



Riunioni scientifiche dei Gruppi di Lavoro
e delle Sezioni Regionali della
Società Botanica Italiana onlus

**Atti del Convegno
della Sezione Regionale Emiliano-Romagnola:
"Il Patrimonio Botanico
dell'Alto Appennino Emiliano-Romagnolo"**

(a cura di R. Gerdol e F. Buldrini)

11 ottobre 2024, Bologna

In copertina: *Saxifraga paniculata* Mill.
Sasso Tignoso (MO)
foto di Alessandro Alessandrini

I castagneti da frutto a gestione tradizionale della Regione Emilia-Romagna: aspetti floristici, vegetazionali e conservazionistici

G. Pezzi, F. Buldrini, M. Adorni, L. Bagli, T. Bruschi, G. Faggi, M. Frascari, L. Ghillani, S. Montanari, J. Nascimbene, L. Polverelli, E. Romani, M. Sirotti, C. Santini, A. Alessandrini

I castagneti da frutto a gestione tradizionale costituiscono un elemento chiave del patrimonio economico, culturale e ambientale delle aree di media montagna italiane, ed europee più in generale. Fin dall'alto Medioevo, il castagno (*Castanea sativa* Mill.) ha caratterizzato l'economia di sussistenza delle popolazioni delle terre alte e ne ha influenzato lo stile di vita, dando luogo a quella che è stata definita la "civiltà del castagno". I castagneti da frutto hanno contribuito a modellare i paesaggi e sono stati mantenuti grazie a una gestione tradizionale a bassa intensità che includeva lo sfalcio del sottobosco, il pascolo e la potatura degli alberi. Nel tempo, la castanicoltura da frutto ha vissuto alterne fortune a causa delle fluttuazioni demografiche e climatiche. Tuttavia, è stato solo nella seconda metà del XX secolo che la castanicoltura ha subito un generale abbandono, a causa dei drastici cambiamenti socioeconomici che hanno provocato l'esodo delle popolazioni dalle terre alte verso le città. In Emilia-Romagna, tra il 1950 e il 1981, i castagneti da frutto sono diminuiti del 54%, passando da 44.999 a 20.869 ettari; nello stesso periodo, i cedui di castagno sono quadruplicati in estensione, arrivando a coprire 17.870 ettari. A questi aspetti si sono sovrapposti sinergicamente gli effetti di parassiti e patogeni del castagno che hanno agito come fattori di disturbo sull'ecosistema castagneto, ma hanno influenzato anche le percezioni e la propensione dei gestori e/o proprietari nei confronti della coltivazione del castagno. L'attuale estensione dei castagneti da frutto è il risultato di tendenze contrastanti: l'abbandono generale avvenuto dal secondo dopoguerra e il rinnovato interesse, a partire dalla seconda metà degli anni '80 dello scorso secolo, con conseguente recupero colturale dei castagneti da frutto (che però non ha controbilanciato le perdite). In una prima fase il recupero ha riguardato gli impianti a marrone (la varietà pregiata) e successivamente una piccola parte degli impianti con varietà a castagne che storicamente hanno sfamato le popolazioni delle zone montane.

I castagneti da frutto a gestione tradizionale sono un habitat di interesse per la conservazione ai sensi della Direttiva Habitat (92/43/CEE). L'applicazione della gestione tradizionale che si configura come un disturbo intermedio e il carattere di bosco aperto tipico dei castagneti da frutto in uso contribuiscono a mantenere un elevato livello di biodiversità che comprende numerose specie di interesse per la conservazione (rare e/o protette). Questo aspetto costituisce un ulteriore elemento a favore del recupero dei castagneti da frutto. Limitandosi alle specie vascolari un contingente consistente delle specie di interesse conservazionistico è rappresentato dalle orchidee. Nel castagneto da frutto prevalgono specie tipiche di ambienti aperti (tra le specie più frequenti: *Dactylorhiza sambucina* (L.) Soó, *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich., *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br., *Ophrys* spp.), e cioè dei prati mesofili o meso-igrofilo dei *Molinio-Arrhenatheretea* Tüxen 1937 e dei prati meso-xerofili dei *Festuco Valesiacae-Brometea erecti* Br.-Bl. & Tüxen ex Br.-Bl. 1949. Non mancano specie presenti nei boschi semimesofili della fascia del querceto misto o delle faggete della fascia montana inferiore [*Platanthera chlorantha* (Custer) Rchb., *P. bifolia* (L.) Rich., *Cephalanthera rubra* (L.) Rich., *C. longifolia* (L.) Fritsch, *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Limodorum abortivum* (L.) Sw., *Epipactis* spp.]. Le orchidee dei castagneti sono in genere specie di suoli calcarei che però tollerano suoli moderatamente acidi [*Dactylorhiza sambucina* (L.) Soó, *Orchis mascula* (L.) L., *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich., e la più rara *Neotinea maculata* (Desf.) Stearn.]. Poche orchidee sono acidofile (es. *Dactylorhiza insularis* e *D. romana* (Sebast.) Soó); in particolare, in Regione Emilia-Romagna, *Dactylorhiza insularis* è una specie estremamente rara, le cui stazioni di crescita note sono tutte riferibili a castagneti. Alcune orchidee sono poi in espansione. Si tratta delle specie a connotazione mediterranea come *Himantoglossum adriaticum* H.Baumann. Presente poi nella maggior parte dei castagneti è *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó subsp. *fuchsii* (Druce) Hyl., specie sia di comunità forestali che di margine e pratensi.

Un altro gruppo di specie caratterizzanti il sottobosco del castagneto da frutto (anche se non esclusivo) sono le specie acidofile che talora caratterizzano la fisionomia del sottobosco *Erica arborea* L. e *Cistus salviifolius* L. (alle quote più basse), *Calluna vulgaris* (L.) Hull (dove l'acidità è più accentuata), *Genista pilosa* L., *G. germanica* L., *G. tinctoria* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn subsp. *aquilinum* (la specie più diffusa), *Cytisus scoparius* (L.) Link, *Vaccinium myrtillus* L. (alle quote più elevate). Possono essere abbondanti i rovi (tipicamente *Rubus* gr. *hirtus*). La maggior parte delle altre componenti della vegetazione del sottobosco è costituita da specie legate alle praterie (*Molinio-Arrhenatheretea* Tüxen 1937 o *Festuco valesiacae-Brometea erecti* Br.-Bl. & Tüxen ex Br.-Bl. 1949), insieme a specie forestali e preforestali (*Laburno anagyroidis-Ostryenion carpinifoliae* (Ubaldi 1995) Blasi, Di Pietro & Filesi 2004 e/o *Fagetalia sylvaticae* Pawłowski in Pawłowski, Sokołowski & Wallisch 1928; *Erythronio dens-canis-Quercion petraeae* Ubaldi (1988) 1990).

La cessazione delle pratiche di gestione (ad esempio sfalcio e/o pascolo) innesca cambiamenti nella composizione e nella struttura che possono comportare la perdita di diverse specie, comprese quelle di interesse con-

servazionistico (ad esempio specie di orchidee).

Le attività di recupero e la gestione dei castagneti soffrono generalmente delle condizioni di proprietà altamente frammentate e del potenziale di commercializzazione limitato dei prodotti tradizionali e dipendono fortemente dall'interesse, dalla passione personale o dal patrimonio culturale familiare dei gestori. Di conseguenza, sul territorio l'attuale gestione dei castagneti è a macchia di leopardo e si scontra con lo scarso numero di gestori giovani in grado di proseguire le attività di gestione dei castagneti. Ulteriori fattori di rischio sono rappresentati dagli effetti che il cambiamento climatico ha sulla struttura, funzionamento e biodiversità dell'intero ecosistema.

AUTORI

Giovanna Pezzi, Fabrizio Buldrini, Juri Nascimbene, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali (Bologna)

Michele Adorni, Università di Parma, Sistema Museale di Ateneo (Parma)

Loris Bagli, Thomas Bruschi, Giorgio Faggi, Marinella Frascari, Sergio Montanari, Luca Polverelli, Società per gli Studi Naturalistici della Romagna APS (Forlì)

Luigi Ghillani, Ricercatore indipendente (Parma)

Enrico Romani, Ricercatore indipendente (Piacenza)

Maurizio Sirotti, ARPAE Sede di Forlì-Cesena (Forlì)

Claudio Santini, ricercatore indipendente (Modena)

Alessandro Alessandrini, ricercatore indipendente (Bologna)

Autore di riferimento: Giovanna Pezzi (giovanna.pezzi@unibo.it)

Cambiamenti floristici, vegetazionali ed ecologici del Lago Santo modenese

M. Gualmini, R. Bolpagni

A primavera 2023 si è assistito a una diffusione senza precedenti di *Myriophyllum spicatum* nel Lago Santo modenese (Pievepelago, MO). Tale diffusione, apparentemente non correlata ad eventi particolari, ha portato l'Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità Emilia Centrale ad avviare uno studio ecologico sul bacino lacustre nel corso dell'estate 2023. Oltre a tracciare un quadro esaustivo dello stato di conservazione attuale del lago (acquisendo informazioni su flora, vegetazione, qualità di acque e sedimenti superficiali), lo studio ha avuto anche come obiettivo quello di evidenziare eventuali tendenze evolutive in atto, confrontando i dati raccolti ad agosto 2023 con i pregressi dati bibliografici frutto di indagini eco-limnologiche condotte tra il 1996 e il 2003 (ARPA-EM, 2005) e nel 2011 (Filetto et al. 2012).

In particolare, lo studio si è articolato nelle seguenti azioni di campo: a) Rilievo della flora idrofita; b) Rilievo della vegetazione idrofita e redazione della carta della vegetazione; c) Caratterizzazione dei principali parametri chimico-fisici del lago (acque e sedimenti superficiali).

In particolare, le indagini floristiche hanno portato ad individuare all'interno del lago 3 rizofite (*M. spicatum*, *Potamogeton crispus* e *Ranunculus aquatilis* (Lambertini et al. 2024)) e 5 elofite (*Sparganium angustifolium*, *Sparganium emersum*, *Eleocharis palustris*, *Equisetum palustre* e *Juncus filiformis*). Non è stata invece individuata nessuna specie pleustofita.

Rispetto al passato la compagine floristica del lago risulta profondamente mutata, *in primis* per la presenza massiccia di *M. spicatum*, mai segnalato in precedenza e che attualmente ricopre circa il 40% dell'intera superficie del lago. La presenza di *P. crispus*, specie molto diffusa negli anni passati, ha subito una netta riduzione, probabilmente in ragione della forte competizione con *M. spicatum* e *R. aquatilis*, che nel 2011 formava comunità autonome; attualmente si rinviene sempre in associazione a *M. spicatum* e con coperture esigue. Non è stata invece rilevata la presenza di *P. pusillus*, specie segnalata nel 2011. La presenza della specie non è però da escludere a causa della scarsa visibilità della stessa e della copertura tappezzante di *M. spicatum*.

Tra le elofite censite *S. angustifolium* e *S. emersum* sembrano avere nel complesso mantenuto le medesime zone di espansione censite nel 2011, anche se attualmente risultano condividere lo spazio vitale con *M. spicatum*, che potrebbe nei prossimi anni rappresentare una minaccia alla loro sopravvivenza. In alcuni punti sono stati rilevati anche *E. palustre*, *J. filiformis* ed *E. palustris*, specie mai segnalate prima per l'ecosistema lacustre. Anche se queste segnalazioni non risultano di particolare interesse conservazionistico rimarcano però il processo di trasformazione in atto.

Parallelamente anche l'assetto vegetazionale del lago ha subito negli ultimi anni una radicale trasformazione andando incontro a una generale banalizzazione delle fitocenosi presenti. Da una situazione pregressa caratterizzata da comunità vegetali distinte e riferibili a unità fitosociologiche ben definite (comunità a *S. angustifolium*,

comunità a *R. aquatilis* e comunità a *P. crispus*), l'attuale dominanza pervasiva in tutte le situazioni campionate di *M. spicatum*, con indici di copertura elevati, porta a classificare tutte le situazioni censite in un unico *fitocenon* a *Myriophyllum spicatum*. Le altre specie rilevate identificano, attualmente, solo delle varianti floristiche ancor più che fitosociologiche, e quindi ecologiche, del medesimo *fitocenon*.

Dall'analisi dei parametri idrochimici dell'acqua ed analizzandone il gradiente lungo la colonna (tra superficie e massima profondità) emerge chiaramente un progressivo aumento della conducibilità elettrica che potrebbe essere legato ad un'aumentata capacità metabolica del sistema a seguito della diffusione di *M. spicatum*. Il Millefoglio sembra regolare anche la disponibilità dell'ossigeno lungo la colonna, riducendo il picco di ossigeno dovuto al fitoplancton, depresso dall'esplosione demografica del Millefoglio. L'andamento della temperatura, invece, suggerisce una risposta del sistema al progressivo incremento delle temperature atmosferiche legate alla crisi climatica con un aumento lungo tutta la colonna d'acqua (soprattutto negli strati profondi). In sintesi i dati evidenziano un accumulo progressivo di energia e materia nel sistema innescando stati a crescente trofia. Analogamente anche le caratteristiche del sedimento rilevate (sebbene molto più variabili rispetto ai parametri relativi alla colonna d'acqua) evidenziano un progressivo accumulo di sostanza organica e fosforo totale, mediato positivamente della diffusione e affermazione del Millefoglio.

Letteratura citata

ARPA-EM (2005) Stato di qualità ambientale dei laghi dell'alto Appennino modenese. Modena. 52 pp.

Filetto PV, Gualmini M, Viti E, Fontana R, Lanzi A (2012) Monitoraggio dello stato trofico dei laghi Baccio, Santo Modenese e Pratignano. Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità Emilia Centrale. 12 pp.

Lambertini C, Butkuvienė J, Buldrini F, Bolpagni R, Patamsytė J, Naugžemys D (2024) *Ranunculus* sez. *Batrachium* nei laghi appenninici: specie e diversità genetica. Convegno: Il patrimonio botanico dell'Alto Appennino Emiliano-Romagnolo. Società Botanica Italiana Sez. Emiliano-Romagnola, Bologna, 11/10/2024.

AUTORI

Matteo Gualmini (gualmini@tiscali.it), Studio EcoLogica, Via Monte Grappa 33, 41026 Pavullo nel Frignano (MO)

Rossano Bolpagni (rossano.bolpagni@unipr.it), Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale, Università di Parma

Autore di riferimento: Matteo Gualmini

Il biota lichenico di alta quota dell'Appennino Tosco-Emiliano: dati preliminari per nuove ricerche

J. Nascimbene, C. Pistocchi, G. Gheza, L. Di Nuzzo, L. Francesconi

Le prime segnalazioni lichenologiche in Regione Emilia-Romagna risalgono al periodo rinascimentale come documentato da alcuni campioni custoditi nell'erbario di Ulisse Aldrovandi. Si tratta di una ventina di reperti di cui quasi la metà provenienti da località riconducibili a Alpi di Fiumalbo, di Sestola o di Riolutato (zona del monte Cimone). In epoca ottocentesca vi sono poi testimonianze di reperti nell'erbario di Antonio Bertoloni provenienti soprattutto dall'area appenninica. Nel complesso, la conoscenza dei licheni in Regione è documentata in un catalogo critico (Fariselli et al. 2020) che riporta 5900 record per 795 *taxa* infragenerici. Questi dati sono stati geolocalizzati ed è pertanto possibile ottenere una mappa della distribuzione spaziale delle specie elencate. La maggior parte delle segnalazioni è associata alla zona collinare dei querceti o a quella montana della faggeta, mentre sono poco rappresentate le aree di alta quota.

Di recente si sono avviate nuove indagini lichenologiche sul territorio regionale, come ad esempio quella sul genere *Cladonia* nell'ambito di un progetto legato alla rendicontazione per Natura 2000 (progetto COMBI - CONoscere e Monitorare la Biodiversità in Emilia-Romagna) che ha permesso di censire 43 specie (delle 85 presenti in Italia) e di aggiungere 200 record al database distribuzionale.

Tuttavia, i maggiori sforzi di ricerca si stanno progressivamente concentrando nelle aree di alta quota dell'Appennino Tosco-Emiliano che ospitano, in forma relittuale, una componente artico-alpina legata agli eventi glaciali del quaternario che è tra le più minacciate dai cambiamenti climatici. Mentre per le piante vascolari si hanno già buone informazioni su questa componente "fredda", il biota lichenico rimane largamente inesplorato con il rischio di perdere molte specie ancor prima di averle inventariate. Le prime indagini hanno permesso di confermare la presenza di alcuni *taxa* a distribuzione artico-alpina storicamente noti, come nel caso di *Solorina crocea* (L.) Ach., o di rinvenire *taxa* non ancora segnalati sul territorio regionale come nel caso di *Cladonia macroceras* (Delise) Hav. Vi sono infine alcuni *taxa* storicamente noti che ancora necessitano di essere confermati

come ad esempio *Cladonia stellaris* (Opiz) Pouzar & Vězda. Nel complesso, le nuove indagini saranno indirizzate verso una intensificazione dell'esplorazione floristica creando una checklist dinamica collegata ad un database online sul modello di quanto già fatto per l'area dolomitica (Francesconi et al. 2024). Si procederà inoltre con approfondimenti tassonomici su *taxa* critici, analisi delle popolazioni di specie target (es. *Solorina crocea*) e modellistica distribuzionale.

Letteratura citata

Fariselli R, Nimis PL, Nascimbene J (2020) Catalogo critico dei licheni dell'Emilia-Romagna. AMSActa - Institutional Research Repository by AlmaDL University of Bologna Digital Library. DOI - 10.6092/unibo/amsacta/6438. ISBN 9788854970250
Francesconi L, Conti M, Gheza G, Martellos S, Nimis PL, Vallese C, Nascimbene J (2024) The Dolichens database: the lichen biota of the Dolomites. MycoKeys 103: 25–35. DOI: 10.3897/mycokeys.103.115462

AUTORI

Juri Nascimbene, Chiara Pistocchi, Gabriele Gheza, Luca Di Nuzzo, Luana Francesconi, BIOME-Lab, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna

Autore di riferimento: Juri Nascimbene (juri.nascimbene@unibo.it)

Le brughiere soprasilvatiche dell'Appennino Tosco-Emiliano in relazione ai cambiamenti ambientali associati al riscaldamento climatico

L. Brancaleoni, R. Gerdol

Viene presentata una sintesi di oltre 10 anni di ricerche svolte dal Laboratorio di Ecologia Vegetale dell'Università di Ferrara nelle brughiere subalpine dell'Appennino settentrionale in relazione al cambiamento climatico. Le indagini sono state svolte sul Monte Rondinaio e sulla Balza della Rosa nell'Appennino modenese e sul Monte Prado nel Reggiano. Il clima è suboceanico montano freddo con vegetazione climax di brughiere ad arbusti nani (Ericaceae) su suoli a pH debolmente acido (pH 4-5). In prossimità del crinale domina una comunità ad *Empetrum hermaphroditum* e *Vaccinium uliginosum* subsp. *microphyllum* (*Empetro-Vaccinietum*, EV), su suoli grossolani a scarsa ritenzione idrica. In continuità spaziale è presente un vaccinieto dominato da *V. myrtillus* e *V. uliginosum* (*Hyperico richeri-Vaccinietum*, HV) su versanti meno acclivi con suoli più profondi e umidi.

La sperimentazione ha previsto la manipolazione di plot di saggio a livello di: 1) deposizione di nutrienti (fertilizzazione), 2) co-occorrenza tra le specie (trattamenti di taglio), 3) capacità di recupero con la cessazione delle manipolazioni, 4) disponibilità idrica [irrigazione +70 mm], 5) copertura della neve e deboli gelate. Le prime quattro tematiche sono state svolte sul Monte Rondinaio dal 1995 al 1999 (esperimenti 1, 2) e dal 1999 al 2003 (esperimenti 3, 4), mentre la manipolazione nevosa è stata svolta dal 2004 al 2006 (Balza della Rosa).

Le risposte ai trattamenti sperimentali hanno considerato un'ampia tipologia di variabili: vegetative (ad es. numero e lunghezza dei germogli), riproduttive (ad es. numero di fiori e frutti) e funzionali a livello di specie e di forme di crescita (ad es. fotosintesi netta, produzione primaria netta NPP, biomassa aerea, contenuto di nutrienti ecc.).

Sul Monte Prado si delinea un gradiente ambientale tra la comunità più ricca HV e quella più povera EV separate da una prateria di transizione con valori intermedi di nutrienti. La NPP per le due specie decidue di *Vaccinium* è maggiore in HV rispetto ad EV, ma *V. myrtillus* registra una NPP maggiore in HV rispetto a *V. uliginosum* i cui valori restano invariati nelle due comunità. In EV si sottolinea inoltre una limitazione da fosforo che limita la crescita di *V. myrtillus* (Gerdol 2005).

Gli esperimenti di fertilizzazione evidenziano come gli arbusti nani non siano in grado di sfruttare al meglio la maggiore disponibilità di nutrienti né a livello di biomassa, né di allungamento dei germogli, registrato solo per *V. uliginosum* in HV. La rimozione della specie co-occorrente invece aumenta la biomassa di tutti gli arbusti nani specialmente in HV. Il taglio di *V. uliginosum* favorisce l'allungamento di *V. myrtillus* in HV mentre in EV *E. hermaphroditum* ne risente negativamente. La competizione risulta quindi più effettiva nel strutturare la vegetazione di brughiere subalpina rispetto alla disponibilità dei nutrienti (Gerdol et al. 2000, Gerdol et al. 2002). Quattro anni di fertilizzazione determinano un calo di copertura di tutte le forme di crescita ma in minor misura per le graminoidi con la risposta specie-specifica di *Festuca rubra* il cui incremento determina un calo anche degli indici di diversità per l'accumulo di lettiera e per l'effetto ombreggiamento. La rimozione ha pochi effetti sulle specie co-occorrenti ma riduce la copertura muscinale in EV. La capacità di recupero sia per i trattamenti di taglio che di fertilizzazione è lenta, in particolare in EV (Brancaleoni, Gerdol 2006).

I trattamenti di irrigazione non influenzano la biomassa degli arbusti nani ma si registrano risposte specie-specifiche che favoriscono la ricchezza specifica in EV (Brancaleoni et al. 2007). Continua invece l'espansione di *F. rubra* nei plot fertilizzati o fertirrigati con un forte calo nella colonizzazione micorrizica delle radici degli arbusti nani.

Lo scioglimento anticipato della neve non riduce la copertura di *V. myrtillus* e non modifica i rapporti di dominanza grazie alla capacità di recupero in seguito a deboli gelate (Gerdol et al. 2013).

Tutte le tematiche indagate sono oggi influenzate dal cambiamento globale che determina un'alterazione del ciclo di nutrienti, in particolare dell'azoto e delle precipitazioni, anche nevose. In questo scenario, le brughiere subalpine rispondono velocemente con reazioni specie-specifiche che possono alterare gli equilibri sia tra gli arbusti nani che tra le diverse forme di crescita guidate dalle variazioni ecologiche degli habitat di brughiera.

Letteratura citata

- Brancaleoni L, Gerdol R (2006) Recovery of subalpine dwarf shrub heath after neighbour removal and fertilization. *Plant Ecology* 183: 227-235.
- Brancaleoni L, Gualmini M, Tomaselli M, Gerdol R (2007) Responses of subalpine dwarf-shrub heath to irrigation and fertilization. *Journal of Vegetation Science* 18: 337-344.
- Gerdol R (2005) Growth performance of two deciduous *Vaccinium* species in relation to nutrient status in a subalpine heath. *Flora* 200: 168-174.
- Gerdol R, Brancaleoni L, Marchesini R, Bragazza L (2002) Nutrient and carbon relations in a subalpine dwarf shrubs after neighbour removal or fertilization in northern Italy. *Oecologia* 130: 476-483.
- Gerdol R, Brancaleoni L, Menghini M, Marchesini R (2000) *Journal of Ecology* 88: 256-266.
- Gerdol R, Siffi C, Iacumin P, Gualmini M, Tomaselli M (2013) Advanced snowmelt affects vegetative growth and sexual reproduction of *Vaccinium myrtillus* in a sub-alpine heath. *Journal of Vegetation Science* 24: 569-579.

AUTORI

Lisa Brancaleoni, Renato Gerdol, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Prevenzione, Università di Ferrara, C.so Ercole I d'Este 32, 44121 Ferrara

Autore di riferimento: Lisa Brancaleoni (lisa.brancaleoni@unife.it)

Venti anni di studi sull'effetto del cambiamento climatico sulla vegetazione di alta quota in Appennino Tosco-Emiliano

S. Lodetti, F. Porro, S. Orsenigo, A. Mondoni, M. Tognela, G. Rossi

Il cambiamento climatico (CC) in atto a livello globale sta influenzando in maniera sempre più evidente e impattante sugli ecosistemi naturali o antropici, amplificandosi nell'intensità e nella frequenza degli eventi estremi rispetto a quanto preventivato alla fine degli anni '90. In particolare, le temperature sono sensibilmente aumentate in questi ultimi 30 anni in modo pressoché continuo (talvolta oltre 2 °C di media annua), mentre le precipitazioni tendono a diminuire e mostrano regimi sempre più irregolari e fenomeni intensi. A risentirne sono vari ambienti, specialmente quelli di alta montagna, a clima freddo, dove l'aumento di temperatura causa cambiamenti nella composizione in specie all'interno delle comunità vegetali, con una diffusa risalita di piante e variazioni nella composizione e importanza delle diverse entità. Pertanto è stato strategico installare nell'Appennino Tosco-Emiliano delle aree permanenti di monitoraggio grazie a vari progetti, tra cui GLORIA (*Global Observation Research Initiative in Alpine Environments*), a partire dal 2001. Questo fu possibile grazie all'impegno congiunto delle Università di Pavia e Parma e al finanziamento iniziale dell'Unione Europea, che permise tra l'altro di elaborare un manuale divenuto una guida a livello mondiale, con la messa in posto di oltre 150 *target region* (European Commission et al. 2015). Inoltre, altre aree permanenti di monitoraggio, già alla fine degli anni '90, furono collocate in particolare nell'area del Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano, per monitorare la dinamica di piccole popolazioni di piante "sentinella" alpine o artico-alpine, al limite meridionale di areale e, verosimilmente, esposte a forti danni (Abeli et al. 2012). Ci si aspettava infatti migrazioni verso l'alto di specie termofile, *turnover* di specie e variazioni nella diversità funzionale, insieme a cambiamenti nella relazione tra piante, suolo e atmosfera, che nel tempo potrebbero causare anche alterazioni profonde. Cosa è fin qui emerso? Per quanto riguarda GLORIA, mediante rilevamenti ogni 7 anni, è emerso in particolare che la ricchezza in specie valutate complessivamente è aumentata, evidenziando *pattern* di fluttuazioni nel numero di specie presenti nei siti, che ha avuto culmine con un netto aumento registrato nel 2022. Alla base vi sono stati frequenti fenomeni di colonizzazione da parte di specie a partire da quote più basse. L'elevato tasso di colonizzazione da parte di numerose specie ha

incrementato temporaneamente la dissimilarità floristica tra le diverse vette. Nonostante l'intensa colonizzazione, due cime però nel contempo hanno già mostrato una netta riduzione floristica.

Nel corso del monitoraggio è anche emerso che i cambiamenti delle condizioni ambientali hanno condotto a una riduzione dell'abbondanza di molte specie rare e frammentate e un contrapposto aumento delle specie già comuni (e.g. *Juniperus communis* subsp. *alpina*), diminuendo complessivamente il grado di equipartizione tra le specie presenti. Si ritiene importante sottolineare il rischio per le specie più rare di andare incontro a futura estinzione locale. Dal punto di vista ecologico, si sono evidenziati processi di termofilizzazione, nitrofilizzazione e xerofilizzazione. Ad un incremento delle temperature, è indubbiamente seguita un'espansione delle specie più termofile, (es. *Festuca paniculata*), e una riduzione di specie più criofile (*Viola calcarata*). L'espansione di specie con livelli più elevati di nitrofilia sembra comunque essere il fenomeno più diffuso nelle cime. Infine, in diversi siti, si è verificata l'espansione di gruppi di specie stress-tolleranti nei confronti di minor disponibilità idrica, questo presumibilmente dovuto a un aumento dell'evapotraspirazione (perdita di vapore acqueo dai tessuti vegetali) da parte delle piante, dovuto alla probabile combinazione dell'aumento delle temperature e alla riduzione delle precipitazioni, in particolare durante il periodo estivo (Gottfried et al. 2012, Porro et al. 2019, Lodetti et al. 2024).

Ringraziamenti

Gli autori sono grati agli enti che hanno nel tempo finanziato queste ricerche, in particolare MUR (PRIN Sentinel) e Unione Europea (GLORIA).

Letteratura citata

- Abeli T, Rossi G, Gentili R, Gandini M, Mondoni A, Cristofanelli P (2012) Effect of the extreme summer heat waves on isolated populations of two orophytic plants in the north Apennines (Italy). *Nordic Journal of Botany* 30: 109-115.
- European Commission: Directorate-General for Research and Innovation, Niessner S, Grabherr G, Lamprecht A, Pauli H et al. (2015) The GLORIA field manual – Standard multi-summit approach, supplementary methods and extra approaches – 5th edition, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/867331>
- Gottfried M, Pauli H, Futschik A, Akhalkatsi M, Barančok P, Benito Alonso JL, ... & Grabherr G (2012) Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature climate change* 2(2): 111-115.
- Lodetti S, Orsenigo S, Erschbamer B, Stanisci A, Tomaselli M, Petraglia A, ... & Porro F (2024) A new approach for assessing winning and losing plant species facing climate change on the GLORIA alpine summits. *Flora* 310: 152441.
- Porro F, Tomaselli M, Abeli T, Gandini M, Gualmini M, Orsenigo S, ... & Carbognani M (2019) Could plant diversity metrics explain climate-driven vegetation changes on mountain summits of the GLORIA network? *Biodiversity and Conservation* 28(13): 3575-3596.

AUTORI

Silvano Lodetti, Simone Orsenigo, Andrea Mondoni, Margherita Tognola, Graziano Rossi, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia

Francesco Porro, C.N.R., Istituto di Geoscienze e Georisorse, Università di Pavia

Autore di riferimento

Graziano Rossi (graziano.rossi@unipv.it)

Note su alcune specie della fascia montana dell'Emilia-Romagna

A. Alessandrini, M. Adorni, L. Ghillani, V. Morelli, E. Romani

Il lavoro, del tutto preliminare, qui presentato tratta di un argomento finora poco esplorato: il contributo della fascia montana alla flora regionale. In particolare vengono trattate le entità che sono presenti esclusivamente o in modo assolutamente prevalente in questa fascia.

Per fascia montana intendiamo quella dominata, anche potenzialmente, dalle formazioni forestali a Faggio. È la fascia che si estende, all'incirca, nelle altitudini comprese tra 900-1000 m e 1600-1700 m s.l.m. Ovviamente questi limiti altitudinali vanno presi come indicativi, poiché le situazioni locali possono mostrare differenze anche piuttosto significative.

Il limite inferiore della fascia montana dell'Appennino regionale può essere individuato anche con il limite superiore degli insediamenti umani permanenti. In termini floristici, possiamo attestarci su quella che veniva definita nella *Nuova Flora Analitica d'Italia* (Fiori 1923-29) come "Zona montana delle Conifere e del Faggio" e individuata col numero 5.

Utile riferimento è più recente, che si riferisce alla vegetazione forestale (anche potenziale), è quello fornito da Ubaldi et al. (1996); qui sono riferibili alla fascia montana i Paesaggi indicati come 1. Montano emiliano-

occidentale, 2. M. centro-emiliano, 3. M. romagnolo. Sono parzialmente riferibili alla fascia montana (Fascia submediterranea fresca) anche il Paesaggio 5. delle aree submontane parmensi e piacentine, 7. delle valli intra appenniniche centro-emiliane e alla parte superiore del 9. paesaggio submontano romagnolo. Va osservato che una fascia montana definita come sopra si trova in tutte le Province meno che nel Ravennate (Faentino) e ovviamente nel Ferrarese, territorio quest'ultimo del tutto pianizario e costiero.

Per avere un'idea dell'incidenza delle specie esclusive (o pressoché tali) della fascia montana rispetto al complesso della flora regionale, può essere utile il prospetto che viene pubblicato nella Flora reggiana (Alessandrini, Branchetti 1997) e nella Flora del Modenese (Alessandrini et al. 2010) per le rispettive province. Nelle tabelle presentate in quelle sedi, il contributo esclusivo della flora montana nel Reggiano ammonta a 74 specie, mentre nel Modenese a 85. Nel Piacentino si tratta di circa 160 specie (Romani, ined.); un contributo così elevato deriva dal fatto che in questa provincia manca la fascia di vegetazione supraforestale. Mancano stime accurate sul contributo alla flora montana della Romagna. Infine, al di là delle singole province, resta da quantificare il contributo complessivo della fascia montana alla flora totale dell'Emilia-Romagna; si può tuttavia stimare che non sia particolarmente alto e quindi risulta particolarmente significativo sia in termini di rarità che per gli aspetti conservazionistici.

Sono state quindi presentate, su reticolo della Cartografia Floristica, le distribuzioni di alcune piante che possono essere considerate esemplificative. In particolare, è stata considerata la distribuzione provinciale che presenta una buona espressività fitogeografica; i confini provinciali seguono infatti linee geografiche naturali.

Tra le specie a distribuzione occidentale (Piacentino e Parmense, con estensioni fino al Bolognese) è stata presentata la distribuzione nota di *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., *Sesamoides interrupta* (Boreau) G. López, *Crocus vernus* (L.) Hill e *Traunsteinera globosa* (L.) Rchb. Specie con distribuzione emiliana centrale: *Achillea macrophylla* L., *Viola rupestris* F.W. Schmidt, *Daphne alpina* L. Specie (sud)orientali: *Tozzia alpina* L., *Epipactis greuteri* H. Baumann & Künkele. Esempi di specie a distribuzione ampia (soprattutto si tratta di specie forestali): *Epipogium aphyllum* Sw., *Corallorhiza trifida* Châtel., *Neottia (Listera) cordata* (L.) Rich., *Ranunculus aconitifolius* L., *R. platanifolius* L., *Ribes alpinum* L., *R. petraeum* Wulfen, *Trollius europaeus* L.

Si ritiene che questo filone di indagine sia piuttosto significativo, con l'obiettivo di fornire elenchi completi delle specie componenti la flora della fascia montana e di analizzare il comportamento geografico delle diverse componenti della flora.

Per concludere, mentre nella flora regionale il corotipo dominante è quello Eurasiatico, in questa fascia sono molto significativi gli apporti di: Eurosiberiane e Circum-boreali, Artico-Alpine, Mediterraneo montane, Orofite sud-europee, Ovest mediterranee (nella parte occidentale), SudEst-Europee (queste nella parte Sud orientale della Regione).

Letteratura citata

Alessandrini A, Branchetti G (1997) Flora reggiana. Cierre Ed., Verona.

Alessandrini A, Delfini L, Ferrari P, Fiandri F, Gualmini G, Lodesani U, Santini C (2010) Flora del Modenese. Artestampa, Modena.

Fiori A (1923-29) Nuova Flora analitica d'Italia. Firenze.

Ubaldi D, Puppi G, Zanotti AL (1996) Carta Fitoclimatica dell'Emilia-Romagna. Carta 1:500.000. Regione Emilia-Romagna, Assessorato Territorio, Programmazione e Ambiente, Bologna.

AUTORI

Alessandro Alessandrini, Ricercatore indipendente, 40018 San Pietro in Casale (Bologna)

Michele Adorni, Orto Botanico, Sistema Museale di Ateneo, Università di Parma, Strada L.C. Farini 90, 43121 Parma

Luigi Ghillani, Via Carlo Casalegno 6, 43123 Parma

Villiam Morelli, Incia Soc. Coop., Via Marconi 24, 42021 Bibbiano (Reggio Emilia)

Enrico Romani, Museo Civico di Storia Naturale di Piacenza, Via Scalabrini, 107, 29121 Piacenza

Autore di riferimento: Alessandro Alessandrini (ales.alessandrini@gmail.com)

Alcune specie rare e d'interesse ecologico e fitogeografico rinvenute da Ulisse Aldrovandi nell'alto Appennino Emiliano

F. Buldrini

L'erbario di Ulisse Aldrovandi, risalente agli anni 1551-1586, sicuramente è uno dei maggiori della sua epoca, per la ricchezza delle raccolte, l'abbondanza di specie autoctone ed esotiche (non più legate solo a un uso far-

macologico, ma raccolte in quanto piante, oggetto di studio naturalistico), la precisione dell'erborizzazione, che spesso permette un'identificazione sicura a livello specifico e talora pure infraspecifico; in molti casi, contiene i primissimi saggi d'erbario di specie poi divenute frequenti o d'uso comune almeno a livello continentale e – soprattutto – sono quasi sempre indicate le località di raccolta dei campioni, a volte con una precisione non dissimile da ciò che si usa oggi. Tutto ciò fa dell'Erbario Aldrovandi una fonte d'informazioni d'incommensurabile importanza storica e scientifica per capire l'evoluzione della flora nel tempo, in particolare nel territorio emiliano-romagnolo, a livello nazionale il meglio esplorato dal naturalista bolognese (Buldrini et al. 2023).

Sono stati presi in esame i 275 campioni provenienti dall'alto Appennino Emiliano, 271 dei quali relativi al tratto fra il Passo delle Radici e il massiccio del Corno alle Scale, corrispondenti a 153 specie intese in senso moderno (Pignatti et al. 2017-2019); fra di esse, sono state selezionate quelle oggi ritenute rare e importanti da un punto di vista fitogeografico e quelle oggi non note per la flora regionale.

I due gruppi constano di 9 e 8 specie, rispettivamente: *Daphne oleoides* Schreb., *Eriophorum angustifolium* Honck., *Gentiana acaulis* L., *G. asclepiadea* L., *G. purpurea* L., *Geranium argenteum* L., *Rhododendron ferrugineum* L., *Saxifraga callosa* Sm., *Sempervivum montanum* Sm. fra le specie rare; *Aconitum napellus* L. em. Skalický, *Adenostyles alpina* (L.) Bluff et Fingerh., *Astrantia pauciflora* Bertol., *Bupleurum stellatum* L., *Dryas octopetala* L., *Lupinus angustifolius* L., *Selaginella denticulata* (L.) Spring, *Senecio provincialis* (L.) Druce fra quelle oggi non note in regione. Come si vede, trattasi quasi sempre di specie francamente montane o alto-montane, in grado di spingersi fin oltre i 3000 m sul mare in qualche caso, eliofile, tipiche d'ambienti con suolo povero e petroso (Pignatti et al. 2005, 2017-2019), fra cui si annoverano alcune delle più rare e significative entità della flora dell'Appennino settentrionale (*G. purpurea*, *G. argenteum*, *R. ferrugineum*), tutte in condizioni di rarità periferica perché l'Appennino Tosco-Emiliano costituisce il limite meridionale della loro area di distribuzione; altre invece, (ad esempio *G. acaulis* e *G. asclepiadea*), sono relativamente comuni non solo in montagna, ma pure, a volte, a quote collinari (Alessandrini et al. 2010).

Quanto alle specie oggi non note per la flora regionale, se da un canto non stupisce trovarle in un erbario di mezzo migliaio d'anni fa, stante il gran tempo trascorso, spiccano invece subito *L. angustifolius* e *S. denticulata*, proprie del clima mediterraneo più caldo e arido, con tendenza al carattere subtropicale (Pignatti et al. 2017-2019). La loro presenza ad alta quota (furono raccolte all'Alpe di S. Pellegrino e sul Cimone, rispettivamente) può essere spiegata in diversi modi: effetto dell'opera dell'uomo, che colonizzò l'Appennino già in epoche preistoriche e, mediante il disboscamento e la creazione di pascoli, favorì l'instaurarsi di condizioni idonee per specie chiaramente eliofile; coltivazione come foraggio, almeno per *L. angustifolius*; importazione accidentale da zone a clima mediterraneo (ricordiamo che proprio da San Pellegrino in Alpe passava la via Bibulca, via di transito obbligata per andare dal nord al centro-sud dell'Italia, e i pastori dell'Appennino emiliano compivano la transumanza andando in Corsica o in Maremma, zone ove queste specie sono tuttora ben affermate – Pignatti et al. 2017-2019 –); risalita naturale dalle regioni centro-meridionali durante periodi caldi (*optimum* climatico neolitico o basso-medioevale, ad esempio), cui seguì l'estinzione probabilmente a causa del raffreddamento imposto dalla Piccola Era Glaciale; raccolta da parte di Aldrovandi in micro-ambienti riparati ed esposti a mezzogiorno; un banale errore d'attribuzione della località di raccolta (ricordiamo che i cataloghi manoscritti delle località di raccolta dei campioni d'erbario furono redatti a vari anni di distanza dalle raccolte stesse, perciò si notano a volte incongruenze fra un catalogo e l'altro).

Quale che sia la spiegazione più plausibile, resta il fatto che per Aldrovandi la montagna (in particolare la fascia suprasilvatica) è un ambiente di grande interesse per l'esplorazione naturalistica, in cui egli rinviene piante dalla fioritura attraente o inconsueta, scopre specie nuove per la scienza (un caso per tutti: *Gentiana purpurea*) e ne discute con altri studiosi. Non è inverosimile ipotizzare, per varie specie fra quelle citate, una distribuzione più ampia alla sua epoca, almeno in area appenninica, cui seguì una contrazione o l'estinzione durante i tre secoli di Piccola Era Glaciale; altre, invece, forse erano relitti floristici già alla sua epoca e non ressero al peggioramento climatico del periodo successivo.

Letteratura citata

- Alessandrini A, Delfini L, Ferrari P, Fiandri F, Gualmini M, Lodesani U, Santini C (2010) Flora del Modenese. Censimento. Analisi. Tutela. Provincia di Modena, Istituto Beni Culturali della Regione Emilia-Romagna. Artestampa srl, Modena. 415 pp.
- Buldrini F, Alessandrini A, Mossetti U, Pezzi G, Nascimbene J (2023) L'erbario di Ulisse Aldrovandi: attualità di una collezione rinascimentale di piante secche. *Aldrovandiana* 2 (1): 7-34.
- Pignatti S, Menegoni P, Pietrosanti S (2005) Bioindicazione attraverso le piante vascolari. Valori di indicazione secondo Ellenberg (Zeigerwerte) per le specie della Flora d'Italia. *Braun-Blanquetia* 39: 1-97.
- Pignatti S, Guarino R, La Rosa M (2017-2019) Flora d'Italia, II ed. Edagricole di New Business Media, Bologna.

AUTORE

Fabrizio Buldrini (fabrizio.buldrini@unibo.it), Sistema Museale di Ateneo, Università di Bologna. Via Irnerio 42, 40126 Bologna

Monitoraggio di entità botaniche rare e minacciate al Corno alle Scale

F. Bonafede, M. Vignodelli

Introduzione

Il Corno alle Scale è un'area di interesse biogeografico poiché molte piante microterme hanno qui il limite meridionale di distribuzione in Italia. Il Corno alle Scale, infatti, presenta una quota elevata (1945 m s.l.m.) che non si trova per un lungo tratto della catena appenninica verso sud fino ai M. Sibillini. Come noto, in situazioni di limite di areale le specie rare sono più vulnerabili a fenomeni di estinzione locale quando le condizioni ambientali non sono ottimali. La riduzione del pascolamento e il cambiamento del clima sono una causa importante nel modificare la vegetazione in alta quota (Bonafede et al. 2014).

Metodi

Sono state considerate 19 specie vegetali note per il Parco Regionale del Corno alle Scale, scelte tra quelle considerate rare e minacciate sul territorio regionale da noi stessi osservate dal 1980 al 2000. Nel 2014 si sono ricontrollate 53 stazioni di crescita annotando, per ogni stazione e per ogni pianta, la presenza/assenza per consentire il confronto tra la situazione recente (2014) e quella precedente l'anno 2000.

Le specie indagate sono le seguenti: *Botrychium lunaria*, *Cystopteris alpina*, *Cystopteris montana*, *Diphasiastrum alpinum*, *Empetrum hermafroditum*, *Equisetum hyemale*, *Eriophorum latifolium*, *Gentiana lutea*, *Gentiana purpurea*, *Geranium argenteum*, *Gnaphalium supinum*, *Lathyrus filiformis*, *Lycopodium annotinum*, *Lycopodium clavatum*, *Pinguicula christinae*, *Saxifraga aizoides*, *Saxifraga etrusca*, *Saxifraga oppositifolia* subsp. *oppositifolia*, *Sempervivum montanum*. Soltanto in tre casi ci siamo basati solo su dati bibliografici: *Empetrum hermafroditum* (Cocconi 1883), *Gnaphalium supinum* (Corno alle Scale, Cocconi 1883), *Lycopodium clavatum* (limitatamente alla stazione di M. Gatta in Cocconi 1883).

Nel 2014 siamo ritornati in tutte le 53 stazioni di crescita delle 19 piante; alcuni sopralluoghi di controllo sono stati svolti nel 2013 e nel 2015. Infine abbiamo confrontato la situazione del periodo 1980-2000 con quella del 2014. Le stazioni di crescita sono state georeferenziate e i dati forniti all'Ente Parco Regionale del Corno alle Scale.

Risultati e conclusioni

Di seguito vengono riportati i risultati del monitoraggio sulla base dei rilevamenti floristici del 2014 raffrontati con le nostre osservazioni del periodo 1980-2000 e, per un ridotto numero di casi, con i dati bibliografici (cfr. "Metodi"). Le stazioni confermate sono 30, quelle non confermate 17; 6 stazioni sono classificate come "non giudicabili" perché la pianta non è stata ritrovata ma non eravamo certi che non fosse presente. Nel corso dei sopralluoghi abbiamo rinvenuto anche 7 nuove stazioni delle piante considerate, in genere in localizzazioni vicine a quelle note.

Le specie che hanno "perso" stazioni di crescita sono 11; di queste una, *Cystopteris montana*, è da considerare estinta al Corno alle Scale. Questa pianta era nota per il vertice del Corno alle Scale in base a segnalazioni di fine Ottocento riprese da Fiori (1943) e per il Poggio delle Ignude (Gibelli, Pirota 1882); le stazioni non erano state confermate nel secolo scorso, tuttavia nell'Agosto del 1998 R. Todeschini ha ritrovato la pianta in un ripidissimo canale sul versante settentrionale del Corno. Successivi e ripetuti sopralluoghi dello stesso Todeschini fino al 2014 hanno dato esito negativo. Le specie che hanno perso stazioni sono le seguenti (tra parentesi il numero di stazioni non confermate): *Botrychium lunaria* (2), *Cystopteris alpina* (1), *Cystopteris montana* (2), *Diphasiastrum alpinum* (1), *Empetrum hermafroditum* (1), *Eriophorum latifolium* (3), *Gnaphalium supinum* (1), *Lycopodium annotinum* (1), *Lycopodium clavatum* (3), *Saxifraga etrusca* (1), *Saxifraga oppositifolia* subsp. *oppositifolia* (1).

La rivisitazione di diverse stazioni di crescita di specie rare al Corno alle Scale ha delineato un quadro preoccupante, con 17 stazioni non più confermate (32% del totale) e riferite a 11 entità floristiche di cui una (*Cystopteris montana*) è da considerare localmente estinta. Quasi la totalità delle specie che hanno perso stazioni di crescita sono specie microterme non legate al pascolamento e questo suggerisce che il cambiamento del clima è stato una causa importante nella perdita di biodiversità osservata.

Ringraziamenti

Si ringrazia Alessandro Alessandrini e Renato Todeschini per il loro contributo durante la raccolta dei dati.

Letteratura citata

Cocconi G (1883) Flora della provincia di Bologna – Vademecum per una facile determinazione delle piante incontrate. Nicola Zanichelli, Bologna.

Bonafede F, Ubaldi D, Vignodelli M, Zanotti AL, Puppi G (2014) Vegetation changes during a 30 year period in several stands

above the forest line (Emilian Apennines). *Plant Sociology* 51 (1): 5-18.

Fiori A (1943) *Flora Italica Cryptogama. Pars. V: Pteridophyta. Filicinae, Equisetinae, Lycopodinae*. Firenze.

Gibelli G, Pirotta R (1882) *Flora del Modenese e del Reggiano*. Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, Memorie, Serie 3 (1): 29-216.

AUTORI

Fausto Bonafede, Michele Vignodelli

WWF Bologna Metropolitana OdV, P.zza Piccinini 4, 40067 Rastignano, Pianoro (Bologna)

Autore di riferimento: Fausto Bonafede (fausto.bonafede@gmail.com)

Ranunculus sect. *Batrachium* nei laghi appenninici: specie e diversità genetica

J. Butkuvienė, C. Lambertini, F. Buldrini, R. Bolpagni, J. Patamsytė, D. Naugžemys

Le macrofite acquatiche del genere *Ranunculus* subgen. *Batrachium* sono largamente diffuse in Europa dove, in acque poco profonde, concorrono alla creazione dell'habitat 3260 "Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del *Ranunculion fluitantis* e *Callitriche-Batrachion*". Sebbene tali specie siano comuni e abbondanti, quando presenti, si sta assistendo a una profonda trasformazione di questo habitat in tutta Europa per via del cambiamento climatico, e alla sostituzione di *Batrachium* da parte di altre piante acquatiche. Nel distretto idrografico padano si registra una riduzione dell'habitat nei settori appenninici, associata a uno spostamento altitudinale dei popolamenti, mentre le specie *target* dell'habitat 3260 continuano a formare comunità estese a nord del fiume Po, in corpi idrici stabili alimentati dai bacini idrografici alpini. Dal punto di vista tassonomico, il sottogenere *Batrachium* è un complesso di specie di difficile identificazione, dal punto di vista non solo morfologico, ma anche genetico, per l'intensa ibridazione e introgressione fra i *taxa*.

Lo scopo del lavoro, condotto grazie a un'intensa collaborazione tra Università italiane e l'Ateneo di Vilnius (Lituania), è la comprensione delle cause di declino dell'habitat 3260 in Nord Europa, attraverso lo studio del *pattern* genetico di distribuzione delle specie *target* in regioni caratterizzate da un clima temperato-caldo e lo stato di isolamento delle popolazioni in areali in cui la distribuzione delle specie del sottogenere *Batrachium* si sta contraendo.

Tre sono le popolazioni appenniniche studiate, identificate morfologicamente come *Ranunculus trichophyllus* Chaix al Lago Santo (MO) e al Lago Scaffaiolo (MO) e *R. circinatus* Sibth. in un vaso artificiale a Le Malghe al Corno alle Scale (BO), a poca distanza dal Lago Scaffaiolo. In base al DNA del cloroplasto, questi popolamenti sono ascrivibili a *R. aquatilis* L. al Lago Santo e *R. trichophyllus* negli altri due casi. *Ranunculus aquatilis* presenta introgressione di *R. circinatus*, mentre le popolazioni di *R. trichophyllus* del Corno alle Scale presentano introgressione di *R. aquatilis*, in base ai marcatori nucleari ITS. Questi risultati sono in accordo con lo studio recente di Koutecký et al. (2022), che suggerisce un'origine ibrida di *R. aquatilis* da *R. trichophyllus* e *R. circinatus*. Le differenze riscontrate tra le popolazioni appenniniche sarebbero pertanto dovute al diverso grado d'introgressione fra le tre specie nell'area di studio.

I marcatori nucleari ISSR, variabili tra i genotipi delle popolazioni studiate e idonei per studiarne il flusso genico, indicano isolamento delle popolazioni appenniniche da quelle oltre Po padane e alpine campionate, nonché isolamento tra le popolazioni del Lago Santo da quelle del Corno alle Scale. Anche le popolazioni del Lago Scaffaiolo e dell'invaso di Le Malghe sono piuttosto distinte fra di loro, sebbene più simili di quanto lo siano alla popolazione del Lago Santo. Gli alti indici di fissazione tra le popolazioni appenniniche ($F_{st} > 0,9$) suggeriscono popolazioni altamente clonali, ciascuna costituita da uno o pochi cloni diversi tra popolazioni e/o soggette a *inbreeding* (Lambertini et al. 2010, 2016). I livelli di diversità genetica all'interno delle popolazioni sono ovunque bassi ($H_e = 0,019-0,068$), il che suggerisce una capacità adattativa ai cambiamenti climatici in atto molto limitata. Non sorprende pertanto, ma piuttosto preoccupa, il recente cambiamento della comunità acquatica del Lago Santo, ora dominata da *Myriophyllum spicatum* L., che ha rapidamente soppiantato la comunità di *Batrachium* (Gualmini, Bolpagni 2024). Uno studio della variabilità genetica più approfondito ed esteso a più popolazioni, abbinato allo studio ecologico dei corpi d'acqua che ancora ospitano comunità di *Batrachium* in Appennino e in zone in cui l'areale non è frammentato, è fondamentale per capire i cambiamenti in corso e dove indirizzare azioni di conservazione e ripristino ambientale per la salvaguardia dell'habitat e delle specie.

Letteratura citata

Gualmini M, Bolpagni R (2024) Cambiamenti floristici, vegetazionali ed ecologici del Lago Santo modenese. Convegno «Il

- patrimonio botanico dell'Alto Appennino Emiliano-Romagnolo». Società Botanica Italiana, Sez. Emiliano-Romagnola, Bologna, 11/10/2024. Notiziario della Società Botanica Italiana 9(1) 2025: 2-3.
- Koutecký P, Prančl J, Košnar J, Koutecká E, Hanzlíčková J, Lučanová M, Nejedlá M, Kaplan Z (2022) Waking up from a taxonomist's nightmare: emerging structure of *Ranunculus* section *Batrachium* (Ranunculaceae) in central Europe based on molecular data and genome sizes. *Botanical Journal of the Linnean Society* 198(4): 417-437.
- Lambertini C, Gustafsson MHG, Baattrup-Pedersen A, Riis T (2016) Genetic structure of the submerged *Ranunculus baudotii* (sect. *Batrachium*) population in a lowland stream in Denmark. *Aquatic Botany* 136: 186-196.
- Lambertini C, Riis T, Olesen B, Clayton JS, Sorrell BK, Brix H (2010) Genetic diversity in three invasive clonal aquatic species in New Zealand. *BMC Genetics* 11: 52.

AUTORI

Jurgita Butkuvienė, Jolanta Patamsytė, Life Sciences Center, Vilnius University, Lituania

Carla Lambertini, Dipartimento di Bioscienze, Università di Milano

Fabrizio Buldrini, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna

Rossano Bolpagni, Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale, Università di Parma

Donatas Naugžemys, Botanical Garden, Vilnius University, Lituania

Autore di riferimento: Carla Lambertini (carla.lambertini@unimi.it)

Tre individui di *Salix herbacea* L. sul monte prado hanno più di 2000 anni! Come lo studio delle conseguenze genetiche dell'isolamento ha condotto alla stima dell'età dei cloni

A. Petraglia, M. Tomaselli, A. Piotti, M. Carbognani

La deriva genetica, il flusso genico, i processi demografici e la distribuzione spaziale delle popolazioni interagiscono con la selezione naturale nel plasmare le caratteristiche genetiche delle popolazioni nel tempo. In particolare, ai margini della distribuzione dell'areale è legittimo aspettarsi che l'isolamento genetico aumenti, le popolazioni siano più piccole, la dispersione sia meno efficace nel garantire il flusso genico e, di conseguenza, la diversità genetica si possa ridurre al punto da condizionare la sopravvivenza delle popolazioni stesse. Ai margini meridionali dell'areale, le popolazioni artico-alpine dell'Appennino settentrionale costituiscono un paradigmatico esempio di popolazioni marginali. In particolare, un caso interessante è costituito dalle piccole popolazioni relittuali delle specie di vallette nivali che sopravvivono a notevole distanza dalle popolazioni più continue e abbondanti delle Alpi (Petraglia, Tomaselli 2007).

Una di queste specie è *Salix herbacea*, un arbusto nano deciduo che, oltre ad avere le caratteristiche descritte sopra, è una specie clonale la cui longevità può aver favorito una notevole capacità di sopravvivenza indipendentemente dal numero e dall'entità delle oscillazioni climatiche passate.

Lo studio oggetto di questa sintesi ha riguardato la caratterizzazione della diversità genetica di due popolazioni relitte di *Salix herbacea* dell'Appennino Tosco-Emiliano situate sul Monte Prado e sul Monte Cimone, in posizione intermedia fra le popolazioni alpine e il margine meridionale di distribuzione della specie in Italia. Il campionamento ha interessato l'intera estensione delle due popolazioni; un totale di 350 campioni provenienti dal Monte Prado e 196 campioni provenienti dal Monte Cimone sono stati genotipizzati con 11 marcatori genetici microsatelliti, permettendo di ottenere una stima accurata della variabilità clonale e genetica di entrambe le popolazioni. Inoltre sono stati genotipizzati 30 campioni provenienti da una popolazione alpina di confronto situata nelle vicinanze del Passo Gavia, sulle Alpi Retiche.

Le analisi genetiche svolte hanno permesso di verificare un forte effetto della marginalità e dell'isolamento sulla diversità genetica delle due popolazioni appenniniche di *S. herbacea*. Nelle popolazioni del Monte Prado e del Monte Cimone la variabilità genetica, misurata come eterozigosità attesa, si è infatti ridotta, rispettivamente, circa del 30% e del 70% rispetto alla popolazione del passo Gavia, localizzata nelle Alpi che rappresentano il principale centro di diffusione della specie nell'Europa centro-meridionale. Inoltre è emerso un forte effetto della marginalità anche sulla modalità riproduttiva dominante, con un forte aumento del tasso di riproduzione vegetativa nelle popolazioni appenniniche rispetto alla popolazione alpina (Carbognani et al. 2019).

Uno dei risultati più interessanti del lavoro è stato il ritrovamento, sul Monte Prado, di 3 individui di *S. herbacea* di dimensioni eccezionali pari a circa 64, 63 e 53 m di diametro. I tre individui sono i più grandi mai individuati prima d'ora (il più grande noto in precedenza era di circa 10 m; Stamati et al. 2007). Considerando che la crescita di *S. herbacea* avviene per rizomi che si espandono radialmente con una crescita subcostante nel tempo, una delle prime domande che ci siamo posti è stata: quanto potrebbe essere vecchio un individuo così grande? Questo

ha dato il via a una nuova ricerca durante la quale abbiamo studiato la variabilità nella crescita orizzontale annuale effettuando sezioni trasversali dei fusti e dei rizomi in diversi punti degli individui più grandi trovati. L'analisi dei dati ha consentito di stimare l'età dei tre cloni che è risultata compresa tra i 2000 e i 7000 anni circa (Centenaro et al. 2023), dimostrando come questi individui siano sopravvissuti in prossimità della cima del Monte Prado per migliaia di anni resistendo agli importanti cambiamenti climatici che hanno caratterizzato l'Olocene.

Letteratura citata

- Carbognani M, Piotti A, Leonardi S, Pasini L, Spanu I, Vendramin GG, Tomaselli M, Petraglia A (2019) Reproductive and genetic consequences of extreme isolation in *Salix herbacea* L. at the rear edge of its distribution. *Annals of Botany* 124: 849–860.
- Centenaro G, Petraglia A, Carbognani M, Piotti A, Hudek C, Büntgen U, Crivellaro A (2023) The oldest known clones of *Salix herbacea* growing in the Northern Apennines Italy, are at least 2000 years old. *American Journal of Botany* 110(10): e16243.
- Petraglia A, Tomaselli M (2007) Phytosociological study of the snowbed vegetation in the Northern Apennines (Northern Italy). *Phytocoenologia* 37: 67–98.
- Stamati K, Hollingsworth PM, Russell J (2007) Patterns of clonal diversity in three species of sub-arctic willow (*Salix lanata*, *Salix lapponum* and *Salix herbacea*). *Plant Systematics and Evolution* 269: 75–88.

AUTORI

Alessandro Petraglia (alessandro.petraglia@unipr.it), Marcello Tomaselli (marcello.tomaselli2@gmail.com), Michele Carbognani (michele.carbognani@unipr.it) Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale, Università di Parma, Viale delle Scienze 11/a, 43124 Parma

Andrea Piotti (andrea.piotti@cnr.it), Istituto di Bioscienze e Biorisorse (IBBR), C.N.R., Via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (Firenze)

Autore di riferimento: Alessandro Petraglia