that limited time to develop highly branched inflorescences constitutes a critical adaptation of alpine plants.

Keywords: among-species variation, growing season length, inflorescence, phenotypic plasticity, within-species variation

LIVING ON THE EDGE. UN APPROCCIO MULTIDISCIPLINARE PER COMPRENDERE LA BIOLOGIA E L'ECOLOGIA DELLA PIANTA ALPINA MINACCIATA *ANDROSACE BREVIS* (PRIMULACEAE)

Marco Bonelli*, Elena Eustacchio, Alessio Minici, Erica Dinatale, Andrea Melotto, Federico Mangili, Mauro Gobbi, Mario Beretta, Emanuele Gatti, Elisabetta Onelli, Luca Gianfranceschi, Morena Casartelli e Marco Caccianiga

* marco.bonelli@unimi.it

Introduzione e obiettivi – Gli ecosistemi di alta quota sono fortemente influenzati da cambiamenti climatici che impattano sulla biodiversità a più livelli, dalla diversità genetica delle popolazioni alla rete di interazioni ecologiche. Per affrontare interrogativi biogeografici e investigare le interazioni biotiche in ecosistemi montani minacciati dai cambiamenti climatici si propone come specie modello *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces., pianta stenoendemica delle Alpi meridionali, che cresce sopra i 2000 m in un areale molto limitato, con popolazioni separate tra loro e di piccole dimensioni. Il riscaldamento climatico potrebbe rappresentare una seria minaccia per questa specie, dal momento che uno spostamento dell'areale a quote superiori è pressoché impossibile. La specie inoltre fiorisce molto presto, in un momento critico per le interazioni piante-impollinatori.

Metodi – Si sono investigate la distribuzione geografica, le strategie riproduttive e la variabilità genetica di *A. brevis* mediante marcatori nSSR. Inoltre, si è studiato il ruolo degli artropodi come impollinatori tramite esperimenti di esclusione, identificazione delle specie visitatrici dei fiori, analisi del loro comportamento tramite videoriprese ed analisi palinologiche. Infine, si è valutata la presenza di un eventuale batterio simbionte endofita tramite tecniche molecolari.

Risultati – Si è chiarita la biologia riproduttiva della specie, l'entità di allogamia, autogamia e riproduzione vegetativa, la struttura genetica delle popolazioni, il ruolo degli artropodi visitatori dei fiori. Si è inoltre identificato un possibile batterio simbionte: un'analisi preliminare ha rivelato la presenza di domini funzionali proteici presumibilmente coinvolti in una relazione simbiotica con la pianta.

Conclusioni – I dati presentati offrono nuove informazioni sulla biologia di *A. brevis* e sulla biogeografia dell'area sudalpina, contribuendo inoltre a ridurre l'attuale scarsità di conoscenze sulle interazioni ecologiche in alta quota, aspetto chiave per la conservazione della biodiversità alpina. Tali dati possono essere utili per predizioni su scenari futuri di sopravvivenza delle specie alpine in un contesto di riscaldamento climatico.

Parole chiave: biogeografia, biologia dell'impollinazione, ecosistemi montani, endemismo, impollinatori, interazioni biotiche

Androsace brevis (Hegetschw.) Ces. (Primulaceae; foto: Marco Bonelli).



Androsace brevis (Hegetschw.) Ces. (Primulaceae; photo: Marco Bonelli).

LIVING ON THE EDGE. UNRAVEL- LING BIOLOGY AND ECOLOGY OF THE ENDANGERED ENDEMIC ALPINE PLANT *ANDROSACE BRE- VIS* (PRIMULACEAE) BY A MULTI- DISCIPLINARY APPROACH

Marco Bonelli*, Elena Eustacchio, Alessio Minici, Erica Dinatale, Andrea Melotto, Federico Mangili, Mauro Gobbi, Mario Beretta, Emanuele Gatti, Elisabetta Onelli, Luca Gianfranceschi, Morena Casartelli and Marco Caccianiga – * marco.bonelli@unimi.it

Background and Aims – High-mountain ecosystems are strongly influenced by climate change, affecting biodiversity at all levels, from genetic diversity of populations to changes in the web of interactions. We propose *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces. as a model species to address biogeographic issues and investigate biotic interactions in high-mountain ecosystems threatened by climate change. *Androsace brevis* is a Southern Alpine narrow endemic plant growing above 2000 m showing a very restricted distribution, with scattered populations of limited size. Climate warming could represent a serious threat for this species, since an upward range shift is almost impossible. Moreover, it flowers very early, in a critical moment for plant-pollinator interactions.

Methods – We investigated the geographic distribution, the reproductive strategies, and the genetic variability of *A. brevis* through nSSR markers. Moreover, we studied the role of arthropods as pollinators by exclusion experiments, identi-

fication of flower-visiting species, analysis of their behavior through video recording, and palynological analyses. Finally, we evaluated the presence of a possibly endophytic symbiotic bacterium by molecular techniques.

Results – We clarified the reproductive biology of *A. brevis*, the extent of allogamy, autogamy and vegetative reproduction, the genetic structure of populations, the roles of flower-visiting arthropods. We also identified a possible symbiotic bacterium: preliminary sequence analysis revealed protein functional domains likely involved in the symbiotic relationship with the plant.

Conclusions – Our data offer new insights into the biology of *A. brevis* and the biogeography of the Southern Alpine area, and help to reduce the current lack of knowledge about high-altitude ecological interactions, a key aspect for the conservation of Alpine biodiversity. Our data could help to make prediction about future scenarios for the survival of Alpine species under a warming climate.

Keywords: anthecology, biogeography, biotic interactions, endemism, mountain ecosystems, pollinators

ANTICHI ECOTIPI DI *SECALE CEREALE* E *FAGOPYRUM ESCULENTUM* IN VALTELLINA (ALPI CENTRALI): CARATTERIZZAZIONE MEDIANTE TRATTI MORFOLOGICI, GENETICI E NUTRACEUTICI

Rodolfo Gentili*, Elisa Cardarelli, Giuseppe Pezzotti, Davide D'Apollo, Fausto Gusmeroli, Giampaolo Della Marianna, Roberta M. Ceriani, Jessica Bellingardi, Giancarla Maestroni, Jonatan Fendoni, Riccardo Finotti, Andrea Fanchi, Jolanta K. Wilkosz, Marco De Filippi, Elio Moretti, Paolo Pedroli, Patrizio Mazzucchelli e Sandra Citterio – *rodolfo.gentili@unimib.it

Introduzione e obiettivi – La coltivazione del grano saraceno (*Fagopyrum esculentum*) e della segale (*Secale cereale*) in Valtellina (Alpi centrali) è documentata sin dai tempi storici. Il germoplasma è stato oggetto di selezione dai singoli agricoltori portando alla formazione di ecotipi locali adattati alle diverse condizioni agroambientali. Alcuni ecotipi tramandati a livello familiare coesistono ancora, insieme a varietà commerciali introdotte nel XX secolo. Questo progetto, finanziato attraverso il PSR 2014-2020 di Regione Lombardia (ConserVa), mira a riconoscere e conservare, *in situ* ed *ex-situ*, gli ecotipi locali di grano saraceno e segale in Valtellina, in relazione alle varietà commerciali.

Metodi – Per entrambe le specie (segale: 14 accessioni; grano saraceno: 22 accessioni) sono state effettuate: caratterizzazione morfologica e colorimetrica dei semi, analisi nutraceutica tramite biochimica e spettroscopia Raman, ed analisi genetica con marcatori microsatelliti.

Risultati – I risultati preliminari hanno evidenziato una differenziazione nelle dimensioni e nel colore dei semi di alcuni ecotipi locali rispetto alle varietà commerciali. Le analisi nutraceutiche e genetiche delle popolazioni sono ancora in corso.

Conclusione – Un'esauritiva caratterizzazione bioecologica delle due specie potrà ricreare una filiera locale per sostenere l'economia montana della Valtellina. Gli ecotipi adatti potranno essere selezionati e conservati per rispondere alle condizioni climatiche estreme previste entro la fine del secolo.

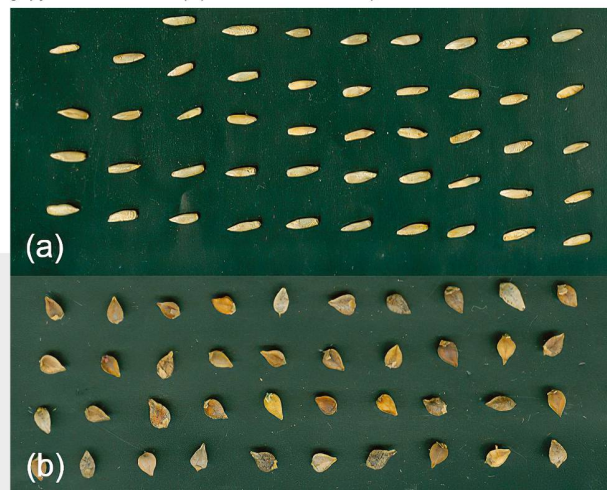
Parole chiave: agrobiodiversità, qualità alimentare, RGB, spettroscopia Raman, tracciabilità alimentare

ANCIENT ECOTYPES OF *SECALE CEREALE* AND *FAGOPYRUM ESCULENTUM* IN VALTELLINA (CENTRAL ALPS): CHARACTERIZATION BY MORPHOLOGICAL, GENETIC AND NUTRACEUTIC TRAITS

Rodolfo Gentili*, Elisa Cardarelli, Giuseppe Pezzotti, Davide D'Apollo, Fausto Gusmeroli, Giampaolo Della Marianna, Roberta M. Ceriani, Jessica Bellingardi, Giancarla Maestroni, Jonatan Fendoni, Riccardo Finotti, Andrea Fanchi, Jolanta K. Wilkosz, Marco De Filippi, Elio Moretti, Paolo Pedroli, Patrizio Mazzucchelli and Sandra Citterio
*rodolfo.gentili@unimib.it

Background and Aims – The cultivation of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) and rye (*Secale cereale*) has been documented since ancient times in Valtellina (Central Alps). Historically, the germplasm has been subjected to human selection at the farm level and has led to the formation of ecotypes adapted to local agro-environmental conditions. Nowadays, some ecotypes handed down by small-scale farmers' families are deemed to still survive among commercial varieties introduced during the XX century. This project, funded through PSR 2014-2020 of Regione Lombardia (ConserVa), aimed at recognizing and conserving, *in-situ* and *ex-situ*, local ecotypes of common buckwheat and rye in Valtellina, in relation to commercial varieties.

Semi di ecotipi di (a) segale (*Secale cereale*) e (b) grano saraceno (*Fagopyrum esculentum*) (foto: Elisa Cardarelli).



Seeds of (a) rye (*Secale cereale*) and (b) buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) (photo: Elisa Cardarelli).

Methods – Morphologic and colorimetric characterization of seeds, nutraceutical analysis by biochemistry and Raman spectroscopy, and population genetic analysis by microsatellite markers were performed for rye (14 accessions) and common buckwheat (22 accessions).

Results – Preliminary results of morphologic analyses highlighted a differentiation in seed size and color of some ecotypes from the commercial varieties. Nutraceutical and population genetic analyses are in progress.

Conclusions – The characterization of the two species may recreate a short local supply chain to support the mountain economy of Valtellina. Suitable ecotypes may be selected and conserved to respond to extreme climatic conditions foreseen within the end of century.

Keywords: agrobiodiversity, food quality, RGB, Raman spectroscopy, food traceability

UN RIESAME NAZIONALE RIVELA MIGLIAIA DI ESTINZIONI LOCALI TRA 713 SPECIE DI PIANTE RARE E MINACCIATE

Anne Kempel*, Christophe N. Bornand, Andreas Gygax, Philippe Juillerat, Michael Jutzi, Lionel Sager, Beat Bäumler, Stefan Eggenberg e Markus Fischer – *anne.kempel@ips.unibe.ch

Introduzione e obiettivi – Nonostante la crescente consapevolezza circa la perdita di biodiversità globale, per molte specie non disponiamo di dati quantitativi relativi alle estinzioni locali. Questo è particolarmente vero per le specie rare, per le quali le stime delle tendenze sono tipicamente eseguite sulla base del giudizio di esperti e non di dati. Il riesame di popolazioni precedentemente visitate permette una stima dei tassi di estinzione locale e l'identificazione delle caratteristiche delle specie e degli habitat ad alto rischio di estinzione locale.

Metodi – Tra il 2010 e il 2016, in un progetto di riesame nazionale, 420 botanici volontari hanno rivisitato 8'024 popolazioni delle 713 specie di piante più rare e minacciate della Svizzera rilevate tra il 1960 e il 2001. Questo grande lavoro di rivisitazione ha permesso una stima quantitativa delle tendenze per un cospicuo numero di specie in un'ampia gamma di habitat in tutto il Paese.

Risultati – Delle 8'024 popolazioni rivisitate, 5'859 (73%) sono state confermate, mentre 2'165 (27%) si sono estinte localmente. Le estinzioni locali hanno raggiunto il 40% nelle specie in pericolo d'estinzione. La più alta proporzione di estinzioni locali tocca le specie occupanti habitat ruderali o acquatici, rispecchiando le tendenze europee nello stato di minaccia degli habitat.

Conclusioni – I nostri risultati provano rapide e diffuse estin-

zioni locali suggerendo che le attuali misure di conservazione sono insufficienti. Nonostante i grandi sforzi per proteggere gli habitat delle specie minacciate, le estinzioni locali preavvisano e precedono le estinzioni globali. La continua perdita di popolazioni suggerisce che perderemo la diversità delle specie a meno di non intensificare le misure di conservazione, specialmente nei paesaggi antropogenici. In futuro dovremo sviluppare un approccio paesaggistico globale, che coinvolga la creazione di infrastrutture ecologiche e la traslocazione e la migrazione assistita di specie minacciate in habitat adatti. Lo studio è disponibile sulla rivista «Conservation Letters» (DOI: 10.1111/conl.12749).

Parole chiave: categorie di minaccia IUCN, monitoraggio, piante minacciate, rarità, rischio di estinzione, tendenze delle specie, scienza cittadina

Adonis aestivalis. L'Adonide estiva è una pianta segetale annuale appartenente alla famiglia delle Ranunculaceae, minacciata in Svizzera e gravemente influenzata dall'agricoltura intensiva e dall'uso di erbicidi come molte altre specie ruderali (foto: Andreas Gygax).



Adonis aestivalis. The summer pheasant's eye is a crop companion annual from the buttercup family. Like many ruderal species, it is being seriously affected by intensive farming and the use of herbicides. In Switzerland, it is classified as vulnerable (photo: Andreas Gygax).

NATIONWIDE REVISITATION REVEALS THOUSANDS OF LOCAL EXTINCTIONS ACROSS THE RANGES OF 713 THREATENED AND RARE PLANT SPECIES

Anne Kempel*, Christophe N. Bornand, Andreas Gygax, Philippe Juillerat, Michael Jutzi, Lionel Sager, Beat Bäumler, Stefan Eggenberg and Markus Fischer
*anne.kempel@ips.unibe.ch

Background and Aims – Despite increasing awareness of global biodiversity loss, we lack quantitative data on local extinctions for many species. This is especially true for rare species, for which estimates of trends are typically assessed on the basis of expert judgement rather than data. Revisiting previously assessed populations enables estimation of local extinction rates and the identification of species characteristics and habitats with high local extinction risk.

Methods – Between 2010–2016, in a nationwide revisitation study, 420 volunteer botanists revisited 8024 populations of the 713 rarest and most threatened plant species in Switzerland recorded between 1960–2001. This large re-visitation project enabled a quantitative estimate of species trends for a large number of species in a large number of habitats throughout a whole county.

Results – Of the revisited 8024 populations, 5859 (73%) were confirmed, whereas 2165 (27%) had gone locally extinct. Among critically endangered species, the local extinctions increased to 40%. Species from ruderal and freshwater habi-

tat types showed the highest proportion of local extinctions, which mirrors European trends in the threat status of habitats.

Conclusions – Our results provide compelling evidence for rapid and widespread local extinctions and suggest that current conservation measures are insufficient. Despite large efforts to protect habitats of threatened species, local extinctions precede and provide early warnings for global extinctions. The ongoing loss of populations suggest that we will lose species diversity unless we scale up species-targeted conservation and restoration measures, especially in anthropogenic landscapes. Going forward we need to develop a comprehensive landscape approach, involving the creation of ecological infrastructure and translocation and assisted migration of threatened species into suitable habitats. The study has been recently published in the Journal «Conservation Letters» (DOI: 10.1111/conl.12749).

Keywords: citizen science, endangered plants, extinction risk, IUCN threat categories, monitoring, rarity, species trends

MARCATO DECLINO DELLA QUALITÀ DEGLI HABITAT PRATIVI SUL VERSANTE MERIDIONALE DELLE ALPI

Steffen Boch* e Ariel Bergamini – * steffen.boch@wsl.ch

Introduzione e obiettivi – Negli anni '90, la Svizzera definì circa 7'000 aree d'importanza nazionale per proteggere habitat pregiati e la loro biodiversità. Queste superfici, legalmente protette, comprendono prati secchi, zone golenali, paludi, torbiere e siti di riproduzione degli anfibi, risultando un elemento fondamentale della rete dei siti protetti in Svizzera. Nel 2011, l'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) e l'Istituto federale di ricerca WSL hanno avviato il programma «Monitoraggio della protezione degli habitat in Svizzera (WBS)» per 1) osservare i cambiamenti, 2) valutare il raggiungimento degli obiettivi di conservazione e 3) valutare il mantenimento dell'area e della qualità degli habitat.

Metodi – I cambiamenti nelle strutture, come la copertura di alberi e arbusti, di tutti i 7'000 siti di importanza nazionale sono regolarmente misurati tramite telerilevamento. Di questi 7'000 siti (366 sul Versante Sud delle Alpi (SA)) circa 900 (83 SA) sono stati selezionati per le analisi di vegetazione. In questi 900 siti, la vegetazione è campionata in più di 7'000 (> 700 SA) quadrati permanenti di 10 m², che vengono ispezionati ogni sei anni. Il primo periodo di indagine si è concluso nel 2017.

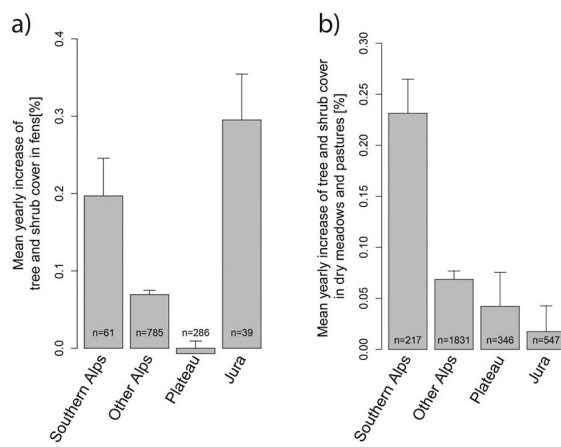
Risultati – L'analisi dei dati di telerilevamento ha mostrato un aumento generale dell'imboschimento nelle paludi e nei prati secchi, indicando l'abbandono dell'uso di tali superfici, in particolare al SA. L'aumento era almeno tre volte maggiore nei prati secchi del SA rispetto ad altre regioni biogeografiche

ed era particolarmente pronunciato ad alte quote (> 800 m). I risultati dei rilievi della vegetazione nei prati secchi sottolineano questi risultati, poiché i cambiamenti negativi della vegetazione aumentavano con l'altitudine.

Conclusioni – I nostri risultati sui cambiamenti negativi della vegetazione a causa dell'invasione di specie legnose, suggeriscono l'urgente necessità di ripristinare i regimi tradizionali dell'uso delle superfici abbandonate per prevenire ulteriori perdite di habitat e di biodiversità, in particolare al SA. Abbiamo quindi istituito un sistema di riconoscimento precoce, che consente agli uffici federali e cantionali dell'ambiente di identificare i cambiamenti e adottare misure per contrastare gli sviluppi negativi.

Parole chiave: abbandono dell'uso del suolo, cambiamenti della vegetazione, conservazione della biodiversità, incespugliamento, siti di importanza nazionale, telerilevamento

Aumento medio della copertura di alberi e arbusti per anno in (a) torbiere e (b) prati e pascoli secchi d'importanza nazionale in Svizzera, separati per regione biogeografica (grafici: Boch e Bergamini).



Mean increase of tree and shrub cover per year in (a) fens and (b) dry meadows and pastures of national importance in Switzerland, separated by biogeographic region (diagrams: Boch and Bergamini).

STRONG DECLINE OF GRASSLAND HABITAT QUALITY ON THE SOUTHERN SIDE OF THE ALPS

Steffen Boch* and Ariel Bergamini – * steffen.boch@wsl.ch

Background and Aims – Since the early 1990s, Switzerland designated about 7'000 sites of national importance to protect precious habitats and their biodiversity. These legally protected sites include mires, dry grasslands, flood plain habitats and amphibian breeding sites, and are a crucial element of the network of protected sites in Switzerland. In 2011, the program “Monitoring the effectiveness of habitat conservation in Switzerland (WBS)” was initiated by the Federal Office for the Environment (FOEN) and the WSL Swiss Federal Research Institute to 1) observe changes, 2) evaluate whether conservation targets are met and 3) assess whether the area and quality of habitats is being maintained.

Methods – Using remote sensing approaches, changes of structures, such as tree and shrub cover, of all 7'000 sites of national importance are regularly measured. Of these 7000 sites (366 on the southern side of Alps (SA)) about 900 (83 SA) were selected for vegetation surveys. In these 900 sites, the vegetation is sampled in more than 7'000 (> 700 SA) permanent 10-m² plots. Each plot is surveyed once in a six-year cycle. The first survey period was finished in 2017.

Results – Analysis of remote-sensing data showed an overall increasing wood cover in mires and dry grasslands, indicating land-use abandonment. These patterns were exceptionally strong on the SA. The increase was at least three times

higher in dry grasslands of SA than in other biogeographic regions and was particularly pronounced at higher elevation (> 800 m). Results of vegetation resurveys in dry grasslands underline these findings, as negative vegetation changes increased with elevation.

Conclusions – Our results of negative vegetation changes because of wood encroachment suggest the urgent need to re-establish traditional land-use regimes in abandoned sites to prevent further habitat and diversity losses, particularly on the southern side of the Alps. We therefore established an early-recognition system, enabling federal and cantonal offices for the environment to identify changes and to take measures to counteract negative developments.

Keywords: biodiversity conservation, land-use abandonment, remote sensing, shrub encroachment, sites of national importance, vegetation changes

L'IMPORTANZA DELLA DIVERSITÀ GENETICA E DELL'IDONEITÀ DELL'HABITAT PER LA CONSERVAZIONE *IN SITU* E PER LE TRASLOCAZIONI DI SPECIE VEGETALI MINACCIATE

Deborah Schäfer – deborah.schaefer@boga.unibe.ch

Introduzione e obiettivi – La conservazione delle piante minacciate ha due aspetti importanti: la conservazione *in situ* (protezione e ripristino dell'habitat) e le misure *ex situ* (coltivazione *ex situ* o traslocazioni). Due studi evidenziano l'importanza dell'idoneità dell'habitat e della diversità genetica per la conservazione.

Metodi – In un primo studio, Giotto Roberti-Maggiore ha visitato le popolazioni, di dimensioni diverse, di otto specie di orchidee. Con rilievi della vegetazione e i valori degli indicatori di Ellenberg ha determinato le condizioni abiotiche (nutrienti, temperatura, disponibilità di luce) di 76 siti. Confrontandoli con i valori indicatori delle specie, ha stimato l'idoneità dell'habitat. Inoltre, per tutte le specie, ha contato il numero di fiori e frutti e misurato i tassi di germinazione *in vitro*, come misura della fitness. In un secondo studio, ho traslocato otto specie minacciate. Per ognuna, c'erano una prova sperimentale a bassa diversità genetica (prole da un'unica pianta madre) e una ad alta diversità genetica (prole da diverse piante madri), per stimare l'importanza della diversità genetica per la sopravvivenza a breve termine. Il disegno sperimentale era specifico per ogni specie, in base alla loro germinazione. Entrambi gli studi comprendevano siti in tutta la Svizzera.

Risultati – Per le orchidee, una deviazione maggiore dalla loro nicchia ottimale è correlata ad una piccola taglia della

popolazione, quando analizzate insieme. Inoltre, le popolazioni più piccole erano correlate a una produzione di frutti e a tassi di germinazione più bassi, probabilmente ad indicare la limitazione di impollinatori e la depressione da consanguineità. Nello studio con la traslocazione, una maggiore diversità genetica ha aumentato la sopravvivenza a breve termine.

Conclusioni – Nelle popolazioni in decrescita di specie minacciate, l'idoneità dell'habitat dovrebbe essere valutata. Se non è adatto, si dovrebbe considerare il ripristino dell'habitat o le traslocazioni. Nelle piccole popolazioni, la bassa diversità genetica e, di conseguenza, la depressione da consanguineità sono fattori importanti da considerare. Aumentare la diversità genetica trapiantando individui da popolazioni vicine ed ecologicamente simili è una possibile soluzione. Per le traslocazioni, è fondamentale aumentare la diversità genetica (racogliendo semi da molte piante, trapiantando molti individui).

Parole chiave: diversità genetica, idoneità dell'habitat, inbreeding, specie di piante minacciate, traslocazione

Ludwigia palustris, half a year after the translocation (foto: Deborah Schäfer).



Ludwigia palustris, sei mesi dopo la traslocazione (photo: Deborah Schäfer).

THE IMPORTANCE OF GENETIC DIVERSITY AND HABITAT SUITABILITY FOR IN-SITU CONSERVATION AND TRANSLOCATIONS OF THREATENED PLANT SPECIES

Deborah Schäfer – deborah.schaefer@boga.unibe.ch

Background and Aims – The conservation of threatened plant species includes two important aspects, in-situ conservation with habitat protection and restoration, and ex-situ measures, like ex-situ cultivation or translocations. Here, two studies highlight the importance of habitat suitability and genetic diversity for the success of both, in-situ and ex-situ conservation measures.

Methods – In a first study, Giotto Roberti-Maggiore visited populations of eight orchid species of varying sizes. With vegetation records and Ellenberg indicator values, he determined abiotic conditions (e.g. nutrients, temperature, light availability) of 76 study sites. By comparing these with the orchids' indicator values he estimated habitat suitability. Further, he counted the number of flowers and fruits and measured in-vitro germination rates as a measure of plant fitness for all eight orchid species. In a second study, I translocated eight threatened plant species, each including a low genetic diversity (offspring of one mother plant) and a high genetic diversity (offspring of several mother plants) treatment to estimate the importance of genetic diversity for the short-term survival. The design was species specific, depending on their germination. Both studies included sites all over Switzerland, including the Canton of Ticino.

Results – For the orchids, a larger deviation from their niche optimum was related with smaller population size, when analyzed together. Further, smaller populations were related with lower fruit production and germination rates, possibly indicating pollinator limitation and inbreeding depression. In the translocation study, higher genetic diversity increased short-term survival.

Conclusions – In populations of decreasing sizes, habitat suitability for the threatened plant species should be assessed. If unsuitable, habitat restoration or translocations should be considered. In small populations, low genetic diversity and, consequently, inbreeding depression are important factors to consider. Increasing genetic diversity by transplanting individuals from nearby, ecologically similar populations is a possible solution. When doing translocations as the next action, aiming at increasing genetic diversity (e.g. collecting seeds from many plants, transplanting many individuals) is crucial.

Keywords: genetic diversity, habitat suitability, inbreeding, threatened plant species, translocation

STRATEGIE ADATTIVE DELLE PIANTE NELLA DIVERSITÀ OSCURA DELLA VEGETAZIONE FORESTALE IN PROVINCIA DI VARESE (LOMBARDIA)

Michele Dalle Fratte*, Simon Pierce, Magda Zanzottera e Bruno E.L. Cerabolini – * michele.dallefratte@uninsubria.it

Introduzione e obiettivi – La biodiversità è stata a lungo al centro della ricerca ecologica, tuttavia non esiste ancora una chiara comprensione del motivo per cui alcune specie sono assenti in un determinato luogo, sebbene potrebbero essere potenzialmente presenti. Questa componente non rilevabile della biodiversità è definita «diversità oscura» e il suo studio può fornire informazioni sulle funzioni mancanti di un ecosistema.

Metodi – Sono stati effettuati 47 rilievi distribuiti casualmente all'interno di un'area di studio di 10 km di raggio in provincia di Varese (Lombardia, Nord Italia), rappresentativi di otto tipologie della vegetazione delle foreste decidue: faggete acidofile, povere e ricche di specie (*Luzulo-Fagion*), faggete basofile (*Arenonio-Fagion*), faggete neutrofile (*Asperulo-Fagetum*), boschi di querce e betulle (*Quercus-Betuletum* s.l.), boschi di querce e frassini (*Quercus-Fraxinetum* s.l.), foreste di valloni e versanti (*Tilio-Acerion*) e foreste miste di ricolonizzazione (*Corylo-Fraxinetalia*). Per ogni rilievo, abbiamo calcolato la media ponderata della comunità di tre tratti funzionali (LA, LDMC e SLA) e delle strategie ecologiche CSR di Grime, sia per la diversità osservata che per la diversità oscura.

Risultati – La più alta probabilità della diversità oscura è stata identificata per le foreste miste di ricolonizzazione (valore medio = 0,54), mentre la più bassa è stata evidente nelle faggete acidofile sia povere che ricche di specie (valore medio

= 0,42). In generale, la diversità oscura ha mostrato un alto grado di ruderalità (R) rispetto a una selezione verso strategie più competitive (C) nella diversità osservata ($p < 0,001$ sia per R che per C).

Conclusioni – Abbiamo ipotizzato che l'equilibrio tra competitività e ruderalità, evidente tra diversità osservata e diversità oscura, potrebbe essere alla base delle proprietà delle comunità vegetali di latifoglie legate rispettivamente alla resistenza e alla resilienza.

Parole chiave: ipergeometrica, plot di co-occorrenza, pool di specie, teoria CSR di Grime, tratti funzionali delle piante

Esempio dei plot eseguiti nell'ambito del progetto DarkDivNet, nelle faggete acidofile povere di specie (*Luzulo-Fagion*) (foto: Michele Dalle Fratte).



Example of the plots performed as part of the DarkDivNet project, in species-poor acidophilic beech forests (*Luzulo-Fagion*) (photo: Michele Dalle Fratte).

PLANT ADAPTIVE STRATEGIES IN THE DARK DIVERSITY OF FOREST VEGETATION IN THE PROVINCE OF VARESE (LOMBARDY)

Michele Dalle Fratte*, Simon Pierce, Magda Zanzottera and Bruno E.L. Cerabolini

* michele.dallefratte@uninsubria.it

Background and Aims – Biodiversity has long been at the center of ecological research, however there is still no clear understanding of why some species are absent in a given location, although they could be potentially present. This undetectable component of biodiversity is defined as «dark diversity», and its study can provide insights into the missing functions of an ecosystem.

Methods – We carried out 47 relevés distributed randomly within a study area of 10 km radius in the province of Varese (Lombardy, Northern Italy), and representative of eight types of broad-leaved deciduous forest vegetation: species-poor and species-rich acidophilic beech forests (*Luzulo-Fagion*), basophilic beech forests (*Arenonio-Fagion*), neutrophilic beech forests (*Asperulo-Fagetum*), oak and birch forests (*Quercus-Betuletum* s.l.), oak and ash tree forests (*Quercus-Fraxinetum* s.l.), mixed ravine and slope forests (*Tilio-Acerion*) and mixed recolonization forests (*Corylo-Fraxinetalia*). For each relief, we calculated the community weighted mean of observed and dark diversity of three plant functional traits (LA, LDMC and SLA) and Grime's CSR ecological strategies.

Results – The highest probability of dark diversity was iden-

tified for mixed recolonization forests (mean value = 0.54), while the lowest was evident in both species-poor and species-rich acidophilic beech forests (mean value = 0.42). In general, dark diversity exhibited a high degree of ruderality (R) as opposed to a selection towards more competitive (C) strategies in the observed diversity ($p < 0.001$ for both R and C).

Conclusions – We hypothesized that the balance of competitiveness and ruderality between observed and dark diversity could be the basis of the properties of broad-leaved forest plant communities respectively linked to resistance and resilience.

Keywords: co-occurrence plots, Grime's CSR theory, hypergeometric, plant functional traits, species pool

RAGGRUPPAMENTO DI QUADRANTI FLORISTICI CON VEGETAZIONE SIMILE USANDO LA DIVERSITÀ BETA

Michael Kleih – michael.Kleih@neplan.ch

Introduzione e obiettivi – La flora tra Lago Maggiore e Lago di Como è stata cartografata negli ultimi 25 anni. Sono stati considerati circa 50 quadranti della griglia della «Cartografia floristica del centro Europa» (CFCE). Lo scopo di questo lavoro è stato quello di trovare somiglianze e differenze tra la flora dei singoli quadranti e di raggruppare quadranti simili utilizzando la *cluster analysis*.

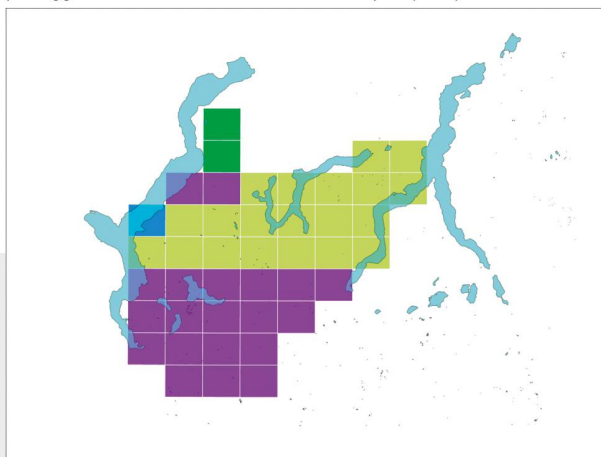
Metodi – Un programma in C# è stato sviluppato che permette di confrontare la lista di specie di ogni quadrante con quelle degli altri. Il grado di somiglianza è stato determinato usando la *beta diversity* definita come rapporto tra il numero di specie in comune tra due quadranti e il numero totale di specie presenti nei due quadranti. In seguito sono stati raggruppati utilizzando la *cluster analysis*. Il software calcola inoltre i valori medi di diversi bioindicatori per ogni quadrante, che permettono di verificare la validità del raggruppamento.

Risultati – È stato possibile distinguere 3 gruppi chiaramente differenziati: Uno delle medie montagne calcaree, uno delle montagne silicee di alta quota e uno della pianura e delle basse colline con molte aree umide ma anche molti ambienti antropici. Queste caratteristiche sono state anche confermate dal confronto dei gruppi con i bioindicatori medi dei loro quadranti.

Conclusioni – L'approccio utilizzato è molto affidabile per trovare somiglianze nella vegetazione di grandi aree. Utilizzando aree ancora più grandi potrebbe essere usato per la creazione di mappe fitogeografiche.

Parole chiave: *Beta diversity*, biogeografia, cartografia floristica, *Cluster analysis*, fitogeografia

I gruppi determinati con la cluster analysis: gruppo delle alte montagne acidofile (verde), gruppo delle medie montagne calcicole (giallo), gruppo pianeggiante ricco di ambienti umidi e antropici (viola).



The groups determined by cluster analysis: acidophilic high mountain group (green), calcareous medium mountain group (yellow), lowland group rich in humid and anthropogenic habitats (purple).

Conclusions – The approach used is very reliable to find similarities in vegetation of large areas. Using even bigger areas it could be used for the creation of phytogeographic maps.

Keywords: Beta diversity, biogeography, Cluster analysis, mapping of plants, phytogeography

GROUPING OF FLORISTIC QUADRANTS WITH SIMILAR VEGETATION USING BETA DIVERSITY

Michael Kleih – michael.Kleih@neplan.ch

Background and Aims – The flora between Lago Maggiore and Lago di Como has been mapped in the last 25 years. About 50 quadrants of the grid of the “Floristic Mapping of Central Europe” were considered. Aim in this work was to find similarities and differences between the flora of the single quadrants and to group similar ones using cluster analysis.

Methods – A C#-program was written allowing comparing the checklist of each quadrant with each other quadrant. The degree of similarity was determined using beta diversity defined as the ratio between the number of common species between two quadrants and the total number of species in the two quadrants. Afterwards they were grouped using cluster analysis. The software also calculates the average values of different bio-indicators for each quadrant, allowing to validate the grouping.

Results – Three main groups could be clearly identified: One of the calcareous mountains with medium elevation, one of the siliceous mountains with high altitudes and one of the plain and the low hills with many humid areas but also many anthropic habitats. These characteristics were also confirmed by comparing the groups with the average bio-indicators of their quadrants.

TASSONOMIA E DISTRIBUZIONE DELLA *FESTUCA OVINA* (S.LAT.) NELLE ALPI E ZONE ADIACENTI: STATO ATTUALE DELLA CONOSCENZA

Peter Englmaier – peter.franz.josef.englmaier@univie.ac.at

Introduzione e obiettivi – A causa delle somiglianze morfologiche tra diversi taxa del complesso di specie diploide-poliploide della *Festuca ovina*, il binomio «*Festuca ovina*» è spesso applicato erroneamente e la distribuzione geografica della diploide *F. ovina* L. s.str. è notevolmente sovrastimata nei progetti di mappatura floristica. Lo scopo di questo contributo è quello di chiarire l'effettiva distribuzione di *F. ovina* L. s.str. e di taxa simili nelle Alpi e nelle aree circostanti.

Metodi – La letteratura recente viene rivista e presentata insieme a dati propri provenienti da indagini sul campo, materiale d'erbario rivisto (W, WU, LI, GJO e altri) e misure biometriche.

Risultati – Nell'Europa centrale, *F. ovina* L. s.str. ha una distribuzione molto sparsa ed è limitata alle praterie seminaturali degli montagna dell'Europa centrale. Nelle Alpi, la specie è sostituita da *F. airoides* Lam. e *F. eggeri* Tracey. Il tetraploide *F. guestfalica* Boenningh. ex Rchb. è presente in tutte le montagne dell'Europa centrale ed è sparsa nelle Alpi orientali. Il tetraploide carpatico alpino orientale *F. supina* Schur raggiunge il suo limite occidentale nell'Austria occidentale. In generale, gli esemplari d'erbario determinati come *F. ovina* L. s.str. sono dubbi, per lo più sono campioni erroneamente determinati di *F. guestfalica*. Le nostre osservazioni sul campo nell'Altopiano svizzero nel 2001 e nel 2018 hanno rivelato solo *F. guestfalica*. Inoltre, la presenza di *F. filiformis* Lam. e

F. airoides in Svizzera ha potuto essere confermata. Materiale fresco e di erbario di *F. ovina* L. s.str. (e altre specie diploidi) e *F. guestfalica* (e altre specie tetraploidi) possono essere distinti da lemme più piccole (3-3,5 mm vs 4-4,5 mm), antere più piccole (1,2-1,5 mm vs 1,8-2,5 mm) e stomi più corti (diploidi generalmente 22-30 µm, tetraploidi 28-35 µm).

Conclusioni – La tassonomia semplificata comunemente usata per il complesso di specie *Festuca ovina* porta a interpretazioni errate nella distribuzione geografica di queste specie. Pertanto, una revisione dei dati di mappatura floristica è fortemente raccomandata. Le specie diploidi e tetraploidi possono essere sufficientemente distinte sulla base dei caratteri morfologici.

Parole chiave: biogeografia, identificazione, morfometria

Festuca guestfalica (più robusta di *F. ovina* s.str.) sulle Prealpi di Stiria, vicino a Stubenberg (foto: Peter Englmaier).



Festuca guestfalica (more robust than *F. ovina* s.str.) from the Styrian mountain fringe near Stubenberg (photo: Peter Englmaier).

TAXONOMY AND DISTRIBUTION OF THE SHEEP FESCUES (*FESTUCA OVINA* S. LAT.) IN THE ALPS AND SURROUNDING AREAS: CURRENT STATE OF KNOWLEDGE

Peter Englmaier – peter.franz.josef.englmaier@univie.ac.at

Background and Aims – Due to the morphological similarities between several taxa of the diploid-polyploid species complex of sheep fescues, the binomial name “*Festuca ovina*” is frequently misapplied, and the geographical distribution of the diploid *F. ovina* L. s. str. is conspicuously overestimated in floristic mapping projects. The aim of this contribution is to elucidate the actual distribution of *F. ovina* L. s. str. and similar taxa in the Alps and surrounding areas.

Methods – The recent literature is reviewed and presented together with own data from field surveys, revised herbarium material (W, WU, LI, GJO and others) and biometric measurements.

Results – In Central Europe, *F. ovina* L. s. str. has a very scattered distribution and is restricted to near-natural grasslands of Central European Uplands. In the Alps, the species is replaced by *F. airoides* Lam. and *F. eggeri* Tracey. The tetraploid *F. guestfalica* Boenningh. ex Rchb. occurs throughout the Central European Uplands and is distributed scattered mainly in the Eastern Alps. The tetraploid Eastern Alpine-Carpathian *F. supina* Schur reaches its western range margin in western Austria. Generally, herbarium records labelled as *F. ovina* L. s. str. are doubtful, most of them are misidentified

F. guestfalica. Own field observations in the Swiss Central Plateau in 2001 and 2018 only revealed *F. guestfalica*. Moreover, the presence of *F. filiformis* Lam. and *F. airoides* in Switzerland could be confirmed. Fresh and herbarium material of *F. ovina* L. s. str. (and other diploid species) and *F. guestfalica* (and other tetraploid species) can be distinguished by smaller lemmas (3-3.5 mm vs. 4-4.5 mm), smaller anthers (1.2-1.5 mm vs. 1.8-2.5 mm) and shorter stomata (diploids generally 22-30 µm, tetraploids 28-35 µm).

Conclusion – The simplified taxonomy commonly used for the *Festuca ovina* species complex leads to misinterpretations in the geographical distribution of its members. Thus, a revision of floristic mapping data is strongly recommended. Diploid and tetraploid species can be sufficiently distinguished based on morphological characteristics.

Keywords: biogeography, identification, morphometry

LE MOLTEPLICI IDENTITÀ DEL BOTRICHIO LUNARIA, *BOTRYCHUM LUNARIA*

Vinciane Mossion*, Jason Grant, Don Farrar e Michael Kessler – *vinciane.mossion@unine.ch

Introduzione e obiettivi – *Botrychium lunaria* (L.) Sw., è una felce cosmopolita, della quale si pensava che mostrasse un'importante variazione intraspecifica fino a quando, alla luce di recenti studi, è stata proposta la creazione di molteplici nuovi taxa in Nord America. Allo stesso modo, è probabile che le popolazioni europee ospitino taxa non ancora descritti. Sulle Alpi, *B. lunaria* è una specie comune negli habitat aperti. In questo studio, l'obiettivo è d'investigare la diversità del gruppo *B. lunaria* nell'emisfero settentrionale, con un'attenzione specifica alle regioni meridionali delle Alpi.

Metodi – Il materiale vegetale è stato collezionato tra il 2012 e il 2019 sia *in situ* sia da erbari. Quattro regioni plastidiche non codificanti (spaziatore intergenico trnHGUG-psbA, spaziatore intergenico trnLUA-trnFGAA, introne rpl16 e introne matk) sono state utilizzate per valutare le relazioni filogenetiche all'interno del gruppo *B. lunaria*. I tratti morfologici sono stati misurati su fogli d'erbario e la loro rilevanza per la discriminazione dei cladi è stata analizzata utilizzando statistiche multivariate. La dimensione relativa del genoma e le misure di lunghezza delle spore sono state utilizzate per stimare il livello di ploidia.

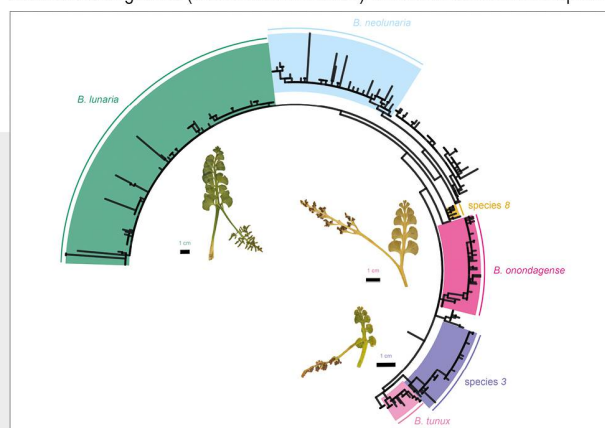
Risultati – I nostri alberi filogenetici mostrano cinque cladi ben supportati che co-occorrono nelle regioni meridionali delle Alpi. Tra questi cladi, due specie erano già state precedentemente descritte, le comuni *B. lunaria* e *B. tumux*, trovate solo nella parte svizzera delle Alpi meridionali; due sono specie

diffuse non caratterizzate (cioè la specie 2 e la specie 3) e un clade è un nuovo taxon (cioè la specie 8) per l'Europa centrale e orientale. Le analisi morfometriche hanno per lo più distinto i cinque taxa l'uno dall'altro, ma non tutti i tratti hanno mostrato una differenziazione conclusiva. Le dimensioni relative del genoma e le misurazioni delle spore non hanno trovato prove di poliploidie nelle regioni meridionali delle Alpi.

Conclusioni – Alla luce di questi studi, riportiamo la presenza di cinque specie del gruppo *B. lunaria* nelle regioni meridionali delle Alpi, di cui una è nuova per la Svizzera (*B. tumux*) e due sono ancora non caratterizzate. Sulla base della differenziazione genetica e morfologica di queste ultime due, proponiamo una nuova specie (cioè la specie 3) e la riabilitazione di un nome di specie, *B. onondagense* (cioè *lunaria* 2), precedentemente sinonimizzato con *B. lunaria*. Future indagini delle nicchie climatiche potrebbero aiutare a distinguere ulteriormente le specie di *B. lunaria* delle Alpi.

Parole chiave: *Botrychium*, diversità, felci, filogenetica, tassonomia

Albero filogenetico del complesso di *Botrychium lunaria*, basato sulla massima verosimiglianza (maximum likelihood) e illustrazione delle tre specie.



Maximum likelihood phylogenetic tree of the *Botrychium lunaria* complex and illustration of three species.

(i.e. species 2 and species 3) and one is a new taxon (i.e. species 8) for central and eastern Europe. Morphometric analyses mostly distinguished the five taxa from each other but not all traits showed conclusive differentiation. Relative genome size and spore measurements found no evidence of polyploids in the southern regions of the Alps.

Conclusions – We provide evidence for the presence of five species of the *B. lunaria* group across the southern regions of the Alps of which one is new for Switzerland (*B. tumux*) and two are yet uncharacterized. Based on genetic and morphological differentiation of the latter two, we propose a new species (i.e. species 3) and the rehabilitation of one species name, *B. onondagense* (i.e. *lunaria* 2), previously synonymized with *B. lunaria*. Future investigation of the climatic niches might help to further distinguish the *B. lunaria* species of the Alps.

Keywords: *Botrychium*, diversity, ferns, phylogenetics, taxonomy

THE MULTIPLE IDENTITIES OF THE COMMON MOONWORT, *BOTRYCHUM LUNARIA*

Vinciane Mossion*, Jason Grant, Don Farrar and Michael Kessler – *vinciane.mossion@unine.ch

Background and Aims – *Botrychium lunaria* (L.) Sw., a cosmopolitan fern species, was thought to show important intraspecific variation until recent studies proposed the creation of multiple new taxa in North America. Similarly, European populations are likely to harbor yet undescribed taxa. Across the Alps, *B. lunaria* is a common species of open habitats. Here, we aim to unravel the diversity of the *B. lunaria* group across the Northern hemisphere with a specific focus on the southern regions of the Alps.

Methods – Plant material was collected between 2012 and 2019 both *in situ* and from herbaria. Four non-coding plastid regions (trnHGUG-psbA intergenic spacer, trnL^{UAA}-trnFGAA intergenic spacer, rpl16 intron and matk intron) were used to assess the phylogenetic relationships within the *B. lunaria* group. Morphological traits were measured on herbarium sheets and their relevance for clade discrimination was analyzed using multivariate statistics. Relative genome size and spore length measurements were used to estimate the ploidy level.

Results – Our phylogenetic trees recovered five well-supported clades co-occurring in the southern regions of the Alps. Among these clades, two are described species, the common *B. lunaria* and *B. tumux* found only in the Swiss part of the southern Alps, two are widespread uncharacterized species

UN POSSIBILE BATTERIO SIMBIONTE ENDOFITO DELLA SPECIE ENDEMICA *ANDROSACE BREVIS* (PRIMULACEAE)

Erica Dinatale*, Marco Bonelli, Elena Eustacchio, Morena Casartelli, Alessio Minici, Marco Caccianiga e Luca Gianfranceschi – *erica.dinatale@studenti.unimi.it

Introduzione e obiettivi – *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces. è una specie stenoendemica che cresce sulle Alpi meridionali in Lombardia (Italia) e Svizzera. Predilige suoli acidi, con basso contenuto di azoto, e fiorisce subito dopo lo scioglimento delle nevi. *A. brevis* viene proposta come specie modello per studiare gli effetti del cambiamento climatico sulla rete di interazioni negli ecosistemi montani (pianta-artropodi, pianta-microorganismi). Durante il sequenziamento del genoma di *A. brevis*, effettuato in un lavoro preliminare, è stata rilevata una quantità significativa di DNA procariotico, non compatibile con una contaminazione ambientale. L'obiettivo del presente lavoro è identificare e caratterizzare il microorganismo a cui appartiene.

Metodi – Per valutare presenza e diffusione del batterio, specifici primer PCR sono stati disegnati e testati su individui di *A. brevis* appartenenti a otto diverse popolazioni naturali. Per isolare il batterio dai tessuti della pianta, sono stati testati diversi terreni di coltura e condizioni di crescita. Sono inoltre state eseguite analisi bioinformatiche per classificare il batterio ed identificare i domini funzionali delle proteine, per chiarire la sua relazione con la pianta.

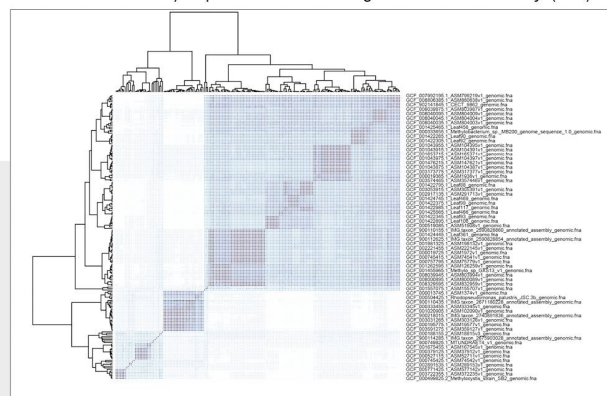
Risultati – Il genoma batterico è stato assemblato *de novo* e identificato come appartenente alla famiglia Beijerinckiaceae (Rhizobiales). Né il genere né la specie sono stati identificati: attualmente non esiste corrispondenza perfetta con nessuno

dei genomi batterici presenti nei database pubblici. La famiglia Beijerinckiaceae comprende batteri che vivono nella fillosfera, spesso metilotrofi o metanotrofi che condividono la capacità di fissare l'azoto e promuovere la crescita delle piante. I test PCR hanno confermato la presenza del batterio in tutti i campioni esaminati. Tuttavia, nessun tentativo di isolamento ha avuto successo. L'analisi *in-silico* dei domini funzionali predetti, suggerisce una probabile relazione simbiotica con la pianta; inoltre osservazioni preliminari al microscopio confermano la presenza di batteri endofiti all'interno dei tessuti vegetali (foglie).

Conclusioni – La caratterizzazione molecolare e funzionale di questo microorganismo potrebbe aiutare a chiarire l'ecologia di *A. brevis* e a ridurre l'attuale mancanza di conoscenze sulle interazioni pianta-batteri ad alta quota.

Parole chiave: interazioni biotiche, microbiota vegetale, simbiosi

Heatmap che mostra la somiglianza tra 190 genomi (incluso il genoma del batterio di interesse) espressa come Average Nucleotide Identity (ANI).



Heatmap showing the similarity between 190 genomes (including the genome of the bacterium of interest) expressed as Average Nucleotide Identity (ANI).

A POSSIBLE ENDOPHYTIC SYMBIOTIC BACTERIUM OF ENDEMIC SPECIES *ANDROSACE BREVIS* (PRIMULACEAE)

Erica Dinatale*, Marco Bonelli, Elena Eustacchio, Morena Casartelli, Alessio Minici, Marco Caccianiga and Luca Gianfranceschi – *erica.dinatale@studenti.unimi.it

Background and Aims – *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces. is a narrow endemic plant living on ridges in a restricted area of the Southern Alps in Lombardy (Italy) and Switzerland. It prefers acid soils with low nitrogen content and blooms immediately after the snowmelt. *Androsace brevis* is proposed as a model species to study the effects of climate change on the web of interactions in mountain ecosystems (plant-arthropod, plant-microorganisms). During the sequencing of *A. brevis* genome carried out in a preliminary work, a significant amount of DNA belonging to a prokaryotic organism and not compatible with environmental contamination was detected. Our aim is to identify and characterise this microorganism.

Methods – To evaluate the presence and diffusion of the bacterium, specific PCR primers were designed and tested on *A. brevis* individuals belonging to eight different natural populations. To isolate the bacterium from plant tissues, different growth media and conditions were tested. Bioinformatics analyses were performed to classify the bacterium and to identify protein functional domains trying to understand its relationship with the plant.

Results – The bacterial genome was *de novo* assembled and

identified as belonging to the Beijerinckiaceae family, Rhizobiales order. Nor the genus neither the species could be identified: at present there is no perfect match with any bacterial genome in public sequence databases. The Beijerinckiaceae family includes bacteria living in the phyllosphere, often methylophs or methanotrophs sharing nitrogen fixation capability and promoting plant growth. PCR assays confirmed the presence of the bacterium in all samples tested. However, so far, any attempt of isolating the bacterium has been unsuccessful. The *in-silico* analysis of the predicted functional domains suggests a likely symbiotic relationship with the plant, and preliminary microscope observations confirm the presence of endophytic bacteria inside plant tissues (leaves).

Conclusions – The molecular and functional characterization of this microorganism could help to clarify the ecology of *A. brevis*, and to reduce the current lack of knowledge about high-altitude plant-bacteria interactions.

Keywords: biotic interactions, plant microbiota, symbiosis

INTERAZIONI TRA PIANTE E IMPOLLINATORI D'ALTA QUOTA: IL CASO DI *ANDROSACE BREVIS* (PRIMULACEAE), ENDEMITA DELLE ALPI CENTRO MERIDIONALI

Elena Eustacchio*, Marco Bonelli, Alessio Minici, Andrea Melotto, Erica Dinatale, Mauro Gobbi,
Luca Gianfranceschi, Morena Casartelli e Marco Caccianiga – * elena.eustacchio@unimi.it

Introduzione e obiettivi – Il riscaldamento climatico può minacciare gli ecosistemi montani causando asincronie tra il periodo di fioritura e l'attività degli impollinatori, alterando così le interazioni tra piante e artropodi. Sono particolarmente a rischio le piante che fioriscono ad inizio stagione e per un breve periodo, in quanto la fusione precoce del manto nevoso può anticiparne la fioritura a cui potrebbe non corrispondere l'emergenza degli impollinatori. In questo frangente è stata studiata la struttura delle reti pianta-impollinatori che si instaurano negli ambienti d'alta quota utilizzando come specie modello l'endemita *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces., pianta alpina dalla fioritura molto precoce.

Metodi – Il lavoro di campo è stato condotto per tre anni sulle Alpi Orobiche (Bergamo, Italia) e per due anni sulle Alpi Lepontine (Como, Italia). Gli artropodi che visitavano i fiori di *A. brevis* sono stati campionati seguendo un metodo a fasce orarie standardizzate. Inoltre, sono state raccolte le antere di ogni specie fiorita in un raggio di 500 metri dalla pianta studiata con lo scopo di creare una collezione palinologica di confronto. Gli artropodi campionati sono stati determinati al più basso livello tassonomico raggiungibile mentre il polline riscontrato su di essi è stato sottoposto ad analisi quali-quantitative al fine di identificare i taxa impollinatori. Per fare ciò, il polline

è stato isolato, acetolizzato, osservato al microscopio ottico, e determinato con l'aiuto della collezione di confronto e delle chiavi d'identificazione. Al termine della conta pollinica sono state sviluppate le reti d'interazione tra piante e impollinatori tramite analisi bipartita con il Software RStudio.

Risultati – Sono state identificate 50 famiglie di artropodi ed è stato possibile attribuire il polline a 25 specie vegetali. Ditteri (Anthomyiidae) e Imenotteri (Apoidea) risultano essere i principali impollinatori di *A. brevis*. Inoltre, le reti d'interazione tra piante e impollinatori risultano essere ben strutturate nonostante il periodo molto precoce in cui si sviluppa la fioritura della pianta studiata.

Conclusioni – I risultati contribuiscono a comprendere meglio la biologia riproduttiva di *A. brevis* e forniscono nuove informazioni sulle reti d'interazione tra piante e impollinatori che si instaurano ad alta quota a fine primavera e che rappresentano una componente fondamentale ma poco conosciuta e potenzialmente minacciata degli ecosistemi montani.

Parole chiave: analisi palinologiche, artropodi, ecosistemi montani, interazioni biotiche, polline, reti piante-impollinatori

Morfologia del polline di *Androsace brevis* fotografato al microscopio ottico (foto: Elena Eustacchio).



Pollen morphology *Androsace brevis* photographed at light microscope (photo: Elena Eustacchio).

HIGH MOUNTAIN PLANT-POLLINATOR INTERACTIONS: THE CASE STUDY OF THE NARROW ENDEMIC ALPINE PLANT *ANDROSACE BREVIS* (PRIMULACEAE)

Elena Eustacchio*, Marco Bonelli, Alessio Minici,
Andrea Melotto, Erica Dinatale, Mauro Gobbi,
Luca Gianfranceschi, Morena Casartelli and Marco
Caccianiga – * elena.eustacchio@unimi.it

Background and Aims – Global warming may threaten mountain ecosystems by altering plant-arthropod interactions, for instance by causing phenological mismatches between flowering time and pollinator activity. Especially plants having an early and short flowering period may be at risk, since an earlier snowmelt can lead to a greater anticipation of flowering than pollinators emergence. Here we study the structure of a high mountain plant-pollinator network by taking the narrow endemic *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces. as an example of an early flowering plant species.

Methods – Fieldwork was conducted in the Orobian Alps (Bergamo, Italy) for three years and in the Lepontine Alps (Como, Italy) for two years. *Androsace brevis* flower-visiting arthropods were sampled with the timed observation method. In addition, we sampled pollen of each blooming plant species within a radius of 500 meters around the focal plant to create a pollen library. Arthropods were identified to the lowest possible taxonomic level and quali-quantitative pollen analyses were performed to identify actual pollinators.

To achieve this, pollen grains carried by arthropods were isolated, acetolysed, prepared for light microscopy observation and identified with the help of the pollen library and pollen identification keys. After creating a plant-pollinator matrix, we obtained quantitative plant-pollinator networks by bipartite analysis with RStudio Software.

Results – We identified 50 arthropod families, and could attribute the pollen samples to 25 plants species. We identified Diptera (Anthomyiidae) and Hymenoptera (Apoidea) as main pollinators of *A. brevis*. Moreover, we observed well-structured plant-pollinator networks, with many links between plants and arthropods, despite the early flowering period of *A. brevis*.

Conclusions – Our results contribute to a better understanding of the pollination biology of *A. brevis*. More generally, our results give insight into high mountain early-season plant-pollinator networks, which are important but little-known and potentially vulnerable components of high-mountain ecosystems.

Keywords: arthropods, biotic interactions, mountain ecosystems, palynological analysis, plant-pollinator networks, pollen

POTENZIALE INVASIVO DI *SORGHUM HALEPENSE* NELLA REGIONE INSUBRICA

Matteo Gentilini*, Sofia Mangili, Rodolfo Gentili e Brigitte Marazzi – *mat.gentilini@gmail.com

Introduzione e obiettivi – Il sorgo selvatico (*Sorghum halepense* L., Poaceae) è una specie proveniente dal Medio Oriente e probabilmente dal sud dell'Asia, oltre che dal Mediterraneo orientale ed è considerata una specie esotica invasiva in molte parti del mondo. Attualmente in espansione in tutta la regione insubrica, compreso il Cantone Ticino, sta destando preoccupazione tra le autorità. Lo scopo di questo studio è quello di investigare l'introduzione storica e la distribuzione attuale del sorgo selvatico in questa regione, e la sua attitudine a invadere habitat ruderali e semi-naturali.

Metodi – L'analisi distributiva è stata effettuata tramite GIS utilizzando i dati dei campioni di erbari del Nord Italia e della Svizzera e le osservazioni floristiche dal database di Info Flora. La capacità di invasione della specie è stata studiata analizzando 45 plots di vegetazione e misurando i tratti morfometrici della specie nelle diverse popolazioni.

Risultati – I campioni di erbario trovati sono stati 131. I più datati risalgono alla prima metà del XIX secolo e provengono dalla Pianura Padana; nella regione insubrica le prime osservazioni si registrano dall'inizio del XX secolo a Lecco, Como e nel Cantone Ticino. La quota massima raggiunta dalla specie è 720 m s.l.m. (Mergoscia, Cantone Ticino); la latitudine più a nord è Semione. I dati mostrano che il sorgo selvatico predilige ambienti termofili e disturbati dall'uomo. Aree urbane, bordi stradali e aree coltivate sono gli abi-

tat più invasi, mentre in habitat semi-naturali come foreste, sponde fluviali, pascoli e praterie non gestite, la specie non è stata rinvenuta.

Conclusioni – Il nostro studio sui campioni di erbario e le osservazioni floristiche mette in luce la recente espansione del sorgo selvatico nella regione insubrica. La grande capacità di dispersione (ad es. tramite propaguli) e il riscaldamento climatico antropico sono fattori che favoriscono questa specie termofila e potrebbero spiegare la sua recente espansione in habitat disturbati dall'uomo. La specie attualmente è ancora limitata ad ambienti antropizzati, dove potrebbe conoscere un'ulteriore espansione.

Parole chiave: erbari, flora, impatto, neobiota, neofite, riscaldamento climatico

Margine di un campo a Cadenazzo (Svizzera) invaso da *Sorghum halepense* (foto: Matteo Gentilini).



Field margin invaded by *Sorghum halepense* in Cadenazzo (Switzerland) (photo: Matteo Gentilini).

INVASION OF *SORGHUM HALEPENSE* IN THE INSUBRIC REGION

Matteo Gentilini*, Sofia Mangili, Rodolfo Gentili
and Brigitte Marazzi – *mat.gentilini@gmail.com

Background and Aims – Aleppo grass (*Sorghum halepense* L., Poaceae) is a species from Middle East and probably South Asia, as well as from the Eastern Mediterranean, which is considered an invasive alien species in many parts of the world. It is also expanding across the Insubric region, including Canton Ticino, raising concern among authorities. This work aimed at investigating the historic introduction and current distribution of Aleppo grass in this region, and its aptitude to invade ruderal and semi-natural habitats.

Methods – Distribution analysis was performed in GIS using specimen data from herbaria in Northern Italy and Switzerland and floristic observations from the Info Flora database. The species' invasion aptitude was investigated analysing 45 vegetation plots and measuring plant traits of different populations.

Results – A total of 131 herbarium specimens were found. The oldest ones dated back to the first half of 19th century and come from the Po valley; in the Insubric region, occurrences were registered since the beginning of 20th century in Lecco, Como, and Canton Ticino. The highest elevation recorded is at 720 m. a.s.l. (Mergoscia, Canton Ticino); the northern-most occurrence is in Semione. Our data shows that Aleppo grass preferably occurs in thermophilic, human-

disturbed environments. Urban areas, road sides, and cultivations are the most invaded habitats, whereas it was not recorded in semi-natural habitats like forests, riverbanks, pastures and non-managed meadows.

Conclusions – Our investigation of herbarium specimens and floristic databases highlights the recent expansion of Aleppo grass in the Insubric region. The high propagation ability (i.e. propagule dispersal) of the species and the anthropogenic global warming favouring this thermophilic species, might explain its rapid recent expansion across human-disturbed habitats. The species is currently still restricted to anthropized environments, where a further expansion is to be expected.

Keywords: climate change, flora, herbaria, impact, neobiota, neophytes

SCALARE OGNI MONTAGNA (E FARE UNA FOTO): FOTO SUI SOCIAL MEDIA E CONSERVAZIONE DELLE PIANTE NELLE ALPI DEL NORD TICINO

Brack W. Hale*, Matthew Tralka e Lily Pifferini-Carter – * bhale@fus.edu

Introduzione e obiettivi – Le foto geotaggate che vengono postate sui social media forniscono una potenziale fonte di informazioni sulla biodiversità dei paesaggi. Questo studio esamina la flora documentata nelle foto geotaggate nel nord del Ticino (Svizzera) con accesso pubblico sul sito web Flickr, tra il 2015 e il 2020. In particolare, si cerca di valutare i taxa di piante documentati nelle foto e la conoscenza della flora da parte degli utenti, utilizzando le informazioni identificate dagli utenti come indicatore.

Metodi – Utilizzando l'API di Flickr e un progetto GIS in QGIS, lo studio ha raccolto fotografie scattate nella e al di sopra della zona subalpina (definita qui a partire da 1500 m s.l.m.) nel Ticino settentrionale tra il 1° aprile e il 31 ottobre (nel 2020, solo fino al 20 luglio); sono state campionate fino a dieci foto per utente. Gli autori hanno effettuato un'analisi del contenuto per categorizzare i soggetti principali delle foto. Per le foto che contengono piante come soggetti visibili, abbiamo anche identificato il genere o quando possibile la specie delle piante. Inoltre abbiamo raccolto i commenti degli utenti e i tag relativi alle piante.

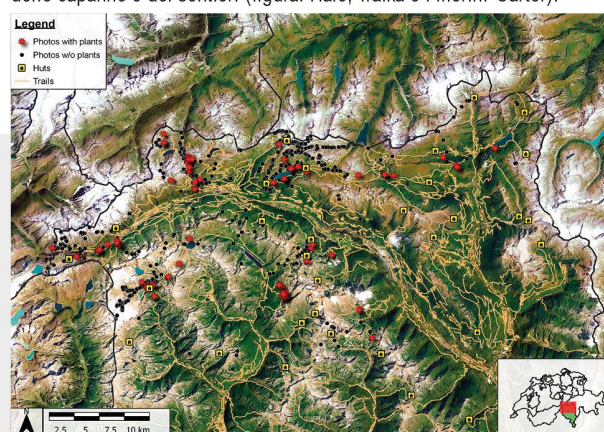
Risultati – Delle 540 foto del dataset finale, 80 (14,8%) foto contenevano piante singole che potevano essere identificate. Al contrario, solo 28 (5,2%) foto contenevano tag relativi alle piante. Le piante identificabili provenivano da 26 generi, i più comuni erano *Larix*, *Epilobium* ed *Eriophorum*. Tutti i taxa iden-

tificati sono considerati piante comuni; nessuno di questi è iscritto nella Lista rossa o Lista nera e Watch list della Svizzera. Mancavano in particolare le specie di Orchidaceae e due taxa floreali «simbolo» delle Alpi (*sensu* Schirpke et al. 2018): *Gentiana (acaulis e clusii)* e *Leontopodium alpinum*. Gli utenti hanno identificato raramente i taxa (5%), ma, quando fatto, le determinazioni sono risultate corrette (100%).

Conclusioni – I nostri risultati iniziali dimostrano che un'analisi del contenuto visivo cattura più taxa di quanto farebbe una semplice analisi del contenuto generato dagli utenti. Dimostra anche che i visitatori, anche se non sempre in grado di riconoscerne le specie, apprezzano la flora delle zone di montagna. Questo evidenzia la necessità di continuare gli sforzi di conservazione ed educazione.

Parole chiave: analisi del contenuto delle immagini, Flickr, flora alpina, foto geotaggate, social media

Posizione delle foto geotaggate all'interno dell'area di studio nel nord del Ticino (2015-2020), classificate in foto con le piante quale soggetto principale (photos with plants) o no (photos w/out plants), e nel contesto delle capanne e dei sentieri (figura: Hale, Tralka e Pifferini-Carter).



Location of the geotagged photos within the study area in northern Ticino (2015-2020), categorized by whether plants were a main subject of the photo (photos with plants) or not (photos w/out plants), and within the context of mountain huts and trails (figure: Hale, Tralka and Pifferini-Carter).

CLIMB EVERY MOUNTAIN (AND TAKE A PHOTO): SOCIAL MEDIA PHOTOS AND PLANT CONSERVATION IN THE NORTHERN TICINO ALPS

Brack W. Hale*, Matthew Tralka
and Lily Pifferini-Carter – * bhale@fus.edu

Background and Aims – Geotagged photos posted to social media provide a potential source of information on the biodiversity of landscapes. This study examines the flora documented in publicly-available, geotagged photos posted on the website Flickr in northern Ticino (Switzerland) between 2015 and 2020. Specifically, it seeks to assess the taxa of plants documented in the photos and the users' understanding of the flora, using user-identified information as a proxy.

Methods – Using the Flickr API and a GIS project in QGIS, the study collected photographs taken in and above the subalpine zone (defined here as starting at 1500 masl) in Northern Ticino between 1 April and 31 October (in 2020, only until 20 July); we sampled up to ten photos per user. The authors performed a content analysis to categorize the main subjects of the photos. For photos containing plants as visible subjects, we further identified plants to genus or species, when possible. We also collated user's comments and tags related to plants.

Results – Of the 540 photos in the final dataset, 80 (14.8%) photos contained individual plants that could be visually identified. In contrast, only 28 (5.2%) photos contained plant-related tags. Identifiable plants came from 26 genera, the most

common being *Larix*, *Epilobium*, and *Eriophorum*. All identified taxa are considered common plants; none were on the Red, Black, or Watch Lists in Canton Ticino. Conspicuously missing were Orchidaceae species and two "symbolic" floral taxa of the Alps (*sensu* Schirpke et al. 2018): *Gentiana (acaulis and clusii)* and *Leontopodium alpinum*. Users rarely identified taxa (5%), but were generally correct (100%), when they did.

Conclusions – Our initial findings demonstrate that a visual content analysis captures more taxa than a simple analysis of user-generated content would. Further, it shows that visitors, while not always specifically recognizing it, appreciate the flora of mountain areas. This highlights the need for continued conservation and education efforts.

Keywords: alpine flora, Flickr, geotagged photos, image content analysis, social media

TECNOLOGIE DI RICONOSCIMENTO DI IMMAGINI E DRONI PER LA MAPPATURA AUTOMATICA DELLA DISTRIBUZIONE DELLA PALMA DI FORTUNE IN TICINO

Vasco Lepori, Alessia Prospero, Gianni Boris Pezzatti*, Claudio Bozzini e Marco Conedera – * boris.pezzatti@wsl.ch

Introduzione e obiettivi – Le specie invasive possono rappresentare una minaccia per la biodiversità e i servizi forniti dagli ecosistemi indigeni. In questo lavoro valutiamo l'idoneità di nuove tecnologie quali droni e machine learning (reti neurali) per automatizzare i processi di identificazione e georeferenziazione della specie nell'ambito della mappatura della distribuzione della Palma di fortuna (*Trachycarpus fortunei*).

Metodi – Abbiamo eseguito 65 voli di drone in aree scelte del Canton Ticino con forte presenza della specie all'interno dei boschi. I voli sono stati eseguiti per due mesi durante il periodo invernale arrivando a coprire un'area totale di 2'162'000 m². La classificazione delle immagini è stata realizzata con un modello di deep learning (rete neurale convoluzionale) implementato in Keras / Tensorflow, preventivamente calibrato su un dataset di migliaia di ritagli di foto di 100x100 pixel classificati manualmente. Successivamente, le posizioni degli oggetti identificati nelle immagini sono state georeferenziate utilizzando uno strumento di monofotogrammetria (WSL Monoplotting), i dati dei sensori del drone (posizione, orientamento), i parametri della fotocamera e un modello digitale del terreno. La precisione della georeferenziazione automatica è stata valutata in una prova separata con marcatori a terra.

Risultati – In un dataset di validazione composto da 32'550 ritagli verificati manualmente da 50 fotografie scelte casual-

mente il modello ha riconosciuto la specie target dalla vegetazione circostante con un'accuratezza del 97% (AUC = 0,92). La precisione della georeferenziazione automatica è nell'intervallo di 3,9 ± 1,5 metri a 65 metri di altezza di volo, ma aumenta linearmente con l'aumentare dell'altezza del drone.

Conclusioni – Le tecnologie utilizzate hanno il potenziale per migliorare l'efficienza e la riproducibilità della raccolta dati su larga scala. I primi risultati sono incoraggianti e lasciano presupporre un ampio potenziale di automatizzazione dell'approccio. Unendo questi metodi innovativi a fonti di dati tradizionali, speriamo di giungere a una migliore comprensione della nicchia ambientale della Palma di Fortune e aiutare la previsione della sua distribuzione futura.

Parole chiave: deep learning, monoplotting, Palma di fortuna, remote sensing, specie invasive

Forte presenza di *T. fortunei* al margine del bosco nei pressi di Caslano, TI (foto: Vincent Fehr).



Trachycarpus fortunei forms dense understory in forest edge near Caslano, TI (photo: Vincent Fehr).

USING DRONE IMAGERY AND DEEP LEARNING TO MAP THE DISTRIBUTION OF THE INVASIVE NEOPHYTE *TRACHYCARPUS FORTUNEI*

Vasco Lepori, Alessia Prospero, Gianni Boris Pezzatti*,
Claudio Bozzini and Marco Conedera
* boris.pezzatti@wsl.ch

Background and Aims – Invasive alien species can present a threat to native biodiversity and compromise ecosystem services. In this study, we focus on novel methodologies to assess the current distribution of *Trachycarpus fortunei* (Windmill palm) in Ticino, Switzerland. The proposed approach automates the necessary steps following image acquisition, i.e., object classification and georeferencing, to generating the distribution map of the target species in the surveyed areas.

Methods – We performed 65 drone flights over a two-months winter period over selected locations where we knew the species to be present, amounting to a total area of 2'162'000 m². The image classification used a deep learning model (convolutional neural network) implemented in Keras / Tensorflow, which was trained on a dataset of thousands of manually annotated tiles of 100x100 pixels. Subsequently, the locations of identified objects in the images were georeferenced using the monophotogrammetry tool WSL Monoplotting, drone sensor data (position, orientation), camera parameters and a Digital Elevation Model. The accuracy of the automated geo-referencing was assessed in a separate trial with ground markers.

Results – In a validation dataset consisting of 32'550 manually verified image-tiles from 50 randomly chosen images, the trained model accurately classified the target species from the surrounding vegetation (97% accuracy, AUC = 0.92). The accuracy of the automated geo-referencing was in the range of 3.9 ± 1.5 meters at 65 meters but increased with drone altitude. These encouraging early results hint at the potential of the semi-automated approach for mapping of species.

Conclusions – The technologies presented have the potential to improve the scale, efficiency, and reproducibility of data collection. By leveraging both these approaches and traditional data sources, we hope to get a more precise understanding of the Windmill palm's environmental niche at different scales and help predict its future potential range.

Keywords: alien species, remote sensing, Windmill palm, deep learning, monoplotting

“NOT SO SIMPLE(X)”: NUOVE INFORMAZIONI SULLA DISTRIBUZIONE DI *BOTRYCHIUM SIMPLEX* NELLE ALPI

Alessio Maccagni*, Vinciane Mossion e Jason Grant – *alessio.maccagni@unibas.ch

Contesto e obiettivi – *Botrychium* Sw. è un genere di felci distribuito in tutto il globo, seppur con la più alta diversità nei climi temperati-freddi. Esso racchiude 35 specie, di cui sette in Europa, dove *B. simplex* è tra le specie più rare e in pericolo d'estinzione. Questa piccola felce ha una distribuzione circumboreale-oceanica, che comprende il Giappone, il Nord America e l'Europa. Nel sistema montuoso centro-europeo, *B. simplex* è stato trovato in meno di venti località. Tuttavia, studi recenti suggeriscono che gli individui trovati in alcune di queste località appartengono alla var. *tenebrosum*, recentemente elevata al rango di specie. Il nostro obiettivo è di chiarire la tassonomia di *B. simplex* nelle Alpi.

Metodi – Il materiale fogliare è stato raccolto dal 2015 al 2020 nelle Alpi centrali (Svizzera, Italia e Austria). Sono stati sequenziati quattro loci plastidici non codificanti (introni *matK* e *rpl16* e gli spaziatori intergenici *trnH^{GUG}-psbA* e *trnL^{UAA}-trnF^{GAA}*). Questo set di dati è stato combinato con le sequenze disponibili di *B. simplex* del Nord Europa e del Nord America. Le relazioni filogenetiche sono state valutate utilizzando i metodi di massima verosimiglianza e inferenza bayesiana. I tratti morfologici tassonomicamente rilevanti sono stati valutati su materiale fresco e secco.

Risultati – Gli alberi filogenetici preliminari hanno rivelato due cladi distinti corrispondenti a *B. simplex* e *B. tenebrosum*. *Botrychium simplex* è la specie più comune, presente in Italia,

Austria e Svizzera, mentre *B. tenebrosum* è stato identificato solo tra i campioni svizzeri. La differenziazione morfologica tra le due specie sembra possibile dalla lunghezza del gambo dello sporoforo ed il suo rapporto con la parte che porta gli sporangi. Inoltre, la lunghezza del gambo comune tende ad essere maggiore in *B. tenebrosum*.

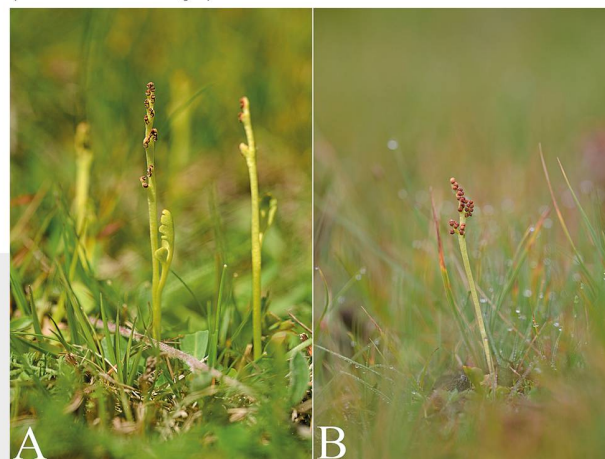
Conclusioni – Il nostro studio fornisce prove genetiche e morfologiche dell'esistenza di due taxa distinti all'interno del sistema montuoso centro-europeo, cioè *B. simplex* e *B. tenebrosum*. Questo evidenzia la necessità di valutarne il loro stato di conservazione. DOI: 10.13140/RG.2.2.21633.17760.

Parole chiave: *Botrychium tenebrosum*, conservazione delle felci, Lista Rossa, Ophioglossaceae, stato di conservazione

A. *Botrychium tenebrosum* A.A. Eaton (Cantone dei Grigioni, CH);

B. *Botrychium simplex* E. Hitchc. (Cantone dei Grigioni, CH)

(foto: Alessio Maccagni).



A. *Botrychium tenebrosum* A.A. Eaton (Graubünden, CH);

B. *Botrychium simplex* E. Hitchc. (Graubünden, CH) (photos: Alessio Maccagni).

NOT SO SIMPLE(X): NEW INSIGHT ON THE DISTRIBUTION OF *BOTRYCHIUM SIMPLEX* IN THE ALPS

Alessio Maccagni*, Vinciane Mossion and Jason Grant
*alessio.maccagni@unibas.ch

Background and Aims – *Botrychium* Sw. is a world-wide distributed fern genus having the highest species diversity under temperate and cold climates. It contains 35 species, of which seven occur in Europe, with the little grape fern *Botrychium simplex* being one of the rarest and most endangered species. It has a circumboreal-oceanic distribution, including Japan, North America, and Europe. Within the Central-European Mountain System, *B. simplex* is known in less than twenty localities. However, recent studies suggest that some of these locations belong to the var. *tenebrosum*, recently elevated to the rank of species. Our aim is to clarify the taxonomy of *B. simplex* within the Alps.

Methods – Leaf material was collected from 2015 to 2020 in the central Alps (Switzerland, Italy, and Austria). Four non-coding plastid loci (*matK* and *rpl16* introns and, *trnH^{GUG}-psbA* and *trnL^{UAA}-trnF^{GAA}* intergenic spacers) were sequenced. This dataset was combined with available *B. simplex* sequences from northern Europe and North America. Phylogenetic relationships were assessed using maximum likelihood and Bayesian methods. Taxonomically relevant morphological traits were evaluated on fresh and dry material.

Results – Preliminary phylogenetic trees revealed two well-

supported clades corresponding to *B. simplex* and *B. tenebrosum*. *Botrychium simplex* was the most common species, occurring in Italy, Austria, and Switzerland, while *B. tenebrosum* was identified only among Swiss samples. The length of the sporophore stalk and the ratio between the sporophore stalk and the part bearing sporangia allowed to morphologically separate specimens according to their genetic differentiation. Moreover, the common stalk length tended to be longer in *B. tenebrosum*.

Conclusions – Our study provides molecular and morphological evidence for two distinct taxa within the Central-European Mountain System, i.e., *B. simplex* and *B. tenebrosum*. This highlights the need to assess their conservation status. DOI: 10.13140/RG.2.2.21633.17760.

Keywords: *Botrychium tenebrosum*, conservation status, fern conservation, Ophioglossaceae, Red List Assessment

DISTRIBUZIONE CONSISTENZA DELLE POPOLAZIONI E SINECOLOGIA DI *ANDROSACE BREVIS* (PRIMULACEAE)

Federico Mangili*, Marco Graziani, Elena Tonini, Vincenzo di Michele, Elena Eustacchio, Marco Bonelli
e Marco Caccianiga – *f.mangili@yahoo.it

Introduzione e obiettivi – *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces., è una steno-endemita, esclusiva di ambienti di crinale silicei sulle Alpi centro-meridionali a ridosso del Lago di Como. Obiettivo dello studio è produrre una mappa dettagliata delle popolazioni di *A. brevis*, conteggiare gli individui e definirne la sinecologia, che la letteratura assegna all'*Androsacion vandellii*, categoria non corrispondente a quanto osservato in campo.

Metodi – L'areale di *A. brevis* è stato suddiviso in 3 sottozone: Prealpi Luganesi e Alpi Lepontine sud-orientali (Alto Lario, Ticino centro-orientale, Mesolcina sud-orientale), Alpi Orobiche Occidentali e Alpi Retiche Occidentali (Val Masino e Val Codera). Ogni sottozona è stata esplorata, individuando località di presenza e popolazioni. Le popolazioni individuate, sono state mappate con GPS conteggiando gli individui presenti. Per quanto riguarda l'inquadramento sinecologico si è rilevata la flora presente insieme ai pulvini di *A. brevis* con il metodo del rilievo fitosociologico. Tutti i dati sono stati registrati in appositi database Excel per permetterne l'elaborazione.

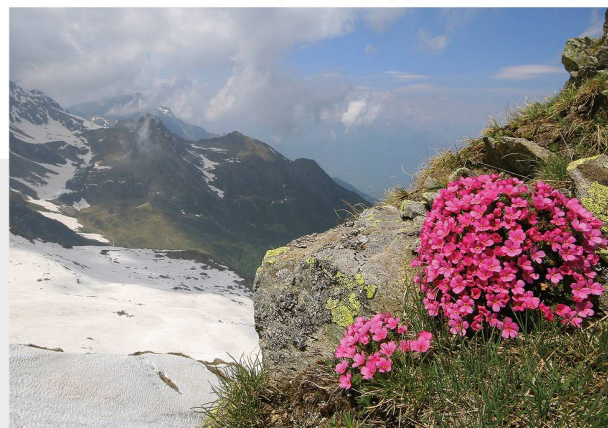
Risultati – Allo stato attuale, sono state conteggiate oltre 1'000 individui in 5 località in Alto Lario (di cui una in Mesolcina, le restanti in provincia di Como e Ticino), oltre 800 individui in 7 località nelle Alpi Orobiche e poco più di 50 individui in 3 località nelle Retiche Occidentali. Per quanto ri-

guarda l'analisi sinecologica stati realizzati 49 rilievi fitosociologici, che analizzati tramite *cluster-analysis* hanno evidenziato la presenza di 5 differenti *cluster* sinecologici.

Conclusioni – Il conteggio ha permesso di realizzare una mappa distributiva di dettaglio, fino ad oggi la più aggiornata disponibile, di fornire precise indicazioni sulle popolazioni a rischio di estinzione, e di fornire dati di base per la realizzazione di studi successivi in corso d'opera (biologia riproduttiva, biogeografia e filogeografia). L'esplorazione dell'areale sta proseguendo, con l'individuazione di nuove popolazioni. I rilievi hanno permesso di inquadrare meglio la fitosociologia di riferimento di *A. brevis*, mostrando una sua capacità di adattarsi anche a contesti non inquadrabili nell'*Androsacion vandellii*.

Parole chiave: Alpi centro-meridionali, *Androsace brevis*, endemismo, flora

Androsace brevis (Hegetschw.) Ces., 17/06/2013, crinale tra il Monte Rotondo ed il Monte Stavello, Alpi Orobiche (SO) (foto: Federico Mangili).



Androsace brevis (Hegetschw.) Ces., 17/06/2013, ridge between Monte Rotondo and Monte Stavello, Orobiche Alps (SO) (photo: Federico Mangili).

DISTRIBUTION, POPULATION SIZE AND SYNECOLOGY OF *ANDROSACE BREVIS* (PRIMULACEAE)

Federico Mangili*, Marco Graziani, Elena Tonini,
Vincenzo di Michele, Elena Eustacchio, Marco Bonelli
and Marco Caccianiga – *f.mangili@yahoo.it

Background and Aims – *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces., is a steno-endemic, exclusive to siliceous ridge environments in the central-southern Alps near Lake Como. The aim of the study is to produce a detailed map of the populations of *A. brevis*, to count the individuals and define their synecology, which the literature assigns to *Androsacion vandellii*, a category that does not correspond to what was observed in the field.

Methods – The range of *A. brevis* was divided into 3 subareas: Luganese Pre-Alps and south-eastern Lepontine Alps (Alto Lario, central-eastern Ticino, south-eastern Mesolcina), western Orobiche Alps and western Rhaetian Alps (Val Masino and Val Codera). Each sub-area was explored, identifying localities of presence and populations. Identified populations were mapped with GPS, and individuals were counted. With regards to the synecological framework, the flora present together with the pulvini of *A. brevis* was recorded using the phytosociological survey method. All data was recorded in special Excel databases for processing.

Results – To date, more than 1'000 individuals have been counted in 5 localities in Alto Lario (one of which in Mesolcina, the others in the province of Como and Ticino), more

than 800 individuals in 7 localities in the Orobiche Alps and just over 50 individuals in 3 localities in the Western Rhaetian Alps. As regards the synecological analysis, 49 phytosociological surveys were carried out, which, analysed by means of cluster-analysis, revealed the presence of 5 different synecological clusters.

Conclusions – The count has made it possible to produce a detailed distribution map, the most up-to-date available to date, to provide precise indications of populations at risk of extinction, and to provide basic data for other studies in progress (reproductive biology, biogeography and phylogeography). The exploration of the area is continuing, with the identification of new populations. The surveys have made it possible to better frame the phytosociological reference of *A. brevis*, showing its ability to adapt also to contexts that cannot be classified as *Androsacion vandellii*.

Keywords: *Androsace brevis*, central-southern Alps, endemism, flora

SITUAZIONE ATTUALE E PROSPETTIVE FUTURE DELL'UNICA POPOLAZIONE SVIZZERA DI *ADENOPHORA LILIIFOLIA* (CAMPANULACEAE)

Sofia Mangili* e Brigitte Marazzi – * sofia.mangili@ti.ch

Introduzione e obiettivi – *Adenophora liliifolia* (L.) A. DC. è una specie erbacea perenne a distribuzione eurasiatica e in pericolo d'estinzione in Svizzera. L'unica popolazione svizzera conosciuta si trova sul Monte San Giorgio, in prati d'interesse conservazionistico, relativamente isolata al margine occidentale dell'areale della specie. Il successo riproduttivo della popolazione sembra essere diminuito negli ultimi due decenni. In questo studio intendiamo chiarire la sua situazione attuale indagando gli aspetti demografici e riproduttivi e considerando anche la gestione passata e attuale dell'habitat.

Metodi – La popolazione totale è stata censita nel 2019 durante il periodo di fioritura. Ogni fusto (qui considerato come l'unità della popolazione) è stato numerato e quelli riproduttivi sono stati monitorati una volta al mese, da giugno a settembre. Per ogni fusto, in giugno, sono stati annotati il numero di foglie e l'altezza, mentre lo stato fenologico (riproduttivo, sterile o morto), il tipo di infiorescenza (semplice o composta), il successo riproduttivo (numero di fiori e frutti) e la presenza/assenza di danni sono stati verificati durante tutta la stagione. Il successo riproduttivo è stato analizzato per la popolazione totale e per tre sottogruppi, definiti dal tipo di gestione dell'habitat ("solo decespugliamento", "sfalcio biennale" e "sfalcio annuale").

Risultati – La popolazione di *A. liliifolia* nel 2019 comprendeva 996 fusti, il 37.4% dei quali erano in fiore. I fusti riproduttivi sono risultati più alti e con più foglie di quelli sterili.

Solo il 5.4% della popolazione totale, o il 14.5% dei fusti in fiore, è riuscito a produrre almeno un frutto maturo. Il successo riproduttivo differisce tra i metodi di gestione: è più alto (12.3%) con "solo decespugliamento", seguito da "sfalcio biennale" (5.8%) e "annuale" (0.4%). La senescenza delle parti aeree del fusto avviene in autunno inoltrato.

Conclusioni – Il successo riproduttivo della popolazione svizzera di *A. liliifolia* appare critico ed è caratterizzato da un'alta mortalità di fusti e degli organi floreali. Lo sviluppo dei frutti sembra lo stadio fenologico più suscettibile. Questo risultato richiede tuttavia ulteriori indagini. Anche la gestione dell'habitat di *A. liliifolia* potrebbe avere un ruolo: i risultati preliminari suggeriscono che gli individui stanno meglio quando la gestione dell'habitat è minima. In caso di sfalcio, la tempistica della senescenza dei fusti dovrebbe essere considerata.

Parole chiave: conservazione, Monte San Giorgio

Adenophora liliifolia in fiore al Monte San Giorgio (foto: Sofia Mangili).



Adenophora liliifolia flowering on Mount San Giorgio (photo: Sofia Mangili).

CURRENT SITUATION AND FUTURE PERSPECTIVES OF THE ONLY SWISS POPULATION OF *ADENOPHORA LILIIFOLIA* (CAMPANULACEAE)

Sofia Mangili* and Brigitte Marazzi – * sofia.mangili@ti.ch

Background and Aims – *Adenophora liliifolia* (L.) A. DC. is a perennial herbaceous species with Eurasian distribution, critically endangered in Switzerland. The only known Swiss population occurs on Mount San Giorgio, in meadows of conservation value, and relatively isolated at the western margin of the species' range. The population's reproductive success appears to have been declining in the last two decades. In this study, we aim at clarifying its current situation by investigating demographic and reproductive aspects, also considering past and current habitat management.

Methods – Total population was censused in 2019 at the beginning of the flowering season. Each plant stem (i.e. here as the population unit) was numbered, and the reproductive ones were surveyed once a month, from June to September. For each plant stem, leaf number and stem height were recorded in June, and phenological state (reproductive, sterile or dead), inflorescence type (simple or compound), reproductive success (number of flowers and fruits) and presence/absence of damages were recorded throughout the survey. Reproductive success was analysed for total population and for three subsets defined by their management plan ("bush removal only", "biennial mow" and "annual mow").

Results – The population of *A. liliifolia* consisted of 996 plant

stems, 37.4% of which were flowering. Reproductive plant stems are taller and bear more leaves than sterile ones. Only 5.4% of the total population, or 14.5% of the flowering stems, managed to produce at least one mature fruit. The reproductive success differs among management plans: it was the highest (12.3%) in "bush removal only", followed by "biennial" (5.8%) and "annual" (0.4%) mows. Aboveground plant senescence occurs late in Fall.

Conclusions – Reproductive success of the Swiss *A. liliifolia* population appears critical, as characterized by a high plant stem and floral organ mortality in which fruit development seems the most susceptible phenological stage. But this needs further investigation. The management of *A. liliifolia*'s habitat could also play a role: preliminary results suggest that individuals perform better when habitat management is minimal. In case of mowing, timing should be considered as well.

Keywords: conservation, Mount San Giorgio.

CERCASI CONOSCENZE DI ESPERTI: COLMARE LE LACUNE SUGLI IMPATTI AMBIENTALI DELLE NEOFITE IN SVIZZERA

Brigitte Marazzi*, Lisanna Schmidt e Sibyl Rometsch – * brigitte.marazzi@infoflora.ch

Introduzione e obiettivi – La valutazione del rischio e dell'impatto delle specie esotiche sono fondamentali per la gestione e l'azione. Gli attuali approcci per classificare l'impatto delle neofite sull'ambiente sono basati sull'evidenza, ma la letteratura scientifica pertinente è ancora poca e sparsa. Per colmare tali lacune in Svizzera abbiamo esplorato la possibilità di utilizzare le conoscenze e le osservazioni degli esperti per dedurre le categorie d'impatto secondo l'EICAT (Environmental Impact Classification of Alien Taxa).

Metodi – Nell'ottobre 2019, 102 esperti svizzeri (botanici, professionisti, ecc.) hanno ricevuto da Info Flora una lista di 124 piante esotiche e sono stati invitati a compilare un formulario online, standardizzato per ogni osservazione (una neofita in un sito specifico). È stato chiesto loro di dare priorità alle specie per le quali la nostra ricerca bibliografica non aveva trovato alcuna (o solo poca) letteratura scientifica rilevante per l'EICAT. Le informazioni richieste includevano: data dell'osservazione, superficie e vegetazione del sito, abbondanza della neofita, specie indigene colpite, stima del grado di impatto e meccanismo di impatto.

Risultati – Sono stati ricevuti 69 riscontri da parte di 19 esperti, con informazioni rilevanti per l'impatto di 38 neofite in otto cantoni: solo 8 erano specie senza letteratura rilevante per l'EICAT e 7 con una sola pubblicazione, mentre per 12 la ricerca della letteratura non era ancora stata fatta. Nella

maggior parte dei casi, le neofite rappresentavano > 50% della vegetazione totale del sito segnalato. Gli esperti hanno elencato un totale di 143 specie indigene colpite. L'inferenza delle categorie EICAT ha portato a 26 impatti "Moderati" e 2 "Maggiori"/"Massicci". La competizione è stato il meccanismo più citato per spiegare l'impatto sulle specie indigene.

Conclusioni – Poiché molti esperti non pubblicano i loro studi in riviste scientifiche peer-reviewed, la loro competenza e le osservazioni sulle neofite potrebbero essere registrate attraverso un documento standardizzato, che potrebbe essere usato e citato nelle valutazioni di impatto e di rischio. Pertanto, anche se valutate con "bassa confidenza" dalle direttive EICAT, le esperienze degli esperti possono colmare le lacune di conoscenza esistenti. Uno strumento standardizzato di registrazione delle conoscenze degli esperti potrebbe anche essere utile per il riconoscimento precoce di nuove neofite invasive o potenzialmente invasive e per identificare le esigenze della ricerca sugli impatti ambientali delle neofite o sulla loro possibile assimilazione negli ecosistemi.

Parole chiave: citizen-science, neofita, specie aliene

EXPERT KNOWLEDGE WANTED: FILLING THE GAPS ON ENVIRONMENTAL IMPACTS OF ALIEN SPECIES IN SWITZERLAND

Brigitte Marazzi*, Lisanna Schmidt and Sibyl Rometsch
* brigitte.marazzi@infoflora.ch

Background and Aims – Assessing risk assessment and impact of alien species are fundamental to management and action. Current approaches to classify the impact of alien species on the environment are evidence-based, but the relevant scientific literature is still poor and scattered. To fill such gaps in Switzerland, we explored the possibility to use expert knowledge and observations for inferring impact scores following EICAT (Environmental Impact Classification of Alien Taxa).

Methods – In October 2019, 102 experts (field-botanists, practitioners, ecc.) from Switzerland were provided by Info Flora with a list of 124 selected alien plants and were asked to fill out an online standardized form for each observation of one alien species at a specific site. They were asked to prioritize species for which our global literature search had found no or little EICAT-relevant scientific literature. Requested information included: observation time, site surface and vegetation, abundance of the alien species, affected native species, and estimated impact level and impact mechanism.

Results – A total of 69 reports from 19 experts were received, with impact-relevant information on 38 alien species in eight Cantons: Only 8 were prioritized species with no EICAT-relevant literature and 7 with a single publication, while for 12



Osservazioni documentate di *Erigeron karwinskianus* hanno evidenziato la necessità di verificarne il potenziale invasivo (foto Nicola Schoenenberger).

Documented observations of *Erigeron karwinskianus* have highlighted the need to evaluate its invasive potential (photo Nicola Schoenenberger).

the literature search was not done yet. In most cases, alien species represented >50% of the total vegetation at the reported site. Experts listed a total of 143 native plant species affected. Inference of EICAT scores resulted in 26 "Moderate" and 2 "Major"/"Massive" impacts. Competition was the most mentioned mechanism to explain impact on native species.

Conclusions – Because many experts do not publish their studies in scientific peer-reviewed journals, their expertise on alien species could be recorded via a standardized document, which could be used and cited by impact and risk assessments. Therefore, although rated with "low confidence" by EICAT guidelines, expert reports can fill existing knowledge gaps. A standardized recording tool for expert knowledge could also be useful for early detection of new invasive or potentially invasive alien species and for identifying research needs on environmental impacts of alien species or on their possible assimilation into ecosystems.

Keywords: alien species, citizen-science, neophyte

L'ANALISI VIDEO COME APPROCCIO INNOVATIVO PER INDAGARE LE INTERAZIONI PIANTA-ARTROPODE IN AMBIENTI DI ALTA MONTAGNA: IL CASO STUDIO DI *ANDROSACE BREVIS* (PRIMULACEAE)

Alessio Minici*, Andrea Melotto, Marco Bonelli, Elena Eustacchio, Erica Dinatale, Andrea Conti, Mauro Gobbi, Luca Gianfranceschi, Morena Casartelli e Marco Caccianiga – * alessio.minici@studenti.unimi.it

Introduzione e obiettivi – Nonostante poco sia noto sulle interazioni tra artropodi e piante in ambienti di alta quota, queste sono una componente fondamentale degli ecosistemi di montagna e possono essere fortemente influenzate dal cambiamento climatico. L'uso di video per studiare le comunità di artropodi può risultare meno invasivo del campionamento manuale e permette di investigare comportamenti che potrebbero non essere identificati dall'osservazione sul campo. Questo approccio metodologico è stato applicato agli artropodi che visitano i fiori della specie stenoendemica alpina *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces., come modello di interazioni che possono essere influenzate dal cambiamento climatico.

Metodi – Si sono registrate circa 87 ore di video in due anni durante il periodo di fioritura di *A. brevis* (maggio-giugno) in due siti delle Alpi centro meridionali (Lombardia, Italia). Durante le sessioni sono stati registrati anche i parametri ambientali che possono influenzare la presenza e l'attività degli artropodi. Successivamente, i video sono stati analizzati con un software di osservazione comportamentale (BORIS) per indagare l'attività e il time-budget degli artropodi sui fiori di *A. brevis*, con particolare attenzione verso possibili impollinatori.

Risultati – Il metodo ha permesso di registrare l'attività e il tempo trascorso dagli artropodi sui fiori. Si è individuata

un'alta variabilità di comportamento tra i taxa, per esempio nel numero medio di fiori visitati, ingressi nel tubo corollino, tempo trascorso sul fiore e nel tubo corollino. Inoltre, sono state identificate diverse interazioni con la pianta. I risultati ottenuti permettono di ipotizzare il possibile ruolo ecologico degli artropodi che visitano i fiori, evidenziando ad esempio il ruolo dei Ditteri brachiceri e degli Imenotteri apoidei nell'impollinazione. Inoltre, si sono valutate le correlazioni tra i parametri ambientali (ad esempio, la temperatura, l'illuminamento e la velocità del vento) e l'attività degli artropodi in ambiente di alta montagna.

Conclusione – L'approccio impiegato si è dimostrato efficace per comprendere a fondo le relazioni tra piante e la fauna ad essa associata negli ecosistemi di alta montagna. In particolare, questo lavoro rappresenta un contributo per una migliore comprensione delle interazioni pianta-impollinatori in ambiente alpino.

Parole chiave: artropodi, biologia dell'impollinazione, ecologia comportamentale, ecosistemi montani, etologia, impollinatori, registrazione video

Setup sperimentale del metodo di registrazione video (foto: Marco Bonelli).



Experimental setup of videorecording method (photo: Marco Bonelli).

VIDEO ANALYSIS AS AN INNOVATIVE APPROACH TO INVESTIGATE PLANT-ARTHROPOD INTERACTIONS IN HIGH MOUNTAIN ENVIRONMENTS: THE CASE STUDY OF *ANDROSACE BREVIS* (PRIMULACEAE)

Alessio Minici*, Andrea Melotto, Marco Bonelli, Elena Eustacchio, Erica Dinatale, Andrea Conti, Mauro Gobbi, Luca Gianfranceschi, Morena Casartelli and Marco Caccianiga – * alessio.minici@studenti.unimi.it

Background and Aims – Little is known about the interactions between arthropods and plants in high altitude environments. However, these interactions are a fundamental component of mountain ecosystems, and may be highly affected by climate change. The use of video observations to investigate arthropod communities is less invasive than manual sampling and allows to study behaviours that may not be identified by field observation. We employed this methodological approach on flower-visiting arthropods of the narrow endemic alpine plant *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces. as a model of interactions that may be affected by climate change.

Methods – We recorded about 87 hours of video in two years during the flowering period of *A. brevis* (May-June) in two sites of central southern Alps (Lombardy, Italy). During the recording sessions we also registered environmental parameters possibly impacting arthropods' presence and activity. Subsequently, videos were analysed with a behavioural observation software (BORIS) to investigate the arthropod

activity on *A. brevis* flowers, with a focus on the identification of possible pollinators.

Results – The method allowed us to record the activity and time budget of arthropods on flowers. We assessed a high variability in behaviour among taxa, for instance in the mean number of flowers visited, corolla tubes entered, time spent on flowers and in the corolla tube. Moreover, we identified different interactions with the plant. Our results lead us to hypothesize the possible ecological role of flower-visiting arthropods, for instance highlighting the role of Brachycera Diptera and Apoidea Hymenoptera in pollination. Furthermore, we were able to assess correlations between environmental parameters (i.e., temperature, illuminance and wind speed) and arthropods activity in high mountain environments.

Conclusions – Our approach has proven to be effective to gain deep insight into the relationships between plants and associated fauna in high mountain ecosystems. In particular, our work represents a contribution towards a better understanding of plant-pollinator interactions in alpine environments.

Keywords: anthecology, arthropods, behavioural ecology, ethology, mountain ecosystems, pollinators, video recording

UN APPROCCIO MULTIDISCIPLINARE ALLA CONSERVAZIONE DEL GERMOPLASMA VEGETALE NELLE ALPI SUD-OCCIDENTALI: L'IMPEGNO CONGIUNTO DI DBIOS E CBV

Marco Mucciarelli*, Wanda Camusso, Martino Adamo, Francesco Dovana e Anna Fusconi – *marco.mucciarelli@unito.it

Introduzione e obiettivi – Le Alpi Sud-occidentali ospitano una flora diversificata grazie ai diversi ambienti e alle peculiari condizioni climatiche dovute alla vicinanza del Mar Mediterraneo. Molte specie sono sopravvissute nelle diverse aree rifugio di questo settore delle Alpi. In questo contesto, il DBIOS di Torino in collaborazione con il Centro per la Biodiversità Vegetale (CBV) dell'Ente Parchi Alpi Marittime in provincia di Cuneo, operano nel settore della conservazione delle specie rare attraverso un approccio multidisciplinare.

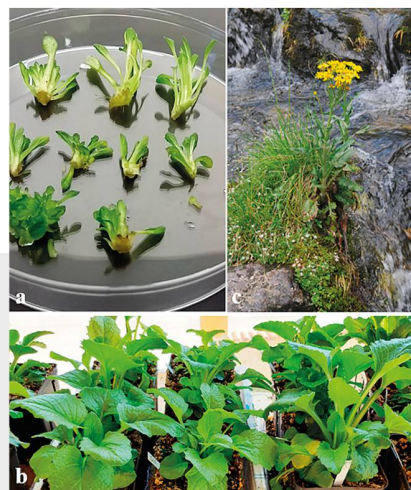
Metodi – Sono state condotte analisi morfometriche sui fiori di tre specie del genere *Fritillaria* e sulle foglie di *Tephrosia balbisiana*. La variabilità genetica è stata analizzata all'interno di 20 popolazioni mediante microsatelliti e analisi dei polimorfismi (RAPD e SCoTs). La regione ITS è stata sequenziata per lo studio delle relazioni filogenetiche mediante analisi bayesiana e Maximum Likelihood. Le popolazioni di *T. balbisiana* sono state modellate sulla base dei dati di presenza nelle Alpi SO e nell'Appennino Settentrionale ottenendo una previsione dell'areale attuale. Sono stati condotti test di germinazione per monitorare la vitalità dei semi freschi e conservati presso il CBV. Le piante di *Fritillaria moggridgei* e di *T. balbisiana* sono state propagate a partire da colture di cellule e tessuti *in vitro*.

Risultati – *Fritillaria*: I marcatori RAPD, i microsatelliti e gli ITS hanno mostrato che *Fritillaria burnatii* e *F. tubaeformis* sono

taxa distinti. Inoltre, *F. moggridgei*, endemica del settore Ligure, merita di essere elevata al rango di specie. Quest'ultima è stata propagata *in vitro* e i suoi semi conservati in banca. *Tephrosia balbisiana*: I risultati delle analisi nel morfospazio e del *fingerprinting* molecolare (SCoT) hanno rivelato alti livelli di variabilità genetica delle popolazioni Italiane. I modelli di distribuzione della specie hanno messo in luce caratteri ecologici peculiari nelle popolazioni periferiche.

Conclusioni – La delimitazione della specie a livello morfologico, eco-fisiologico e genetico, si è rivelata di cruciale importanza per la conservazione del germoplasma vegetale alpino, grazie anche ad un approccio multidisciplinare condiviso.

Parole chiave: Alpi liguri e marittime, approccio integrato, filogenesi, *fingerprinting* genetico, morfologia, specie rare



Propagazione di *Tephrosia balbisiana*. (a) Piante rigenerate *in vitro*; (b) piante acclimatate presso il vivaio Regionale Gambarello di Chiusa Pesio (CN); (c) la pianta in fioritura in natura (foto M. Mucciarelli).

Propagation of *Tephrosia balbisiana*. (a) Plants regenerated *in vitro*; (b) plants acclimatized at the Gambarello Regional Nursery in Chiusa Pesio (CN); (c) the plant flowering in nature (photo M. Mucciarelli).

MULTIPLE LINES OF EVIDENCE SUPPORT PLANT CONSERVATION IN THE SOUTHWESTERN ALPS: THE DBIOS AND CBV JOINT EFFORT

Marco Mucciarelli*, Wanda Camusso, Martino Adamo, Francesco Dovana and Anna Fusconi

*marco.mucciarelli@unito.it

Background and Aims – Many species survived glaciations in refuge areas of the southwestern Alps (SWA). A flora rich of endemisms established there, thanks to the presence of different environments and the climatic influence of the Mediterranean Sea. The Department of Life Sciences and Systems Biology (DBIOS) in collaboration with the Regional Centre for Plant Biodiversity “Emile Burnat” (CBV) operates through a multidisciplinary approach aimed at the *ex situ* conservation of rare species now threatened by climate change.

Methods – Morphological and morphometric analyses were conducted on flowers of three endemic *Fritillaria* taxa and on the leaves of *Tephrosia balbisiana* in order to disentangle variation at the population level. Genetic variability was quantified within twenty populations by microsatellite, RAPD and SCoT polymorphisms. Taxonomic relationships between these taxa and their alpine relatives were studied by Bayesian and Maximum Likelihood analyses of the ITS region. Population distribution was modelled in *T. balbisiana* according to occurrences on the SWA and in northern Apennines in order to predict habitat suitability. Germination tests were

conducted to monitor viability in fresh and cold-stored seeds at the CBV seed bank. Protocols for plant propagation from *in vitro* cultures of cells and tissues of *Fritillaria moggridgei* and *T. balbisiana* were developed.

Results – *Fritillaria*: RAPD and microsatellite polymorphisms together with the ITS phylogeny have shown that *Fritillaria burnatii* and *F. tubaeformis* are two distinct taxa. *F. tubaeformis* subsp. *moggridgei*, of the Ligurian sector, deserves the rank of species. For the latter, long-term cold storage of seeds and plant *in vitro* propagation is feasible. *Tephrosia balbisiana*: Leaf analyses in morphospace and SCoT *fingerprinting* of populations from the *locus classicus* and the Ligurian and Emilian Apennines have shown levels of variability greater than previously thought. Species distribution modelling highlighted distinguished ecological needs in «peripheral» populations.

Conclusions – Species delimitation at morphological, genetic and ecological levels is crucial for the conservation of plant germplasm. Effective *ex situ* conservation of these taxa has been accomplished with a multifaceted approach.

Keywords: genetic fingerprinting, integrated approach, maritime and ligurian Alps, morphology, phylogeny, rare plants

JUGLANS AILANTIFOLIA DAL GIAPPONE AL TICINO

Andrina Rosselli*, Brigitte Marazzi e Giorgio Moretti – * andrina.rosselli@ti.ch

Introduzione e obiettivi – Nella flora spontanea della Svizzera sono attualmente riconosciute due specie di alberi caducifogli del genere *Juglans*: *J. regia* (indigena) e *J. nigra* (nordamericana). Nel 2019 è stata trovata nel Cantone Ticino allo stato selvatico una terza specie, *J. ailantifolia* Carrière, originaria del Giappone. È qui presentata con le caratteristiche per riconoscerla e valutata come specie forestale, analizzando il suo potenziale invasivo.

Metodi – La specie è stata documentata e caratterizzata morfologicamente con rilievi in campo, fotografie e campioni d'erbario di riferimento. Per valutare la vitalità e il potenziale di formazione di ricacci, su 30 alberi è stato applicato il metodo di cercinatura con tre anelli, seguito da rilievi di controllo.

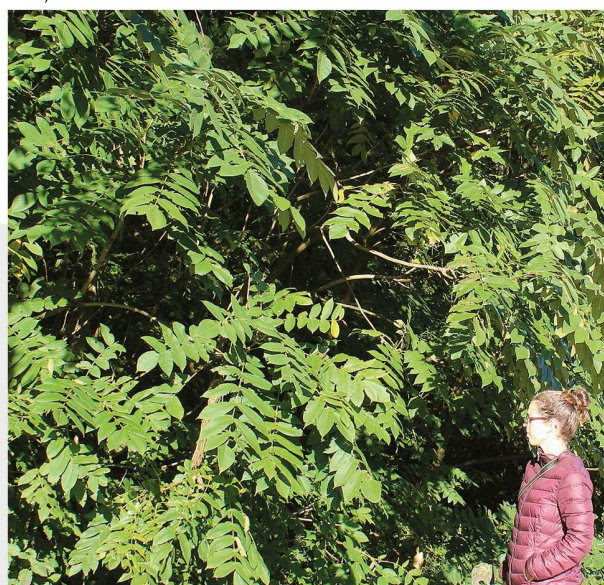
Risultati – *Juglans ailantifolia* possiede foglie composte lunghe fino 90 cm con 11-19 foglioline densamente pelose; infiorescenze maschili verdi pendenti, quelle femminili erette di colore rosso-pink; fino a 13 frutti indeiscenti (drupe) con esocarpo tomentoso, mesocarpo legnoso (= "noce") relativamente spesso. È presentata una chiave dicotomica per l'identificazione delle tre specie di *Juglans* in Ticino. La specie è stata trovata nel Bellinzonese e nel Mendrisiotto, in ambienti freschi; non è segnalata altrove in Svizzera. I due popolamenti più estesi sembrerebbero derivare da piantumazioni private risalenti a vari decenni fa. La cercinatura ha mostrato una debole capacità rigenerativa: gli alberi muoiono entro un

anno e la formazione dei ricacci è bassa. Tuttavia, sono stati osservati alberi tagliati al piede che hanno formato polloni vigorosi e in grado di raggiungere la maturità.

Conclusioni – Questo studio ha permesso di documentare la naturalizzazione di *J. ailantifolia* in Ticino, dove è passata inosservata per decenni. Le sue caratteristiche biologiche (pochi frutti dispersi solo a ridosso degli alberi maturi, nessuna riproduzione vegetativa) e la sua diffusione limitata (nonostante l'età degli alberi più grandi) non indicano attualmente un comportamento invasivo. È comunque consigliato sorvegliarne l'evoluzione, considerando la sua capacità rigenerativa in caso di disturbo umano (taglio/cercinatura). Per un uso forestale è preferibile utilizzare l'indigena *J. regia*.

Parole chiave: neofita, noce, potenziale invasivo, riconoscimento biologico

Alberi di *Juglans ailantifolia* a Gnosca (Cantone Ticino) (foto: Brigitte Marazzi).



Juglans ailantifolia trees in Gnosca (Canton Ticino) (photo: Brigitte Marazzi).

JUGLANS AILANTIFOLIA FROM JAPAN TO TICINO

Andrina Rosselli*, Brigitte Marazzi and Giorgio Moretti
* andrina.rosselli@ti.ch

Background and Aims – Two species of deciduous trees of the genus *Juglans* are currently recognized in the wild flora of Switzerland: *J. regia* (native) and *J. nigra* (North American). In 2019, a third species, *J. ailantifolia* Carrière, native to Japan, was found in Canton Ticino in the wild. It is presented here with the characteristics to recognize it and evaluated as a forest species, analyzing its invasive potential.

Methods – The species was documented and morphologically characterized with field surveys, photographs, and herbarium-voucher specimens. To assess vitality and potential for resprouting, the three-ring girdling method was applied to 30 trees, followed by control surveys.

Results – *Juglans ailantifolia* has compound leaves up to 90 cm long with 11-19 densely hairy leaflets; hanging and green male inflorescences, erect and red-pink female inflorescences; up to 13 indehiscent fruits (drupes) with tomentose exocarp and a relatively thick woody (= "nut") mesocarp. A dichotomous key for the identification of the three species of *Juglans* in Ticino is presented. The species was found in Bellinzona and Mendrisiotto, in cool environments; it is not reported elsewhere in Switzerland. The two most extensive stands appear to derive from private plantings dating back several decades. The girdling experiment showed a weak regenerative capacity: trees die within a year and resprouting is low.

However, trees cut at the base have been observed to form vigorous suckers capable of reaching maturity.

Conclusions – This study documented the naturalization of *J. ailantifolia* in Ticino, where it went unnoticed for decades. Its biological characteristics (few fruits dispersed only close to mature trees, no vegetative reproduction) and its limited distribution (despite the age of the largest trees) do not currently indicate invasive behavior. However, it is recommended to monitor its evolution, considering its regenerative capacity in case of human disturbance (cutting/girdling). For forest use, it is preferable to use the native *J. regia*.

Keywords: alien species, biological recognition, invasive potential, walnut

CAMBIAMENTI A LUNGO TERMINE DELLA COMPOSIZIONE DI COMUNITÀ VEGETALI DOMINATE DA *CAREX CURVULA* NELLE ALPI OROBIE

Diana Sciandra*, Federico Mangili e Marco Caccianiga – * diana.sciandra@studenti.unimi.it

Introduzione e obiettivi – Il cambiamento climatico è una potenziale minaccia agli ecosistemi di alta quota causando importanti cambiamenti nella composizione delle comunità biotiche. Abbiamo voluto quantificare i cambiamenti tassonomici e strutturali nella composizione delle comunità vegetali d'alta quota delle Alpi Orobie sulla base di rilievi fitosociologici recenti e storici.

Metodi – Abbiamo selezionato 36 rilievi, coprenti un periodo di 39 anni, di comunità di praterie tardo-successionali dominate da *Carex curvula* All. e li abbiamo confrontati mediante cluster analysis con i rilievi ottenuti negli stessi siti tra il 2018 ed il 2020. Per indagare i potenziali cambiamenti nel tempo delle condizioni ambientali, abbiamo eseguito una cluster analysis considerando i valori degli indici di Landolt (Temperatura, Umidità, Luce, Nutrienti e Humus).

Risultati – La cluster analysis ha identificato diversi gruppi, che sottolineano le differenze tra le comunità a *Carex curvula* studiate. Abbiamo osservato che 23 delle 36 coppie di rilievi si sono separate in raggruppamenti differenti: la maggior parte di questi si è spostata in comunità di quote inferiori. Gli indici di Landolt hanno mostrato una leggera riduzione dei valori di umidità e luce, mentre i valori di nutrienti e temperatura sono aumentati. I valori dell'humus hanno mostrato un aumento generalizzato, specialmente in condizioni di aridità.

Conclusioni – La diminuzione osservata delle specie maggiormente criofile suggerisce un cambiamento nella composizione delle comunità vegetali di alta quota guidato dal cambiamento climatico. Inoltre, i nostri risultati evidenziano variazioni temporali nelle condizioni ecologiche, probabilmente dovuti ad una combinazione di cambiamenti climatici e di uso del suolo.

Parole chiave: ambienti montani, cambiamenti climatici, indici di Landolt, rilievi fitosociologici

Delimitazione di un rilievo (50 m²) presso il Passo di Pila (2'513 m s.l.m.) (foto: Diana Sciandra).



Delimitation of a relevé (50 m²) at the Pila Pass (2'513 m a.s.l.) (photo: Diana Sciandra).

LONG-TERM CHANGES IN THE COMPOSITION OF PLANT COMMUNITIES DOMINATED BY *CAREX CURVULA* IN THE OROBIAN ALPS

Diana Sciandra*, Federico Mangili
and Marco Caccianiga
* diana.sciandra@studenti.unimi.it

Background and Aims – Climate change is a potential threat to high mountain ecosystems through major shifts in the composition of biotic communities. We aimed to quantify the taxonomic and structural changes in the composition of high-altitude plant communities of the Orobian Alps, based on recent and historical phytosociological relevés.

Methods – We selected 36 relevés spanning a period of 39 years of late-successional grassland communities dominated by *Carex curvula* All. and compared them with the same relevés made between 2018-2020 using cluster analysis. To investigate potential temporal shifts in environmental conditions, we used cluster analysis of indicator values (Temperature, Humidity, Light, Nutrient and Humus values).

Results – Cluster analysis identified different groups, which underline the differences between the investigated *Carex curvula* communities. We observed that 23 out of 36 couples of relevés separated in different clusters: most of those couples shifted to a lower-altitude community. Landolt indices showed a slight reduction in humidity and light values, while nutrient and temperature values increased. Humus values

showed a consistent increase, especially under dry conditions.

Conclusions – The observed decrease of cold-demanding species suggests a shift in the composition of high mountain plant communities driven by climate change. Moreover, our results provide evidence for temporal shifts in the ecological conditions, possibly due to a combination of climate and land-use change.

Keywords: climate change, Landolt indices, mountain environments, phytosociological relevés

LA SUCCESSIONE PRIMARIA DELLA PIANA PROGLACIALE SU SUBSTRATO CARBONATICO: IL CASO STUDIO DI TRE GHIACCIAI DOLOMITICI

Barbara Valle*, Mauro Gobbi, Roberto Seppi, Marina Borgatti, Marta Tognetti, Michael Bernasconi
e Marco Caccianiga – * barbara.valle@unimi.it

Introduzione e obiettivi – Le piane proglaciali offrono un'opportunità unica per analizzare la successione primaria in ambiente alpino, un fenomeno non ancora studiato per i ghiacciai dolomiti. Tuttavia queste aree ospitano un alto livello di biodiversità, includendo anche numerose specie endemiche. La ricerca investiga tre piane proglaciali dolomitiche, in un contesto climatico e altitudinale simile, ma in due aree biogeograficamente differenti: Vedretta d'Agola (Dolomiti di Brenta, Trento; min altitudine: 2600 m), Sorapiss Occidentale e Centrale (Dolomiti d'Ampezzo, Belluno; min altitudine rispettivamente: 2250 e 2210 m).

Metodi – Il campionamento interessa gli ambienti supraglaciali e la piana, dalle aree deglaciate dopo il 1980 alle morene della Piccola età Glaciale (PEG), identificando un transetto spazio-temporale. In ogni ambiente sono stati effettuati rilevamenti di vegetazione (5 m x 5 m). Il suolo è stato campionato per analisi fisiche e chimiche. Gli stadi terminali della successione sono stati campionati sulle morene del Tardiglaciale (10'000 anni), distanti 1, 0.8 e 0.6 km da Sorapiss Occidentale, Centrale e Vedretta d'Agola. Sono stati usati gli indici di Landolt per analizzare le peculiarità ecologiche del detrito supraglacial rispetto agli ambienti limitrofi che non risentono della presenza di ghiaccio.

Risultati – La biodiversità aumenta lungo il transetto spazio-temporale, in relazione all'evoluzione del suolo. Alcune specie sono utili per identificare precisi stadi della successione; al Sorapiss *Dryas octopetala* consolida le aree liberate dal ghiaccio dalla PEG. Il detrito supraglacial è colonizzato da specie più igrofile e adattate al freddo rispetto agli ambienti circostanti.

Conclusioni – La successione progredisce rapidamente durante i primi decenni, suggerendo la necessità di un maggior dettaglio temporale per meglio descriverne l'evoluzione. La presenza sul detrito epiglacial di specie più igrofile e adattate al freddo permette di indicare il possibile ruolo che questo ambiente potrà giocare in futuro come rifugio per specie microterme d'alta quota minacciate dal riscaldamento climatico.

Parole chiave: debris-covered glaciers, Dolomiti, transetti spazio-temporali

Piane proglaciali dei ghiacciai Centrale e Occidentale del Sorapiss (BL, Italia) (foto: Barbara Valle).



Glacier forelands of Western and Central Sorapiss glaciers (BL, Italy) (photo: Barbara Valle).

PRIMARY SUCCESSION ON CARBONATE GLACIER FORELANDS: THE CASE STUDY OF THREE DOLOMITIC GLACIERS

Barbara Valle*, Mauro Gobbi, Roberto Seppi,
Marina Borgatti, Marta Tognetti, Michael Bernasconi
and Marco Caccianiga – * barbara.valle@unimi.it

Background and Aims – Biological community dynamics on recently-deglaciated glacier forelands offer a unique opportunity for studying the primary succession, a phenomenon seldom studied on Alpine glaciers on carbonate bedrock because of the overall low number and dimension of such glaciers, often located in low-elevation peripheral chains. However, these sites host a high level of biodiversity, including many endemics. The aim of this research is to investigate by comparing three glacier forelands, similar for bedrock composition, climatic regime and altitude, but in different biogeographic contexts: Agola glacier (Brenta Dolomites, Trento, Italy; min altitude: 2600 m asl), Western Sorapiss and Central Sorapiss glacier (Ampezzo Dolomites, Belluno, Italy; min altitude: 2250 and 2210 m asl, respectively).

Methods – Sampling was performed from the supraglacial debris to the Little Ice Age (LIA) moraines on sampling sites corresponding to known deglaciation ages, identifying a space-for-time transect. For each site vegetation was detected with 5 m x 5 m quadrats. Soil samples were collected for physical and chemical analyses. Late Glacial substrata outside LIA moraines (c. 10'000 years) were also sampled as reference for late suc-

cessional stages, 1, 0.8 and 0.6 km far from Western Sorapiss, Central Sorapiss and Agola glaciers, respectively. In order to highlight ecological peculiarities of supraglacial debris with respect to the adjacent ice-free habitat Landolt indices were used.

Results – Our results indicated an increase of diversity of plants along the foreland chronosequence in relation to soil parameter evolution that leads to acidification and increase of organic matter content. Some species were useful to identify successional stages, like *Dryas octopetala* that at Sorapiss glaciers consolidates areas freed from ice since the LIA. Supraglacial debris was colonized by cold- and wet-adapted species.

Conclusions – Succession evolves fast during the first decades, suggesting the need for greater temporal detail to better understand ecological gradients in the first part of the space-for-time transect. Dolomitic glaciers are currently responding to climate change with a fast transformation into debris-covered glaciers, offering the possibility to study the colonization of the supraglacial debris. The occurrence of cold- and wet- adapted species indicated by Landolt indices suggests that supraglacial debris can act as refugium for threatened cold-adapted species.

Keywords: debris-covered glaciers, Dolomites, space-for-time transect

PATTERN DI DIVERSITÀ MULTITAXON LUNGO GRADIENTI ALTITUDINALI NELLE ALPI E NEL MASSICCIO DELLA MAJELLA

Chiara Vallese, Luca Di Nuzzo, Renato Benesperi, Alessandro Chiarucci, Gabriele Gheza, Paolo Giordani,
Walter Di Cecco, Luciano Di Martino, Michele Di Musciano, Chiara Lelli, Petra Mair, Daniel Spitale
e Juri Nascimbene* – *juri.nascimbene@unibo.it

Introduzione e obiettivi – Il cambiamento climatico sta minacciando sempre di più la biodiversità, diventando potenzialmente una delle principali cause dell'estinzione delle specie nei prossimi decenni. I gradienti altitudinali sono sistemi ideali per esplorare gli effetti dei cambiamenti indotti dal clima sulla biodiversità. Un approccio multitaxon unito ad un'analisi dei tratti delle specie lungo gradienti altitudinali è un approccio promettente per analizzare i pattern di biodiversità.

Metodi – Abbiamo esplorato l'influenza dei fattori climatici sui pattern di diversità di licheni, briofite e piante vascolari lungo gradienti altitudinali sia nelle Alpi che nel Massiccio della Majella (Abruzzo, Italia) per ottenere delle previsioni sugli scenari di biodiversità influenzati dal cambiamento climatico.

Risultati – I tre gruppi tassonomici mostrano risposte contrastanti al cambiamento climatico. Le principali differenze, in termini di ricchezza e composizione della comunità, sono state riscontrate tra licheni e briofite (crittogame) da un lato, e piante vascolari dall'altro. Le risposte contrastanti al cambiamento climatico tra questi gruppi sembrano essere mediate da tratti funzionali.

Conclusioni – I nostri risultati suggeriscono che i licheni e le briofite potrebbero essere maggiormente influenzati dai cambiamenti climatici rispetto alle piante vascolari. Tuttavia, sono state trovate anche relazioni contrastanti specie-clima e tratti-clima tra licheni e briofite, suggerendo che ogni gruppo può essere sensibile a diverse componenti del cambiamento climatico.

Parole chiave: biodiversità, briofite, climate change, gradienti altitudinali, licheni, piante vascolari

Thamnolia vermicularis, macrolichene terricolo tipico degli ambienti d'alta quota esposti al vento (foto: Juri Nascimbene).



Thamnolia vermicularis, terricolous macrolichen typical of high altitude environments exposed to the wind (photo: Juri Nascimbene).

PATTERNS OF MULTITAXON DIVERSITY ALONG ELEVATIONAL GRADIENTS IN THE ALPS AND IN THE MAJELLA MASSIF

Chiara Vallese, Luca Di Nuzzo, Renato Benesperi,
Alessandro Chiarucci, Gabriele Gheza, Paolo Giordani,
Walter Di Cecco, Luciano Di Martino,
Michele Di Musciano, Chiara Lelli, Petra Mair,
Daniel Spitale and Juri Nascimbene*
*juri.nascimbene@unibo.it

Background and Aims – Climate change is increasingly threatening biodiversity worldwide, potentially becoming one of the major causes of species extinctions in the next decades. Altitudinal gradients are ideal systems to explore the effects of climatic-induced changes on biodiversity. A multitaxon approach coupled with a species traits analysis along elevational gradients is a promising approach to elucidate diversity patterns.

Methods – We explored the influence of climatic factors on diversity patterns of lichens, bryophytes and vascular plants along steep elevational gradients both in the Alps and in the Majella Massif (Abruzzo, Italy) to predict biodiversity scenarios under future climate change.

Results – We found contrasting responses to climate change among taxonomic groups. The main differences, in terms of community richness and composition, were found between lichens and bryophytes (cryptogams) on the one hand, and vascular plants on the other hand. The contrasting responses

to climate change among these groups seem to be mediated by functional traits.

Conclusions – Our findings suggest that lichens and bryophytes could be more impacted by climate change than vascular plants. However, contrasting species-climate and traits-climate relationships were also found between lichens and bryophytes suggesting that each group may be sensitive to different components of climate change.

Keywords: biodiversity, bryophytes, elevational gradients, lichens, vascular plants

Elenco degli autori dei riassunti

- Martino Adamo – Department of Life Sciences and Systems Biology, University of Torino, Viale Mattioli 25, 10125 Torino, Italy
- Ellen C Baker – Jodrell Laboratory, Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey, TW9 3AB, UK – Department of Zoology, University of Oxford, 11a Mansfield Road, Oxford, OX1 3SZ, UK
- Manica Balant – Department of Biodiversity, University of Primorska, 6000, Koper, Slovenia – Laboratori de Botànica - Unitat associada CSIC, Facultat de Farmàcia i Ciències de 20 l'Alimentació, Universitat de Barcelona, Av. Joan XXIII 27-31, 08028 Barcelona, Catalonia, 21, Spain
- Sarah Barlow – Department of Biodiversity, University of Primorska, 6000, Koper, Slovenia
- Beat Bäumler – Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Chemin de l'Impératrice 1, 1292 Chambésy, Switzerland
- Jessica Bellingardi – Centro Flora Autoctona, c/o Parco Monte Barro, Via Bertarelli 11, 23851 Galbiate, Italy
- Renato Benesperi – Department of Biology, University of Florence, Via G. La Pira 4, 50121, Florence, Italy
- Mario Beretta – University of Milan, Department of Biosciences, Via Celoria 26, 20133 Milan, Italy
- Ariel Bergamini – Swiss Federal Research Institute WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Switzerland
- Michael Bernasconi – Department of Biosciences, Università degli Studi di Milano, Via Giovanni Celoria 26 - 20133 Milano Milano, Italy
- Steffen Boch – Swiss Federal Research Institute WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Switzerland
- Marco Bonelli – University of Milan, Department of Biosciences, Via Celoria 26, 20133 Milan, Italy
- Marina Borgatti – Department of Biosciences, Università degli Studi di Milano, Via Giovanni Celoria 26 - 20133 Milano Milano, Italy
- Christophe N. Bornand – Info Flora, c/o Botanischer Garten, Altenbergrain 21, 3013 Bern, Switzerland
- Claudio Bozzini – Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL, 6593 Cadenazzo, Switzerland
- Marco Caccianiga – Department of Life Sciences, University of Milan, Via Celoria 26, 20133 Milan, Italy
- Wanda Camusso – Associazione Parco del Nobile, Strada del Nobile 36, 10131 Torino, Italy
- Elisa Cardarelli – University of Milano-Bicocca, DISAT, Piazza dell'Ateneo Nuovo, 20126 Milan, Italy
- Gabriele Carraro – Dionea SA, 6600 Locarno, Switzerland
- Morena Casartelli – University of Milan, Department of Biosciences, Via Celoria 26, 20133 Milan, Italy
- Gabriele Casazza – DISTAV, University of Genoa, C.so Europa 26 16100 Genoa, Italy
- Bruno E. L. Cerabolini – Department of Biotechnology and Life Sciences (DBSV), Università degli Studi dell'Insubria, Via J.H. Dunant 3, I-21100, Varese, Italy
- Roberta M. Ceriani – Centro Flora Autoctona, c/o Parco Monte Barro, Via Bertarelli 11, 23851 Galbiate, Italy
- Alessandro Chiarucci – BIOME Lab, Department of Biological, Geological and Environmental Sciences Alma Mater Studiorum - University of Bologna, Via Imerio 42, 40126, Bologna, Italy
- Camille Christe – Plant Systematics and Biodiversity, University of Geneva, Geneva, Switzerland – Conservatory and Botanical Garden of Geneva, Chemin de l'Impératrice 1, 1292 Chambésy, Geneva, Switzerland
- Sandra Citterio – University of Milano-Bicocca, DISAT, Piazza dell'Ateneo Nuovo, 20126 Milan, Italy
- Marco Conedera – Insubric Ecosystems Research Group, Swiss Federal Research Institute WSL, A Ramèl 18, 6593 Cadenazzo, Switzerland
- Andrea Conti – University of Milan – Department of Environmental Science and Policy, Via Celoria 2, 20133 Milan, Italy
- Davide D'Apollo – University of Milano-Bicocca, DISAT, Piazza dell'Ateneo Nuovo, 20126 Milan, Italy
- Michele Dalle Fratte – Department of Biotechnology and Life Sciences (DBSV), Università degli Studi dell'Insubria, Via J.H. Dunant 3, I-21100, Varese, Italy
- Marco De Filippi – Azienda agricola Cof e Casele, Via M. Tindori, 30, 23036 Tegli (SO), Italy
- Giampaolo Della Marianna – Fondazione Fojanini, Via Valeriana 32, Sondrio, Italy
- Walter Di Cecco – Parco Nazionale della Majella, Via Badia, 28, 67039 Sulmona, Italy
- Luciano Di Martino – Parco Nazionale della Majella, Via Badia, 28, 67039 Sulmona, Italy
- Vincenzo di Michele – University of Milan, Department of Biosciences, Via Celoria 26, 20133 Milan, Italy
- Michele Di Musciano – BIOME Lab, Department of Biological, Geological and Environmental Sciences Alma Mater Studiorum - University of Bologna, Via Imerio 42, 40126, Bologna, Italy – Dipartimento di Medicina Clinica, sanità pubblica, scienze della vita e dell'ambiente, Università degli Studi dell'Aquila of L'Aquila, Piazzale Salvatore Tommasi 1, 67100 L'Aquila, Italy
- Luca Di Nuzzo – Department of Biology, University of Florence, Via G. La Pira 4, 50121, Florence, Italy
- Erica Dinatale – Department of Biosciences, University of Milan, Via Celoria 26, 20133 Milan, Italy
- Francesco Dovana – Department of Life Sciences and Systems Biology, University of Torino, Viale Mattioli 25 - 10125 Torino
- Stefan Eggenberg – Info Flora, c/o Botanischer Garten, Altenbergrain 21, 3013 Bern, Switzerland
- Peter Englmaier – OECONSULT - Expert Consultancy for Ecological Sciences, Einsiedlergasse 23/8, A-1050 Vienna, Austria University of Vienna, Althanstrasse 14, A-1090 Vienna, Austria
- Elena Eustacchio – University of Milan, Department of Biosciences, Via Celoria 26, 20133 Milan, Italy
- Andrea Fanchi – 23036 Tegli (SO), Italy

- Don Farrar – Department of Ecology, Evolution and Organismal Biology, Iowa State University of Science and Technology, Ames, United-States of America
- Jonatan Fendoni – Orto Tellinum, via Nazionale 8/d, Teglio (SO), Italy
- Riccardo Finotti – Azienda Rosa Dei Venti, Via Scranzi, 1, 23036 Teglio (SO), Italy
- Markus Fischer – Institute of Plant Sciences, University of Bern, Altenbergrain 21, 3013 Bern, Switzerland – Oeschger Centre for Climate Change Research (OCCR), University of Bern, Hochschulstrasse 4, 3012 Bern, Switzerland
- David Frey – Via Cantonale 79, 6818 Melano, Switzerland
- Anna Fusconi – Department of Life Sciences and Systems Biology, University of Torino, Viale Mattioli 25, 10125 Torino, Italy
- Emanuele Gatti – University of Milan, Department of Biosciences, Via Celoria 26, 20133 Milan, Italy
- Rodolfo Gentili – University of Milano-Bicocca, DISAT, Piazza dell'Ateneo Nuovo, 20126 Milan, Italy
- Matteo Gentilini – University of Milano-Bicocca, DISAT, Piazza dell'Ateneo Nuovo, 20126 Milan, Italy
- Gabriele Gheza – BIOME Lab, Department of Biological, Geological and Environmental Sciences Alma Mater Studiorum - University of Bologna, Via Irnerio 42, 40126, Bologna, Italy
- Luca Gianfranceschi – University of Milan, Department of Biosciences, Via Celoria 26, 20133 Milan, Italy
- Paolo Giordani – DIFAR, University of Genoa, Viale Cembrano 4, 16148 Genoa, Italy
- Mauro Gobbi – MUSE – Section of Invertebrate Zoology and Hydrobiology, Corso del Lavoro e della Scienza 3, 38122 Trento, Italy
- Jason Grant – University of Neuchâtel, Laboratory of evolutionary genetics, Rue Emile-Argand 11, 2000 Neuchâtel, Switzerland
- Marco Graziani – University of Milan, Department of Biosciences, Via Celoria 26, 20133 Milan, Italy
- Andrin Gross – SwissFungi, Swiss Federal Research Institute WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Switzerland
- Fausto Gusmeroli – Fondazione Fojanini, Via Valeriana 32, Sondrio, Italy
- Andreas Gyax – Info Flora, c/o Botanischer Garten, Altenbergrain 21, 3013 Bern, Switzerland
- Brack W. Hale – Franklin University Switzerland, Via Ponte Tresa 29, 6924 Sorengo, Switzerland
- Oriane Hidalgo – Jodrell Laboratory, Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey, TW9 3AB, UK – Laboratori de Botànica - Unitat associada CSIC, Facultat de Farmàcia i Ciències de 20 l'Alimentació, Universitat de Barcelona, Av. Joan XXIII 27-31, 08028 Barcelona, Catalonia, 21, Spain
- Antoine Jousson – Plant Systematics and Biodiversity, University of Geneva, Geneva, Switzerland. – Conservatory and Botanical Garden of Geneva, Chemin de l'Impératrice 1, 1292 Chambésy, Geneva, Switzerland
- Philippe Juillerat – Info Flora, c/o Conservatoire et Jardin botaniques, Chemin de l'Impératrice 1, 1292 Chambésy-Genève, Switzerland
- Michael Jutzi – Info Flora, c/o Botanischer Garten, Altenbergrain 21, 3013 Bern, Switzerland
- Anne Kempel – Institute of Plant Sciences, University of Bern, Altenbergrain 21, 3013 Bern, Switzerland. – Oeschger Centre for Climate Change Research (OCCR), University of Bern, Hochschulstrasse 4, 3012 Bern, Switzerland
- Michael Kessler – Department of Systematic and Evolutionary Botany, University of Zürich, 8008 Zurich, Switzerland
- Thomas Kiebach – Swissbryophytes c/o Department of Systematic and Evolutionary Botany, University of Zurich, Zollikerstrasse 107, 8008 Zürich, Switzerland
- Michael Kleih – Società Botanica Ticinese, Via Rinaldo Simen 45A, 6648 Minusio, Switzerland
- Ilia J Leitch – Jodrell Laboratory, Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey, TW9 3AB, UK
- Andrew R Leitch – School of Biological and Chemical Sciences, Queen Mary University of London, London, E1 4NS, UK
- Chiara Lelli – BIOME Lab, Department of Biological, Geological and Environmental Sciences Alma Mater Studiorum - University of Bologna, Via Irnerio 42, 40126, Bologna, Italy
- Vasco Lepori – Insubric Ecosystems Research Group, Swiss Federal Research Institute WSL, A Ramèl 18, 6593 Cadenazzo, Switzerland – Department of Biology, University of Fribourg, 1700 Fribourg, Switzerland
- Lara Lucini – Natural History Museum of Canton Ticino, Viale C. Cattaneo 4, Lugano, Switzerland
- Jurriaan M. de Vos – Department of Environmental Sciences – Botany, University of Basel, 4056 Basel, Switzerland
- Alessio Maccagni – Plant ecology and evolution, University of Basel, Schönbeinstrasse 6, 4056 Basel, Switzerland
- Giancarla Maestroni – Associazione per coltura del grano saraceno di Teglio e dei cereali alpini tradizionali, Teglio (SO), Italy
- Petra Mair – Museo di Scienze Naturali, Via Bottai, 1, 39100, Bozen, Italy
- Federico Mangili – Gruppo Flora Alpina Bergamasca (FAB), Via Crescenzi 82, 24123, Bergamo, Italy
- Sofia Mangili – Natural History Museum of Canton Ticino, Viale C. Cattaneo 4, Lugano, Switzerland
- Brigitte Marazzi – Natural History Museum of Canton Ticino, Viale C. Cattaneo 4, Lugano, Switzerland – Info Flora, c/o Natural History Museum of Canton Ticino, Viale C. Cattaneo 4, Lugano, Switzerland
- Patrizio Mazzucchelli – Raetia Biodiversità Alpine, Teglio (SO), Italy
- Andrea Melotto – University of Milan – Department of Environmental Science and Policy, Via Celoria 2, 20133 Milan, Italy
- Alessio Minici – University of Milan, Department of Biosciences, Via Celoria 26, 20133 Milan, Italy
- Giorgio Moretti – Sezione forestale Cantone Ticino, Via Franco Zorzi 13, 6501 Bellinzona, Switzerland
- Elio Moretti – Comune di Teglio, P.zza S. Eufemia 7, 23036 Teglio (SO), Italy
- Vinciane Mossion – University of Neuchâtel, Laboratory of evolutionary genetics, Rue Emile-Argand 11, 2000 Neuchâtel, Switzerland
- Marco Mucciarelli – Department of Life Sciences and Systems Biology, University of Torino, Viale Mattioli 25, 10125 Torino, Italy
- Yamama Naciri – Plant Systematics and Biodiversity, University of Geneva, Geneva, Switzerland – Conservatory and Botanical Garden of Geneva, Chemin de l'Impératrice 1, 1292 Chambésy, Geneva, Switzerland

- Juri Nascimbene – BIOME Lab, Department of Biological, Geological and Environmental Sciences Alma Mater Studiorum - University of Bologna, Via Imerio 42, 40126, Bologna, Italy
- Elisabetta Onelli – University of Milan, Department of Biosciences, Via Celoria 26, 20133 Milan, Italy
- Luis Palazzesi – Museo Argentino de Ciencias Naturales, CONICET, División Paleobotánica, Buenos Aires, C1405DJR, Argentina
- Paolo Pedrolì – Comune di Teglio, P.zza S. Eufemia 7, 23036 Teglio (SO), Italy
- Luca Pegoraro – Jodrell Laboratory, Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey, TW9 3AB, UK – School of Biological and Chemical Sciences, Queen Mary University of London, London, E1 4NS, UK
- Jaume Pellicer – Jodrell Laboratory, Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey, TW9 3AB, UK – Institut Botànic de Barcelona (IBB, CSIC-Ajuntament de Barcelona), Passeig del Migdia sn, 08038 Barcelona, Catalonia, Spain
- Gianni Boris Pezzatti – Insubric Ecosystems Research Group, Swiss Federal Research Institute WSL, A Ramèl 18, 6593 Cadenazzo, Switzerland
- Giuseppe Pezzotti – Kyoto Institute of Technology, Ceramic Physics Laboratory, Kyoto, Japan
- Simon Pierce – Department of Agricultural and Environmental Sciences (DiSAA), University of Milan, Via G. Celoria 2, I-20133 Milano, Italy
- Lily Pifferini-Carter – Franklin University Switzerland, Via Ponte Tresa 29, 6924 Sorengo, Switzerland
- Robyn Powell – Jodrell Laboratory, Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey, TW9 3AB, UK
- Alessia Prospero – Insubric Ecosystems Research Group, Swiss Federal Research Institute WSL, A Ramèl 18, 6593 Cadenazzo, Switzerland
- Seraina E. Rodewald – Department of Environmental Sciences – Botany, University of Basel, 4056 Basel, Switzerland
- Sibyl Rometsch – Info Flora, c/o Botanical Garden Bern, Altenbergrain 21, 3013 Bern, Switzerland
- Andrina Rosselli – Sezione forestale Cantone Ticino, Via Franco Zorzi 13, 6501 Bellinzona, Switzerland
- Lionel Sager – Info Flora, c/o Conservatoire et Jardin botaniques, Chemin de l'Impératrice 1, 1292 Chambésy-Genève, Switzerland
- Deborah Schäfer – Botanical Garden of the University of Bern, Altenbergrain 21, 3013 Bern, Switzerland
- Lisanna Schmidt – Info Flora, c/o Botanical Garden Bern, Altenbergrain 21, 3013 Bern, Switzerland – University of Fribourg, Department of Biology, Ch. du Musée 10, 1700 Fribourg, Switzerland
- Diana Sciandra – Department of Biosciences, University of Milan, Via Celoria 26, 20133 Milan, Italy
- Roberto Seppi – Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia, Via Ferrata 1, 27100 Pavia, Italy
- Daniel Spitale – Museo di Scienze Naturali, Via Bottai, 1, 39100, Bozen, Italy
- Fred Stauffer – Plant Systematics and Biodiversity, University of Geneva, Switzerland. Conservatory and Botanical Garden of Geneva, Chemin de l'Impératrice 1, 1292 Chambésy, Geneva, Switzerland
- Silvia Stofer – SwissLichens, Swiss Federal Research Institute WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Switzerland
- Matteo Tanadini – Seminar für Statistik, Departement Mathematik, ETH Zurich, 8092 Zürich, Switzerland
- Willy Tinner – Oeschger Centre for Climate Change Research and Institute of Plant Sciences, University of Bern, Bern, Switzerland
- Marta Tognetti – Department of Biosciences, University of Milan, Via Celoria 26, 20133 Milan, Italy
- Elena Tonini – Department of Biosciences, University of Milan, Via Celoria 26, 20133 Milan, Italy
- Matthew Tralka – University of Maryland, College Park, MD 20742, USA
- Barbara Valle – Department of Biosciences, University of Milan, Via Celoria 26, 20133 Milan, Italy
- Chiara Vallese – BIOME Lab, Department of Biological, Geological and Environmental Sciences Alma Mater Studiorum - University of Bologna, Via Imerio 42, 40126, Bologna, Italy
- Mathias Vust – La Poissine 18, 1422 Grandson, Switzerland
- Jolanta K. Wilkosz – Azienda agricola Cof e Casele, Via M. Tudori, 30, 23036 Teglio (SO), Italy
- Thomas Wohlgemuth – Disturbance Ecology, Swiss Federal Research Institute WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Switzerland
- Magda Zanzottera – Department of Biotechnology and Life Sciences (DBSV), Università degli Studi dell'Insubria, Via J.H. Dunant 3, I-21100, Varese, Italy