

PARTE I – Attività della Società

- 5 Rapporto di attività 2020
- 9 Comunicato stampa: Greenday 2020 – Festa della sostenibilità
- 10 M. Varini: Sostenibilità al Greenday 2020...
- 17 165ª Assemblée ordinaria STSN 2020

PARTE II – Comunicazioni scientifiche

- 23 Editoriale – Fra dati e megadati: scienze statistiche e statistiche per la scienza
- 25 P. Origoni et al.: Dati, statistiche e pandemia di COVID-19
- 33 A. Bricalli et al.: Riserva naturale Bolle di Magadino. Valutazione del successo della rinaturazione alla foce del Ticino e controllo della sua evoluzione: stato 2 (2015)
- 41 F. Rampazzi et al.: Monitoraggio bioacustico dei siti di nidificazione del gufo reale *Bubo bubo* inventariati nel Piano di azione del Cantone Ticino (Svizzera)
- 57 B. Marazzi et al.: *Juglans ailantifolia*: A new alien walnut tree species naturalized in Switzerland and Italy
- 69 L. Gaggini et al.: La diffusione di piante esotiche nelle foreste suburbane e considerazioni sul loro impatto sugli ecosistemi boschivi
- 79 B. Koch et al.: Problematiche legate alla presenza di *Salvinia molesta* D. S. Mitch. in specchi d'acqua e gestione della specie in Cantone Ticino, Svizzera
- 87 B. Koch et al.: I sirfidi quali bioindicatori per la valutazione degli habitat con il metodo Syrph the Net: tre casi studio in Cantone Ticino, Svizzera
- 105 C. Scandolara et al.: Abbondanza e distribuzione della Rondine *Hirundo rustica* sul Piano di Magadino (Cantone Ticino, Svizzera) e implicazioni per la conservazione della specie

PARTE III – Notizie

- 117 M. Gaia et al.: Bilancio meteorologico dell'anno 2020
- 121 F. Lepori et al.: Prima segnalazione del briozoo alloctono *Pectinatella magnifica* a sud delle Alpi
- 125 G. Meier et al.: Osservazione di un colubro di Esculapio, *Zamenis longissimus* (Laurenti, 1768), adulto leucistico nel Cantone Ticino, Svizzera
- 127 M. Antognini et al.: Goyazite e svanbergite, due nuove specie mineralogiche per il Ticino
- 133 S. Peduzzi et al.: Rinverdimento spontaneo del delta della Murinascia (lago Ritom) durante l'estate del 2020
- 139 S. Peduzzi et al.: Bilancio limnologico a 14 anni dalla rinuncia della regolazione del livello del lago di Cadagno per scopi idroelettrici
- 145 F. Del Fante: Inventari cantonali di luoghi di nidificazione di specie prioritarie di uccelli: allestimento e aggiornamenti
- 149 M. Kleih: Analisi dei dati della cartografia floristica tra Lago Maggiore e Lago di Como mediante cluster analysis
- 155 I. Forini-Giacalone et al.: *Formica exsecta* Nylander, 1846: una formica prioritaria per il Cantone Ticino (Hymenoptera, Formicidae)
- 159 I. Forini-Giacalone et al.: La formica fantasma *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius, 1793) osservata per la prima volta al Sud delle Alpi svizzere (Hymenoptera, Formicidae)

PARTE IV – Contributi speciali

- 165 S. Veri et al.: Le grotte del Ticino XII: note abiologiche 8
- 183 V. Trivellone et al.: Auchenorrhinchi ed eterotteri (Hemiptera) di ecosistemi naturali di rilevante valore in Cantone Ticino (Svizzera)
- 199 T. Brodtbeck: Nuovi funghi fitoparassiti introdotti nel Cantone Ticino
- 209 N. Santi et al.: Pubblicato il nuovo Atlante dei mammiferi della Svizzera e del Liechtenstein
- 211 Giovani della Svizzera italiana si distinguono al Concorso nazionale di Scienza e gioventù 2020
- 217 Atti del 2º Congresso internazionale "Botanica Sudalpina" Online, Lugano, 26-27.3.2021
- 257 R. Peduzzi: Omaggio a Hubert Greppin (1934-2020)
- 258 N. Zambelli: In memoriam – Michele Abderhalden (*Abde*)
- 259 M. Moretti: In ricordo di Marco Salvioni (1958-2020)

2021

Bollettino della Società ticinese di scienze naturali





Bollettino della

**SOCIETÀ TICINESE
DI SCIENZE
NATURALI**

SOCIETÀ TICINESE DI SCIENZE NATURALI

Fondata nel 1903

Affiliata all'Accademia svizzera di scienze naturali (SCNAT)

Scopo della Società

Promuovere e divulgare nella Svizzera italiana le scienze naturali e in particolar modo lo studio degli aspetti scientifici delle regioni al Sud delle Alpi e delle zone limitrofe.

Soci

I soci attivi e collettivi sono ammessi per decisione a maggioranza del Comitato e vengono comunicati all'Assemblea sociale. La quota annuale è di fr. 40.– per gli adulti e di fr. 20.– per i giovani fino ai 25 anni. Ogni socio riceve gratuitamente le pubblicazioni della Società.

Comitato (stato 31.12.2020)

<i>Presidente</i>	Manuela Varini
<i>Vicepresidente</i>	Sandro Peduzzi
<i>Segretaria</i>	Gilda Giudici
<i>Cassiera</i>	Gisella Novi
<i>Membri di comitato</i>	Silvia Antognoli Luca Bacciarini Camilla Capelli Marco Gaia Pia Giorgetti Mauro Jermini Cristina Marazzi Marco Moretti Filippo Rampazzi Cristian Scapozza Silvio Seno
<i>Revisori esterni</i>	Cecilia Antognoli Silvana Soldini
<i>Membri onorari</i>	Guido Cotti Raffaele Peduzzi

Ripartizione attività in seno al Comitato

<i>Archivista</i>	Filippo Rampazzi
<i>Delegato alla piattaforma NWR¹ della SCNAT² (Comitato)</i>	Marco Moretti
<i>Webmaster</i>	Marco Cagnotti (esterno) Camilla Capelli Manuela Varini
<i>Commissione redazionale</i>	Marco Moretti (responsabile) Mauro Jermini Cristian Scapozza Filippo Schenker (esterno)
<i>Commissione divulgazione</i>	Silvia Antognoli Camilla Capelli Pia Giorgetti Cristina Marazzi Silvio Seno Manuela Varini
<i>Delegati alla Commissione scientifica del Parco Botanico delle Isole di Brissago</i>	Luca Bacciarini Pietro Romerio (esterno)

Sede e indirizzo della Società

Società ticinese di scienze naturali (STSN)
c/o Museo cantonale di storia naturale
Viale C. Cattaneo 4
cp 5487
CH-6901 Lugano
Tel. +41 91 815 47 61
Fax +41 91 815 47 69
web: www.stsn.ch
e-mail: info@stsn.ch

Pubblicazioni

La Società pubblica annualmente il Bollettino e, senza scadenza regolare e in collaborazione con il Museo cantonale di storia naturale, le Memorie a carattere monografico.

Stampa del Bollettino

Tipografia Stazione SA
CH-6600 Locarno

PARTE I

Attività della Società

La 165^a **Assemblea generale** della Società ticinese di scienze naturali si è tenuta il 19 settembre 2020 presso la il Museo cantonale di storia naturale (MCSN), seguita dalla presentazione della guida escursionistica *Alla scoperta della biodiversità – Itinerari nelle zone naturalistiche protette del Canton Ticino*, di Marcello Martinoni, Ivan Sasu ed Eric Vimercati, pubblicazione sostenuta dalla STSN, e dalle presentazioni di studi di giovani ricercatori. Infatti, Giulia Donati, dottoranda in biologia presso ETHZ e WSL Birmensdorf, ha presentato le sue indagini per rispondere alla domanda *Microplastiche un MACRO-problema, una minaccia per il pesce più grande del mondo?* Laura Belotti, diplomata in Animal Biology all'Università di Basilea, ha presentato invece le sue ricerche sul tema *Cigni aggressivi o super alimentati?* Luca Gaggini, a sua volta, ha esposto i risultati del suo dottorato in botanica all'Università di Basilea: *Piante esotiche: dal giardino alla conquista dei nostri boschi*.

Divulgazione

In un periodo di grandi cambiamenti, nel 2020 si è deciso di chinarsi sulle problematiche dell'impatto umano sull'ambiente e di proporre diverse attività per promuovere uno stile di vita più sostenibile a tutti i livelli, cercando di dare un contributo per un futuro migliore per la nostra salute e per la biodiversità della nostra magnifica Terra. La STSN ha sostenuto i movimenti studenteschi che hanno dato voce alle esigenze dei giovani in materia di protezione dell'ambiente e di sensibilizzazione alle tematiche legate al riscaldamento climatico. Molti appuntamenti del programma annuale sono stati organizzati in collaborazione con altri enti, istituti e associazioni e tutti sono sostenuti dall'Accademia svizzera di scienze naturali. Si era previsto un ciclo di conferenze sul tema in collaborazione con diversi enti, come pure delle *proposte alla scoperta della scienza sul territorio* e delle *proposte per i più piccoli*. Purtroppo, a causa dell'emergenza sanitaria, diverse delle attività hanno dovuto essere posticipate al 2021.

Ciclo di conferenze *Per un mondo SOS-tenibile*

Il ciclo di conferenze, in buona parte posticipato al 2021, tranne che per la conferenza sugli insetti, è stato organizzato in collaborazione con il progetto di Istituto *Sale in zucca. Pensare e coltivare il futuro* e con diversi enti, elencati di seguito. Gli incontri con gli studenti erano sostenuti da *éducation21*.

In particolare, si è svolto secondo programma, il 15.1.2021, l'incontro *Energia, clima e sviluppo sostenibile* con 20 classi del Liceo di Lugano 1, in collaborazione anche con l'Istituto di Economia Politica (IdEP) dell'Università della Svizzera Italiana (USI), per parlare delle attuali sfide e soluzioni tecniche ed economiche legate al problema del surriscaldamento globale con Marco Gaia, responsabile del Centro regionale Sud di MeteoSvizzera, che si è soffermato anche sulle possibili conseguenze a livello svizzero; con Valentina Bosetti, professoressa di Economia all'Università Bocconi di

Milano e tra i principali autori del quinto Rapporto di Valutazione dell'IPCC, per un approfondimento sui recenti modelli economici, che prendono in considerazione l'ambiente e le risorse naturali per analizzare e stimare i costi associati ai cambiamenti climatici; con Marco Mazzotti, professore di Ingegneria dei processi del Politecnico federale di Zurigo, che ha parlato di emissioni, nuove tecnologie per uno sviluppo sostenibile e tecniche di ricattura e stoccaggio di CO₂; con Massimo Filippini, direttore del Center for energy policy and economics (ETH Zurigo) e professore di Economia all'ETHZ e all'USI, che ha presentato politiche energetiche e climatiche atte a contribuire alla riduzione delle emissioni a gas serra e i cosiddetti nudges, ovvero incentivi gentili che mirano a informare i consumatori per aiutarli a compiere scelte più sostenibili. Hanno moderato la mattinata di studio Manuela Varini e Ludovica Cotta-Ramusino. La conferenza è stata organizzata anche con l'Istituto di Economia Politica (IdEP) dell'Università della Svizzera Italiana (USI). La relativa serata pubblica, prevista per il 9 marzo 2020, con i relatori Marco Gaia, Marco Mazzotti e Massimo Filippini e con la moderazione di Nicola Colotti, giornalista RSI, ha invece dovuto essere posticipata al 2021.

Qui di seguito l'elenco delle altre conferenze posticipate al 2021:

- *Incontri con il premio Nobel Jacques Dubochet*. Sono state posticipate al 27 settembre 2021 sia la conferenza prevista con le classi del Liceo cantonale di Lugano 1 e di Lugano 2, che la serata pubblica, quest'ultima organizzata in collaborazione anche con l'ideatorio-USI. Moderatrice dell'incontro con gli studenti: Manuela Varini. Moderatore della serata pubblica: Giovanni Pellegrini, direttore de l'ideatorio-USI.
- *Orti e giardini in città: tra benessere e biodiversità*. L'incontro con degli studenti e la serata pubblica, prevista al MCSN, per presentare i risultati dello studio BetterGardens del Fondo Nazionale Svizzero sul valore sociale ed ecologico degli orti in città sono stati posticipati rispettivamente al 4 e al 18 maggio 2021. La conferenza pubblica era proposta in collaborazione anche con l'Istituto federale di ricerca WSL e Agorà. Relatori: Marco Moretti, biologo, WSL, David Frey, biologo, WSL, Guido Maspoli, biologo, Ufficio Natura e Paesaggio, Cantone Ticino. Moderatrice della serata Clara Caverzasio, giornalista scientifica.
- *Insetti, cibo del futuro?* La serata pubblica al MCSN con l'entomologo Dr. Enzo Moretto, per parlare di sostenibilità e di cibo a base di insetti, è stata posticipata al 27 maggio 2021. Moderatore: Davide Conconi, produttore della trasmissione scientifica e divulgativa della RTSI Il Giardino di Albert. Organizzata in collaborazione con Pro Natura e con il MCSN.

Greenday

- Sabato 26 settembre, dalle 9.00 alle 17.00, in Piazza del Sole a Bellinzona, si è svolta la prima edizione del Greenday, la festa della sostenibilità organizzata dalla STSN, nell'ambito della settimana europea per lo sviluppo sostenibile, in collaborazione con una cinquantina di enti, associazioni e istituti di ricerca attivi sul territorio, con attività interattive per coinvolgere attivamente i passanti, sensibilizzare e informare su tematiche legate alla sostenibilità e alla promozione della biodiversità. La giornata si è svolta all'insegna della scoperta, della condivisione e della partecipazione, grazie a esperienze, osservazioni, giochi e quiz con esempi e spunti per avere uno stile di vita più sostenibile e per diminuire il proprio impatto ambientale. La giornata è stata accompagnata da musica, attività per i bambini, atelier, percorsi, prove di e-bike e scooter elettrici, intrattenimento e altro ancora. Hanno allietato la giornata le note del coro IntantoCanto, dei Tacalà e del Trio Bio, come pure le storie dell'artista Luca Chieregato. Sono intervenuti per i saluti ufficiali il Consigliere di Stato Christian Vitta, il Sindaco di Bellinzona Mario Branda, e Manuela Varini per la STSN. Per lo svolgimento della giornata è stato allestito un piano di protezione secondo le direttive delle autorità. Vi è stata una partecipazione molto buona.

Escursioni

Le seguenti escursioni, a causa della pandemia, hanno dovuto essere posticipate al 2021:

- *Gli uccelli migratori*. Gita con l'ornitologo Roberto Lardelli, organizzata in collaborazione con Ficedula, prevista il 19.4.2021 è stata rimandata all'11.4.2021, alle Bolle di Magadino.
- *Promuovere la biodiversità nel proprio giardino*. Questa gita, prevista per il 16.5.2021, associata alla conferenza sugli orti e giardini urbani menzionata e organizzata in collaborazione con il WSL e con Agorà, nell'ambito del Festival della Natura e condotta da David Frey, biologo e giardiniere paesaggista è stata posticipata al 22.5.2021.

Le seguenti gite hanno potuto svolgersi normalmente, in diversi casi con lunghe liste di attesa:

- *Gita botanica e lichenologica*. Con il lichenologo Alberto Spinelli, le esperte Cristina e Tulla Spinelli e con Antonella Borsari, fitoterapista e botanica di campo, nella zona di Acquacalda, il 21.6.2021.
- *Gita botanica sui prati magri*, con Antonella Borsari nella zona di Döttra, il 4.7.2021.
- *Alla scoperta dei funghi delle nostre zone*. Gita organizzata in collaborazione con la Società micologica luganese e guidata dall'esperto Adriano Sassi, il 16.8.2021 nella zona di Piansegno e Campra.
- *Fra terra e lago: alla scoperta dell'origine e della storia del Piano di Magadino*. Visita guidata, in bicicletta, con il geomorfologo Cristian Scapozza, nell'ambito del Greenday il 26 settembre 2021.

- *Gita alla scoperta dei muschi*. Gita organizzata in collaborazione con la Società botanica ticinese (SBT), alla scoperta del mondo dei muschi delle nostre zone con le esperte Cristina Spinelli e Lara Lucini, nelle zone di Sonvico, il 17.10.2021.

Proposte per i più piccoli

Non sono mancate le attività per i più giovani, che godono del sostegno dell'Accademia svizzera di scienze naturali. La STSN ha infatti organizzato, dal 5 al 10 luglio, la vacanza scientifica per famiglie *Montagna, scienza e sostenibilità*, con attività in collaborazione con il Centro di Biologia Alpina (CBA), con il Laboratorio microbiologia applicata della SUPSI, con la Fondazione Alpina per le Scienze della Vita (FASV) e con l'Osservatorio astronomico della Capanna Gorda. Con l'accompagnamento delle biologhe Manuela Varini, Annamaria Bottini e dell'aiutoanimatrice Chiara Bisenti, come pure di esperti dei vari enti menzionati, il biologo Sandro Peduzzi e Samuele Roman del CBA, l'astronomo Francesco Fumagalli, il geografo Leonardo Azzalini di Pro Natura e Michela Pedroli, laureata in Scienze Tecnologiche e Alimentari, della FASV, i partecipanti, grandi e piccoli, hanno scoperto, grazie ad attività didattiche nella natura, ma non solo, le meraviglie delle zone tra Piora, Lucomagno e Olivone.

Si sono anche svolti due weekend scientifici per famiglie tra Piora e Lucomagno: il 12-13.9.2021 e il 10-11.10.2021 con Manuela Varini, Annamaria Bottini e l'aiutoanimatrice Giada Mantegazzi, senza dimenticare i preziosi contributi di Francesco Fumagalli e di Leonardo Azzalini.

Inoltre, anche se quest'anno la colonia pasquale e quella estiva *Vivi Lugano*, organizzate dal MCSN, in collaborazione con il settore 'Extrascolastico' della Città di Lugano e con il sostegno della STSN, hanno dovuto essere annullate, il MCSN comunque ha svolto 4 giorni della colonia diurna estiva *Agosto al museo* (19, 20, 25 e 26.8.2021). Ha inoltre organizzato, con il sostegno della STSN, 22 animazioni per bambini *Un occhio sulla natura* di sabato (altre 10 hanno invece dovuto essere annullate) e 4 attività creativo-naturalistiche per bambini *Un salto al Museo*, durante le vacanze autunnali.

Ha invece dovuto essere annullata la vacanza scientifica organizzata da l'ideatorio-USI, che pure usufruisce del sostegno della STSN.

Esposizioni

La STSN ha poi sostenuto le seguenti esposizioni:

- *No limits! I campioni dell'altitudine*, mostra del MCSN sugli adattamenti dei viventi alle difficili condizioni degli ambienti d'alta montagna, che è ora esposta ad Airolo.
- *Sguardi sulla biodiversità*, progetto di Capriasca Ambiente in collaborazione con gli allievi della Scuola Media di Tesserete e diversi partner, il cui scopo è quello di risvegliare nei giovani una maggiore consapevolezza della natura e della biodiversità 'fuori dalla porta di casa'. Mostra che fino a maggio 2020 è stata esposta alla Scuola Media di Lugano 1.

- *Erbe di qui, spezie del mondo*, mostra realizzata dal MCSN e ora esposta al Museo del Dazio Grande, incentrata sul commercio delle spezie.

Sostegno al progetto *Sale in zucca!*

Nel 2017, la STSN e l'Accademia svizzera di scienze naturali hanno dato sostegno all'iniziativa di orto didattico e attività di divulgazione *Sale in zucca!* del Liceo cantonale e della Scuola Speciale del Liceo di Lugano 1, a cui hanno collaborato anche la Scuola Media e la Scuola Speciale delle Medie di Lugano 1. Grazie al MCSN, alcune classi hanno svolto attività didattiche in tema con visite all'orto. Il progetto, in collaborazione con diversi partner, si è snodato su più livelli ed è continuato nel 2020 contribuendo in maniera importante anche all'allestimento del programma di attività della STSN.

Interviste

Alcuni membri di comitato hanno svolto interviste a nome della STSN per la RSI (www.stsn.ch/media).

Pubblicazioni

Il 2020 ha visto la pubblicazione del 108° *Bollettino della STSN*, che si conferma l'unica pubblicazione di questo genere in lingua italiana in tutta la Svizzera. Redazione e impaginazione sono state condotte e seguite dal gruppo redazionale composto da Mauro Jermini, Marco Moretti, Cristian Scapozza e Filippo Schenker.

Un caloroso ringraziamento va a tutti i soci per il costante e prezioso sostegno e a tutto il Comitato della STSN. Si ringraziano inoltre tutte le persone che hanno contribuito alla buona riuscita delle attività e alla realizzazione del Bollettino e tutti coloro che lavorano costantemente per curare i rapporti con l'Accademia svizzera di scienze naturali e con le altre società di scienze naturali regionali, cercando di dare la giusta visibilità alla STSN anche sul piano nazionale.

A nome del comitato STSN
Manuela Varini, presidente

Comunicato stampa

Greenday 2020 – Festa della sostenibilità

Sabato 26 settembre, in Piazza del Sole a Bellinzona, nell'ambito della Settimana europea per lo sviluppo sostenibile, la Società ticinese di scienze naturali (STSN) organizza la festa della sostenibilità Greenday 2020, in collaborazione con una cinquantina di enti, istituti e associazioni. Questi animeranno in maniera ludica e divertente bancarelle e postazioni con attività interattive per la promozione di semplici azioni e stili di vita volti a ridurre il proprio impatto ambientale e a favorire la biodiversità.

La **Società ticinese di scienze naturali**, una sezione dell'Accademia svizzera di Scienze naturali (SCNAT), che riunisce ricercatori e appassionati delle diverse discipline scientifiche, quest'anno ha dedicato il suo ricco programma di attività (in parte posticipato al 2021 a causa dell'emergenza sanitaria) al tema della sostenibilità. Ha quindi organizzato una festa sul tema, coinvolgendo molti attori attivi sul nostro territorio in questo ambito. L'evento è in collaborazione con la Città, il Mercato, la Società Commercianti di Bellinzona e una cinquantina di enti, organizzazioni e associazioni e istituti di ricerca, tra cui anche alcuni della Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI), del Dipartimento delle finanze e dell'economia (DFE) e del Dipartimento del territorio (DT) del Cantone, che patrocinano l'evento. Questi enti parteciperanno ad animare la giornata con postazioni e bancarelle con attività interattive per approfondire in maniera ludica, ma allo stesso tempo scientifica, vari aspetti legati al tema. Lo scopo è di avvicinare la popolazione in maniera po-

sitiva, divertente e costruttiva a possibili soluzioni per affrontare le grosse problematiche ambientali, con cui siamo confrontati in questa epoca, al fine di contribuire a costruire un futuro più roseo per le prossime generazioni. Solo il coinvolgimento e l'impegno da parte di ognuno permetterà la transizione verso una società moderna, sostenibile ed economicamente performante al tempo stesso. Il motto della giornata è infatti "Tanti semi, tutti insieme, danno vita a una splendida foresta. Ogni contributo conta e non è mai troppo piccolo, perché non ne valga la pena darlo". Il programma prevede momenti di intrattenimento teatrale, musicale, un paio di postazioni di street food e, in collaborazione con alcuni ristoranti, il menù del mercato sostenibile. Alle 17.00 sono previsti i saluti da parte del Consigliere di Stato Christian Vitta, del Sindaco di Bellinzona, Mario Branda e della Presidente della STSN, Manuela Varini. Seguirà la premiazione del concorso "sostenibile" della giornata e un finale con il cantastorie. Durante lo svolgimento delle attività verranno messe in atto le misure di protezione sanitarie raccomandate dalle autorità. Il programma completo dell'evento è visibile al sito: www.stsn.ch/greenday.

Per maggiori informazioni

Manuela Varini, presidente della STSN: manuela.varini@stsn.ch - Tel. 079 706 40 52.

Allegato

Volantino del programma della giornata.

Sostenibilità al Greenday 2020...

Attuare uno stile di vita che consenta di diminuire l'impatto sull'ambiente è un obiettivo ambizioso ma possibile: ce lo ha insegnato l'evento di Bellinzona dello scorso 26 settembre

Manuela Varini



Cosa vuol dire sostenibilità? Se ne parla tanto, in molti contesti, tutti sanno di cosa si tratta, ma se un bambino ci pone questa domanda, spesso, non sappiamo bene cosa dire. Ci sono diverse definizioni, dove società, economia ed ecologia si intersecano

per trovare il loro equilibrio perfetto. Per me, la ricerca della sostenibilità significa un modo di vita atto a diminuire il proprio impatto sull'ambiente, a tutti i livelli, un voler dare il proprio contributo per un futuro e un mondo più equo, armonioso, in equilibrio e in pace con la natura e con tutte le forme di vita, la nostra inclusa.

Dal 2016, per dare delle linee guida chiare e condivise per lo sviluppo sostenibile e per la lotta alla povertà a livello nazionale e internazionale, è entrata in vigore l'Agenda 2030, articolata in 17 obiettivi, sottoscritta dai quasi 200 Paesi membri dell'ONU.

Cercando di coinvolgere tutti, ad ogni livello, che cosa si vuole raggiungere? In poche parole, direi il sogno di ognuno: creare un paradiso terrestre per le generazioni future. Si tratta di un'utopia? Non credo proprio, anche se in molti sono scettici, in quanto pensano che la natura umana non sia in grado di stravolgere completamente vecchie abitudini per raggiungere questi obiettivi.

Personalmente, nonostante molto attorno a noi potrebbe non darlo a vedere, sono ottimista e confido nella profonda intelligenza e capacità umana di evolvere e migliorare in tutti gli ambiti, una volta presa coscienza dei problemi da affrontare e da risolvere. Il mondo sta già cambiando da parecchio tempo e le recenti manifestazioni di giovani in tutto il mondo sono una prova tangibile e visibile di questo risveglio collettivo e del fatto che molte persone non vogliono più andare avanti con modelli, che, fino a poco tempo fa, sembravano inevitabili e immutabili.

Fornire un prezioso contributo in questo senso era, di fatto, anche l'obiettivo del Greenday (www.stsn.ch/)



Immagine dall'ultimo Greenday 2020, festa della sostenibilità svolta a Bellinzona.



greenday), festa della sostenibilità svoltasi il sabato 26 settembre in Piazza del Sole a Bellinzona, nell'ambito della Settimana europea per lo sviluppo sostenibile.

L'evento è stato organizzato dalla Società ticinese di scienze naturali (STSN), una sezione dell'Accademia svizzera di Scienze naturali, che riunisce ricercatori e appassionati delle diverse discipline scientifiche, e che, quest'anno, ha dedicato il suo ricco programma di attività (in parte posticipato al 2021 a causa dell'emergenza sanitaria) appunto al tema della sostenibilità. L'evento era in collaborazione con la Città, il Mercato, la Società Commercianti di Bellinzona e una cinquantina di enti, organizzazioni, associazioni e istituti di ricerca, tra cui anche alcuni della Scuola universitaria professionale della svizzera italiana (SUPSI), del Dipartimento delle finanze e dell'economia (DFE) e del Dipartimento del territorio (DT) del Cantone, che hanno patrocinato l'evento. Questi enti hanno partecipato ad animare la giornata con postazioni e bancarelle con attività interattive per approfondire in maniera ludica, ma allo stesso tempo scientifica, vari aspetti legati al tema.

Lo scopo era proprio quello di avvicinare la popolazione in maniera positiva, divertente e costruttiva a possibili soluzioni per affrontare le grosse problematiche ambientali, con cui siamo purtroppo confrontati in questa epoca, al fine di contribuire a costruire appunto un futuro più roseo per le prossime generazioni. Il programma prevedeva momenti di intrattenimento teatrale, musicale, un paio di postazioni di street food e, in collaborazione con alcuni ristoranti di Bellinzona, il menù del mercato sostenibile.

Sono intervenuti a portare i propri saluti anche il Consigliere di Stato Christian Vitta e il Sindaco di Bellinzona, Mario Branda.

Concludo, sottolineando, che solo il coinvolgimento e l'impegno da parte di ognuno permetterà la transizione verso una società moderna, sostenibile ed economicamente per formante al tempo stesso. Il motto del Greenday era infatti "Tanti semi, tutti insieme, danno vita a una splendida foresta".

Ogni contributo conta e non è mai troppo piccolo, perché non valga la pena darlo. Infatti, non possiamo sapere che effetto questo contributo potrebbe aver sul medio e lungo termine, in quanto non sappiamo quante persone potrebbero venire ispirate, in maniera diretta o indirettamente, ad agire a loro volta. Non sot-

tovalutiamo il profondo desiderio insito in ognuno di noi di voler contribuire.

A questo proposito vorrei menzionare una leggenda: dopo che è scoppiato un incendio in una foresta, mentre tutti gli animali stanno scappando, un piccolo colibrì vola verso un fiume a prendere una goccia d'acqua col becco da gettare poi sul fuoco e continua a ripetere questa operazione più volte instancabilmente.

Per questo viene fortemente ridicolizzato da un grande felino, che reputa il suo contributo completamente inutile, però il colibrì risponde: "Forse hai ragione, forse non spegnerò mai l'incendio... ma almeno avrò fatto la mia parte". Molti animali smettono di scappare e decidono di attivarsi a loro volta seguendo l'esempio del colibrì fino ad arrivare, tutti insieme, a spegnere finalmente l'incendio. Ogni piccolo contributo conta e non è mai troppo piccolo, perché non valga la pena darlo...

Articolo apparso sulla rivista *Tuttogreen*, 2, 2020, pp. 12-13.
Riprodotta con il permesso dell'editore



SOCIETÀ TICINESE DI SCIENZE NATURALI

Società ticinese di scienze naturali
Viale Carlo Cattaneo 4
CP 5487
CH-6901 Lugano

Lodevole
Commissione Gestione e Finanze
del Gran Consiglio
Presidente Matteo Quadranti
Servizi del Gran Consiglio
Piazza Governo 6
6501 Bellinzona

Lugano, 11 aprile 2021

Nuovo Museo cantonale di storia naturale a Locarno

Signor Presidente,
Signore e signori Commissari,

la Società ticinese di scienze naturali (STSN) segue con grande attenzione il progetto di nuovo Museo cantonale di storia naturale (MCSN) e le discussioni in corso sulla sua nuova ubicazione (Messaggio n. 7940 del 2 dicembre 2020 relativo alla richiesta di un credito di CHF 9'550'000.– per la progettazione della nuova sede). La STSN fa parte dell'Accademia svizzera di scienze naturali, che riunisce ricercatori e appassionati delle diverse discipline. Numerosi membri della STSN lavorano presso svariati istituti di ricerca del Cantone, sia in funzioni di ricerca e sviluppo, sia con funzioni gestionali o di responsabilità. Ci permettiamo pertanto di intervenire nel dibattito in atto con alcune riflessioni che, ci auguriamo, possano essere considerate nelle scelte strategiche e logistiche della futura struttura.

L'importanza del Museo cantonale di storia naturale per il Cantone Ticino

Il MCSN è una delle istituzioni più longeve del Cantone, le cui origini risalgono al "Gabinetto di storia naturale" di Luigi Lavizzari fondato a metà '800 nel primo Liceo cantonale. Oggi rappresenta il **centro di riferimento sulla natura del Ticino**, nonché un'istituzione affermata sul piano nazionale e internazionale nel campo delle scienze naturali. Il suo ruolo è definito nella Legge cantonale sulla protezione della natura del 2001 (Art. 4, *"Il Consiglio di Stato promuove l'informazione e la ricerca sulle componenti naturali in particolare tramite il Museo di storia naturale"*).

Negli ultimi anni lo sviluppo del MCSN è stato particolarmente marcato in **ambito scientifico** grazie alle campagne di scavo sui giacimenti fossiliferi del Monte San Giorgio (dal 2003 Patrimonio

Sede: Museo cantonale di storia naturale, Viale Cattaneo 4, CP 5487, CH-6901 Lugano
www.stsn.ch – info@stsn.ch



SOCIETÀ TICINESE DI SCIENZE NATURALI

mondiale dell'Umanità dell'UNESCO) e alle molte ricerche sulla biodiversità del Cantone, che hanno fatto del MCSN l'Antenna per il sud delle Alpi dei Centri nazionali svizzeri sulla fauna e sulla flora. Ciò è di assoluta rilevanza per il Ticino che, a differenza di altri Cantoni, non possiede alcuna facoltà accademica nel campo delle scienze naturali in grado di svolgere attività di ricerca, assicurare sostegno a diplomandi e dottorandi, e fungere da partner accreditato nella rete di istituti che operano a livello nazionale e internazionale.

In **ambito divulgativo** il MCSN si è invece affermato per la sua intensa attività espositiva, per la pubblicazione di opere sulla natura del Cantone e per le numerose offerte didattiche svolte dentro e fuori le mura. Ricordiamo che il MCSN è visitato annualmente da circa 15'000 visitatori, di cui quasi la metà allievi dei diversi ordini di scuola (più di 300 classi), per i quali sono svolti altrettanti momenti di attività. A ciò si aggiunge il pubblico delle mostre – che il MCSN realizza per lo più fuori sede per motivi di spazio – dove l'afflusso di visitatori è ben più consistente e dove una frazione significativa è spesso costituita da turisti (v. mostra su *“Oetzi, l'uomo venuto dal ghiaccio”* con oltre 20'000 visitatori in soli tre mesi e mezzo).

Infine, il MCSN si è progressivamente affermato anche nelle **prestazioni a terzi**, attraverso la realizzazione di numerose strutture didattiche e turistiche dislocate sull'intero territorio cantonale: dai sentieri geologici e naturalistici, alle “aule verdi”, a interi musei, come – uno per tutti – il nuovo Museo dei fossili del Monte San Giorgio a Meride. Con il passaggio dal “museo vetrina” al “museo motore”, gli odierni musei di scienze naturali sono infatti strutture molto dinamiche, in grado di supportare altri enti che già operano sul territorio nella promozione di iniziative a favore della cittadinanza e del turismo.

Tutto ciò fa del MCSN un'istituzione ampiamente consolidata nel panorama culturale cantonale e un imprescindibile punto di riferimento per una vasta cerchia di utenza. Innanzi tutto, il **singolo cittadino**, che nel MCSN trova un referente autorevole sulle caratteristiche del proprio paese e un consulente sulle componenti naturali. La **scuola**, che utilizza il museo quale strumento didattico complementare e alternativo alle lezioni in aula. Il **turista**, che trova un'offerta di richiamo in grado di fargli conoscere il paese ospitante invitandolo a visitare le varie regioni del Ticino. Le **istituzioni scientifiche**, che possono far capo a un partner riconosciuto all'interno della rete nazionale e internazionale della ricerca. Le **associazioni**, alle quali il MCSN presta sostegno a diverso titolo. Gli **enti locali**, che trovano un interlocutore valido per lo sviluppo di iniziative comuni decentrate sul territorio. Lo **Stato**, che può disporre di un servizio competente sugli aspetti naturalistici del paese e sui temi emergenti in campo ambientale.

Criteri-guida per la realizzazione del nuovo Museo cantonale di storia naturale

Come noto, la necessità di trovare una nuova sede al MCSN è dettato sia dalle esigenze logistiche del Museo, sia da quelle del Liceo di Lugano 1, costretti entrambi a lasciare la sede attuale nel Palazzetto delle Scienze a causa dell'avanzato stato di obsolescenza dell'edificio e della prospettiva riorganizzazione dell'intero comparto. Il trasferimento del Museo in nuova sede chiama in campo considerazioni di tipo strategico, logistico e museografico, così come l'importanza che lo Stato intende dare alle sue maggiori istituzioni. A prescindere dagli aspetti finanziari legati al progetto, la STSN intende sottolineare alcuni dei criteri-guida che dovrebbero stare alla base della nuova struttura.

Sede: Museo cantonale di storia naturale, Viale Cattaneo 4, CP 5487, CH-6901 Lugano
www.stsn.ch – info@stsn.ch



SOCIETÀ TICINESE DI SCIENZE NATURALI

Centralità geografica. Il Museo deve poter beneficiare di una posizione centrale (grosso modo nel triangolo Lugano-Bellinzona-Locarno) sia per evitare l'eccessiva regionalizzazione dell'istituzione sia per poter servire in egual misura le varie aree del Ticino. Ciò non solo in funzione dei visitatori, ma anche del personale impiegato fuori sede nella ricerca, nella divulgazione e nelle prestazioni a terzi. Esso deve infatti poter raggiungere le varie parti del Cantone, da Chiasso ad Airolo, in un lasso di tempo ragionevole e più o meno equivalente.

Contesto urbano. Il Museo deve poter sfruttare le collaborazioni con gli enti culturali e scientifici che operano a scala locale. Le possibilità di fare sistema e beneficiare di un'economia di scala nella promozione delle varie attività sono indiscutibilmente superiori in un contesto urbano rispetto alla periferia, tanto che in Svizzera tutti i musei di storia naturale sono ubicati nei maggiori centri dei rispettivi Cantoni, se non nelle capitali stesse. Ciò è infatti di grande importanza per assicurare la frequentazione del Museo da parte di un pubblico numeroso sull'arco dell'intero anno, anche nell'ottica di garantire una parziale autonomia dal profilo finanziario e il successo dell'istituzione sul lungo termine (numero di visitatori paganti, sponsorizzazioni di eventi e manifestazioni, suddivisione delle spese di promozione con altri enti, sostegno pubblico/privato alle spese di gestione ecc.).

Accessibilità e frequenza dei collegamenti. Il Museo deve poter essere raggiunto in modo ottimale con mezzi pubblici e privati. Ciò non interessa soltanto le diverse vie di accesso, ma anche la cadenza dei collegamenti dei mezzi pubblici, intrinsecamente maggiori da/verso una città-polo che non da/verso una zona periferica. È inoltre importante che il trasferimento pedonale (o ciclabile) tra l'ultima stazione dei mezzi pubblici e il Museo non sia troppo distante.

Flessibilità degli spazi dell'edificio, aree verdi esterne. Il Museo deve poter godere di spazi adeguati e specificatamente concepiti per sue diverse attività sia a livello di "istituto" (amministrazione, biblioteca, laboratori di ricerca e formazione, depositi per le collezioni, officine, ecc.) sia a livello di "museo" (spazi espositivi, aule didattiche, auditorio, shop e caffetteria, ecc.). Da un lato ciò richiede volumetrie importanti soprattutto per l'impianto espositivo, che dovrà essere realizzato secondo i dettami della moderna museografia (realizzazione ex novo di un padiglione espositivo); dall'altro ciò presuppone una notevole flessibilità degli spazi in grado di riunire i locali per "aree funzionali". Fattori rilevanti per la fruibilità e il successo dei nuovi musei sono pure la presenza di parchi o spazi verdi adiacenti a disposizione dei visitatori per lo svago e al personale del Museo per lo svolgimento delle attività didattiche.

Possibilità di futuri ampliamenti. Occorre pensare da subito a possibili ampliamenti futuri e dunque a che l'ubicazione prescelta sia tale da non precludere lo sviluppo del Museo sia dal profilo pianificatorio sia da quello degli spazi residui realmente presenti.

Il nuovo Museo cantonale di storia naturale nel Comparto di Santa Caterina a Locarno

La STSN è persuasa che la scelta del Comparto di Santa Caterina a Locarno quale sede del nuovo MCSN soddisfi tutti i criteri sopra esposti e offra un'opportunità irripetibile di realizzare un ambizioso progetto scientifico, culturale e turistico per l'intero Cantone in grado di coniugare al meglio esigenze diverse a più livelli.

Sede: Museo cantonale di storia naturale, Viale Cattaneo 4, CP 5487, CH-6901 Lugano
www.stsn.ch – info@stsn.ch



SOCIETÀ TICINESE DI SCIENZE NATURALI

Il **Cantone** ha l'opportunità di riqualificare una vasta area di altissimo valore storico e culturale, inserendo una prestigiosa istituzione di ricerca, formazione e divulgazione in un sedime già di sua proprietà e sul quale sarà in ogni caso chiamato a intervenire in futuro con investimenti importanti per il suo restauro e la sua riqualifica. La scelta di Locarno è del resto in sintonia con il Piano direttore cantonale che ha individuato nel Locarnese l'area a maggiore vocazione culturale e turistica del Cantone.

La **Città di Locarno** ha la possibilità di riaprire alla cittadinanza la più vasta area verde del suo centro urbano, riqualificandolo dal profilo urbanistico e trasformandolo in un luogo d'incontro, di svago e di eventi a diretto contatto con il nuovo Museo. In prospettiva futura Locarno ha altresì la possibilità di sviluppare nello stesso comparto un vero e proprio *campus* di ricerca e formazione grazie alla presenza di numerosi immobili potenzialmente idonei in prossimità degli istituti scolastici già presenti (p.es. il Centro professionale cantonale), della Biblioteca cantonale e del Dipartimento formazione e apprendimento della SUPSI.

Il **Museo** avrà per la prima volta una sede propria con spazi sufficienti e adeguati per le sue molte attività, in particolare spazi espositivi idonei realizzati secondo i dettami della moderna museografia. Sarà perfettamente servito dai mezzi pubblici e potrà godere di un ampio bacino di utenza nella principale destinazione turistica del Cantone. Godrà di una rete scientifica e culturale sia a scala locale (Festival internazionale del film/Casa del Cinema e dell'Audiovisivo, SUPSI/DFA, Biblioteca cantonale, musei cittadini, prospettati Casa delle Valli e Museo archeologico ecc.) sia a scala regionale (MeteoSvizzera, Fondazione e Centro congressuale Monte Verità, Isole di Brissago, Parco del Piano di Magadino e Bolle di Magadino, Agroscope e WSL, Centro Natura Vallemaggia, prospettato nuovo sito UNESCO delle Valli di Lodano, ecc.). Grazie alla sua capacità operativa e alla sua centralità sarà inoltre in grado di servire al meglio anche le varie strutture didattiche e turistiche decentrate sull'intero territorio cantonale, nonché eventuali nuove "antenne" che potranno vedere la luce in futuro. Disporrà infine di riserve sufficienti anche per sviluppi futuri grazie all'estensione del sedime e alla presenza nel comparto di immobili potenzialmente idonei.

Per tutte queste ragioni la STSN invita la Commissione Gestione e finanze e il Parlamento a sostenere con convinzione la realizzazione della nuova sede nel Comparto di Santa Caterina a Locarno, anche nell'ottica di realizzare una struttura moderna, innovativa e altamente qualificante sul piano nazionale nel campo delle scienze naturali. A 170 anni dalle origini e 200 dalla nascita di Luigi Lavizzari, sarebbe questo il migliore riconoscimento per il lavoro svolto da chi ci ha preceduto nella costruzione del Paese.

SOCIETÀ TICINESE DI SCIENZE NATURALI

La presidente:

Manuela Varini

Sede: Museo cantonale di storia naturale, Viale Cattaneo 4, CP 5487, CH-6901 Lugano
www.stsn.ch – info@stsn.ch

165^a Assemblea ordinaria STSN 2020

Verbale dell'Assemblea svolta presso il Museo cantonale di storia naturale (MCSN) di Lugano il sabato 19 settembre 2020

Scusati

Antognoli Cecilia, Bomio-Pacciorini Nicola, Borsari Antonella, Capelli Camilla, Iametti-Tettamanti Chiara, Marazzi Cristina, Moretti Giorgio, Moretti Marco, Nucci Antonio, Peduzzi Raffaele, Pizzetti Sascha, Scapozza Cristian, Seno Silvio, Ticozzi Giancarlo, Tonolla Mauro.

Parte amministrativa

La Presidentessa Manuela Varini dà il benvenuto ai presenti e ricorda che la data dell'Assemblea è stata posticipata al 19 settembre 2020 a causa dell'emergenza da coronavirus. Vengono nominati gli scrutatori, Luca Bacciarini e Pia Giorgetti. Il verbale della 164^a Assemblea ordinaria STSN, per cui l'esonero della lettura è richiesto, è accettato all'unanimità. Varini passa in rassegna i punti all'ordine del giorno.

Relazione presidenziale

Alla presenza di venticinque soci e di due persone esterne alla STSN, Varini comunica che il programma annuale 2020 è incentrato sulla sostenibilità, anche se diversi appuntamenti hanno dovuto essere posticipati al 2021 a causa dell'emergenza sanitaria. Ricorda, inoltre, che a seguito di certi articoli pubblicati su alcuni dei principali quotidiani locali, con pesanti critiche rivolte alla scienza del clima in generale, la STSN ha scritto e pubblicato due prese di posizione a riguardo, la seconda presentando anche una lettera di ProClim (il forum per il clima e i cambiamenti climatici dell'Accademia svizzera di scienze naturali) e sottoscritta da diversi esperti dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

Informa poi che il sito della STSN è stato rinnovato, reso più snello e incentrato maggiormente sulle immagini. Ringrazia Marco Cagnotti per il suo lavoro in qualità di webmaster STSN. Anche il socio Alfonso Spagnol interviene complimentandosi. Alla richiesta di un'altra socia di ricevere le informazioni dalla STSN unicamente in formato digitale (invece che cartaceo), Varini segnala che per le persone conviventi è già possibile ottenere una sola copia del materiale inviato, tuttavia il passaggio al solo formato digitale non è possibile poiché alcuni soci non avrebbero modo di ricevere le informazioni (ad esempio la convocazione all'Assemblea), mentre la differenziazione all'ora attuale sarebbe un onere di lavoro ulteriore per chi si occupa della banca dati.

La Presidentessa ricorda che la STSN nel 2019 ha sostenuto diversi progetti ed esposizioni: *No limits! I campioni dell'altitudine* del MCSN e della Fondazione Centro Biologia Alpina ad Airolo; *Sguardi sulla biodiversità*, di Capriasca Ambiente in collaborazione con il MCSN e la scuola media di Tesserete, mostra ospitata presso il DFA della Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI) a Locarno e messa a disposizione

dei docenti in formazione allo scopo di incoraggiare gli insegnanti a portare le classi all'esterno, stimolando l'apprendimento delle tematiche dell'ambiente da parte dei più giovani direttamente nella natura.

Segnala che la mostra *Erbe di qui, spezie del mondo* realizzata dal MCSN è stata riadattata per una sezione permanente del Museo del Dazio Grande. Informa che il programma di conferenze sulla sostenibilità previste quest'anno per studenti e per il grande pubblico, in parte rimandate all'anno prossimo, sono state organizzate in collaborazione con il progetto *Sale in zucca. Pensare e coltivare il futuro*, proposto dal Liceo cantonale di Lugano 1 in collaborazione con diversi enti. Comunica infine ai presenti che la STSN sostiene anche il Congresso di Botanica Subalpina proposto dalla Società Botanica Ticinese.

Varini passa quindi la parola a Gisella Novi per il rapporto dei conti.

Rapporto della cassiera e dei revisori con approvazione dei conti

Il conto economico 2019 dettagliato, presentato dalla cassiera Gisella Novi, chiude con una maggiore entrata di Fr. 7'074.95 (costi Fr. 34'221.45, ricavi Fr. 41'296.40). A bilancio (attivi e passivi, fatture in sospeso comprese) risultano Fr. 259'508.17. Novi fornisce una precisazione riguardo ai dati, informando i presenti che nel mese di dicembre sul conto della STSN è stato versato un incasso errato di Fr. 145'923.75. Questi soldi sono stati restituiti al mittente nel gennaio seguente, dunque il saldo reale non figura nel bilancio presentato. Esso corrisponde a Fr. 56'769.49.

L'Assemblea approva i conti all'unanimità e il rapporto dei revisori Cecilia Antognoli e Silvana Soldini, letto da quest'ultima.

Varini precisa che la STSN non è a scopo di lucro. Anche se quest'anno è stato riportato un bilancio positivo, questo non è il caso ogni volta: talvolta un bilancio positivo si alterna ad altri negativi nel corso degli anni. Il socio Spagnol interviene confermando di preferire un bilancio negativo, invece che positivo, se i soldi vengono utilizzati per proporre un programma ancora più ricco, che coinvolga i giovani. Si complimenta ancora per l'ampia offerta di attività presentata dalla STSN.

Avvicendamenti in seno al comitato della STSN

La Presidentessa ricorda i nomi dei membri di comitato in carica. Informa che Mauro Tonolla, che ringrazia per l'ottimo lavoro e per il contributo nel corso di molti anni in seno alla STSN, lascia il suo posto in qualità di membro di comitato e quindi anche la sua carica di Vicepresidente. Per il prossimo anno, fino al rinnovo quadriennale del comitato previsto per l'assemblea 2021, questa carica viene ripresa da Sandro Peduzzi, che entra a far parte del comitato al suo posto. Peduzzi ringrazia per la fiducia accordatagli e si presen-

ta. Ha una formazione di ingegnere ambientale presso il Politecnico di Zurigo, attualmente lavora presso l'Ufficio dei corsi d'acqua del Cantone, dove si occupa di riqualifiche dei corsi d'acqua e delle rive dei laghi. È membro del consiglio di fondazione del Centro di Biologia Alpina (CBA), centro che, secondo gli statuti, viene sostenuto dalla STSN. Conclude ricordando l'importante ruolo della STSN nella divulgazione, nel far conoscere le scienze naturali a tutti i livelli e a tutte le fasce di età, nell'ottica di fornire maggiori mezzi per proteggere la natura che ci circonda. I presenti approvano all'unanimità l'entrata in comitato di Peduzzi.

Rapporto della Commissione divulgazione sulle attività svolte e programmate (2019/2020)

Programma 2019

Varini ricorda che il programma "Natura ed elementi...", proposto in occasione dell'anno internazionale della Tavola periodica, è stato ricco. È stato proposto il ciclo di conferenze "Elementi", composto da quattro serate pubbliche: il 23 settembre a Bellinzona Francesca Matteucci ha presentato *Siamo figli delle stelle*, il 30 settembre – sempre a Bellinzona – con Paola Castelli ha avuto luogo *Le comete e le nostre origini*, il 24 ottobre a Canobbio è stata proposta la conferenza *Dal ferro all'acciaio* con Rosanna Janke e il 12 novembre, a Bellinzona, Luca Pampuri, Tiziano Teruzzi, Claudia Vassella e Milton Generelli hanno presentato i risultati intermedi dello studio Interreg *Qualità dell'aria negli edifici scolastici*. Varini sottolinea la scelta del comitato di promuovere maggiormente, rispetto al passato, la presenza femminile tra i relatori delle conferenze.

Vengono poi illustrati da Varini gli appuntamenti pubblici organizzati da altri enti in collaborazione con la STSN. Nell'ambito del programma *Mosè Bertoni di nuovo in Ticino* sono state proposte le seguenti conferenze: il 7 giugno a Lugano ha avuto luogo *Piante viaggiatrici* con Nicola Schoenenberger, serata organizzata da Pro Natura in collaborazione con la STSN, il MCSN e il Museo storico etnografico della Valle di Blenio di Lottigna; il 17 ottobre, ad Acquarossa, ha avuto luogo la conferenza con Joanna Schoenenberger *Orso: l'emigrazione degli umani e dei predatori* organizzata da Pro Natura in collaborazione con la STSN e, nell'ambito del Congresso biennale "Geomorfologia e Società", il 4 settembre Cristian Scapozza ha tenuto la conferenza *Bellinzona: fra antichi ghiacciai, laghi e 'buze'*.

Riassume poi le diverse escursioni proposte per promuovere una maggiore conoscenza del territorio. Il 28 aprile, in Vallemaggia, ha avuto luogo la gita *Bellezze e particolarità della zona golendale* guidata da Antonella Borsari, che ha avuto molto successo; l'11 maggio si è svolta la gita *Storie intorno ai canali d'acqua di vecchia e nuova generazione: un'eredità da scoprire e valorizzare*, guidata da Marco Nembrini, Alessandro Costini e Sandro Peduzzi e proposta in collaborazione con il Parco del Piano di Magadino; l'escursione botanica *Alla scoperta del Sentiero delle Meraviglie* con Nicola Schoenenberger ha invece avuto luogo il 19 maggio.

Si sono poi svolte due attività della durata di un weekend: il 6-7 luglio l'*Escursione al parc naturel Fingés*, in Vallese, in collaborazione con la Murithienne, la Società di scien-

ze naturali del Vallese, e il 13-14 luglio *I segreti svelati dall'altipiano delle meraviglie* alla Greina, guidata da Cristian Scapozza, Christian Bernasconi e Manuela Varini e proposta in collaborazione con il Museo etnografico della Valle di Blenio di Lottigna e Pro Natura. Infine, il 18 agosto si è tenuta l'escursione *Alla scoperta dei funghi delle nostre zone* in collaborazione con la Società micologica luganese e il 29 di settembre, il 6 e 12 ottobre è stata proposta la visita *Il Bramito del re* in collaborazione con il Centro Pro Natura di Acquacalda. Varini ricorda poi che, a seguito dell'Assemblea, il 6 aprile 2019, è stata proposta la visita guidata alla miniera d'oro di Sessa, a cui vi è stata una grande partecipazione.

A proposito delle attività per i più giovani, Varini informa che il 26 maggio si è tenuta la *Caccia al tesoro* sulla biodiversità organizzata da Capriasca Ambiente in collaborazione con la STSN e altri enti nell'ambito del Festival della natura. Sempre in collaborazione con la Società, hanno inoltre avuto luogo le colonie diurne e i sabati al Museo proposte dal MCSN e degli atelier scientifici proposti da L'ideatorio dell'Università della Svizzera italiana (USI).

Programma 2020

Come preannunciato, a causa dell'emergenza da coronavirus molte attività previste nel programma 2020, incentrato sul tema della sostenibilità, sono state posticipate al 2021. Il comitato ha quindi deciso di estendere questo tema anche al 2021.

Varini informa che il 15 gennaio si è tenuta la mattinata di studio nell'Aula Magna dell'USI *Energia, clima e sviluppo sostenibile* con i relatori Marco Gaia, Marco Mazzotti, Massimo Filippini e Valentina Bosetti, in presenza di 450 studenti (20 classi) del Liceo di Lugano 1, organizzatore dell'evento tramite il progetto di Istituto *Sale in zucca* in collaborazione con la STSN e con l'Istituto di Economia Politica (IdEP) dell'USI. Si è trattata di un'esperienza impegnativa a livello organizzativo, ma che è risultata molto positiva da tutti i punti di vista. La serata pubblica, che era invece prevista per il 9 marzo, ha dovuto essere posticipata nel 2021 a data da definire.

Anche gli incontri con il premio Nobel Jacques Dubochet coorganizzati con L'ideatorio-USI e con il progetto *Sale in zucca* del Liceo di Lugano 1, suddivisi in conferenza pubblica e incontro con studenti del Liceo di Lugano 1 e di Lugano 2, sono stati posticipati al 23 marzo 2021. Allo stesso modo, la serata pubblica *Orti e giardini in città: tra benessere e biodiversità* con i relatori Marco Moretti, David Frey, Chris Young, Guido Maspoli e l'incontro con gli studenti del Liceo di Lugano 1, che era previsto con Marco Moretti, verranno riproposti nella primavera 2021, entrambi gli appuntamenti in collaborazione con l'Istituto federale di ricerca WSL e con il progetto *Sale in zucca* del Liceo di Lugano 1.

Varini segnala ai presenti, che per la prima volta la STSN ha proposto e organizzato la settimana e due weekend per le famiglie *Montagna, scienza e sostenibilità*, in collaborazione con il Centro di Biologia Alpina, con il Laboratorio microbiologia applicata della SUPSI e con attività in collaborazione con la Fondazione Alpina per le Scienze della Vita (FASV) e con l'Osservatorio

astronomico della Capanna Gorda. L'esperienza è stata molto positiva e verrà riproposta anche in futuro, magari con delle variazioni.

Ricorda poi le escursioni che sono state svolte a seguito della riapertura, dopo il confinamento. Il 21 giugno ha avuto luogo la *Gita botanica e lichenologica* con Antonella Borsari, Alberto, Cristina e Tulla Spinelli; il 4 luglio Antonella Borsari ha guidato l'uscita *I prati magri di Döttra*; il 16 agosto si è tenuta l'escursione *Alla scoperta dei funghi* in collaborazione con la Società micologica del Luganese. Varini riassume le prossime gite previste: *Fra terra e lago: alla scoperta del Piano di Magadino*, in collaborazione con il Parco del Piano di Magadino e guidata da Cristian Scapozza in occasione del Green day e *Alla scoperta dei muschi*, il 17 ottobre, guidata da Cristina Spinelli e Lara Lucini, in collaborazione con la Società Botanica Ticinese.

Varini comunica poi che il 26 settembre a Bellinzona la STSN ha organizzato il Green day, giornata animata da bancarelle e postazioni con attività interattive proposte da una cinquantina di enti e associazioni per approfondire il tema della sostenibilità e della conservazione della natura in modo semplice e divertente. Esperienze, osservazioni, giochi e quiz con esempi e spunti per avere uno stile di vita più sostenibile e per diminuire il proprio impatto ambientale. La giornata è arricchita da musica, attività per i bambini, atelier, percorsi, prove di e-bike e scooter elettrici, intrattenimento, un concorso e altro ancora. Si tratta di una manifestazione in collaborazione con la Città, il Mercato e la Società Commercianti di Bellinzona, con il sostegno dell'Accademia svizzera di scienze naturali, della Repubblica e Cantone Ticino, della Città di Bellinzona, della SUPSI, della Comunità tariffale Arcobaleno e dell'Azienda Multiservizi Bellinzona e invita i presenti a partecipare all'evento.

Ricorda infine che il 22 ottobre si terrà la conferenza *Insetti, cibo del futuro?* con Enzo Moretto, entomologo, organizzata in collaborazione con Pro Natura e il MCSN.

Pubblicazioni 2019 – Bollettino e Memorie

Mauro Jermini dà il benvenuto ai presenti e ricorda il grande lavoro di preparazione svolto dal gruppo redazionale, composto da Mauro Moretti, caporedattore, che si scusa per la sua assenza, da Filippo Schenker (esterno al comitato) e da lui medesimo. Informa, inoltre, che dal 2020 è entrato a far parte della Commissione anche Cristian Scapozza. Fornisce alcuni dettagli in merito al Bollettino 2020: 427 sono state le copie distribuite ai soci in Svizzera, 10 all'estero, 27 volumi sono oggetto di scambi in Svizzera e 52 di scambi all'estero. Riguardo ai contenuti, Jermini fa un confronto tra le edizioni 2019 e 2020. In particolare, nell'edizione 2020, 2 articoli corrispondono ad attività della STSN, 5 a contributi scientifici, 6 a notizie e 5 a contributi speciali. Informa riguardo alle novità di quest'ultimo: sebbene la struttura sia stata mantenuta, sono stati introdotti dei cambiamenti. Nella prima pagina sono stati messi in evidenza i collaboratori che hanno contribuito alla realizzazione ed è stato inserito un editoriale che cambierà a ogni edizione.

Per quanto riguarda il Bollettino 2021, comunica che tra i contributi figureranno i riassunti del Congresso di Botanica Subalpina della Società Botanica Ticinese e degli articoli su dei lavori di maturità presentati al concorso della Fondazione Scienza e Gioventù, come stimolo per i più giovani.

Jermini ricorda che la pubblicazione è possibile grazie all'impegno e al contributo anche dei soci e rammenta che le linee editoriali sono disponibili sul sito della STSN. Anticipa, infine, che è prevista la pubblicazione di nuove Memorie a carattere monografico. La pubblicazione sarà incentrata sulle selve castanili della Svizzera italiana.

Varini ringrazia il gruppo redazionale per l'ottimo lavoro svolto.

Ammissioni di nuovi soci e dimissioni

Varini informa che tra il 6 aprile 2019 e il 19 settembre 2020 sono state 37 le nuove richieste di adesione e 21 i soci dimissionari, deceduti o estromessi per mancato pagamento della quota sociale. Varini comunica che il numero di soci raggiunge così la quota di 460 (453 svizzeri, 7 esteri).

Nuovi soci

Baggi Lucia, Bissegger Meret, Boni Marco e Claude, Borradori Brenda, Botti Martino, Canello Claudio, Cattaneo Barbara, Cippà Pietro, Daldini Osvaldo, De Piazza Davide, Deluigi Nicola, Dilillo Federica, Flückiger Georg, Frei Giorgia, Gianini Gabriella, Herbst Detlev, Kahn Rossi Manuela, Macciocchi Angela, Marangon Marco Ezra, Marcolli Gianni, Monti Alessandro Angelo, Musso Elisa Anna, Napolitano Vincenzo, Nucci Antonio, Oncelli Adrian, Pè Nicola, Pizzetti Sascha, Poggia Miletta Francesca, Pollini Manuela, Resio Federico, Rossi Simona, Santi Nicole, Todesco Mike, Viglezio Tessa, Zanini Stefano, Quadri Sibilla.

Eventuali

Il socio Spagnol chiede se le conferenze della STSN possano venir filmate e rese disponibili in streaming o in rete online. Varini informa che, in passato, per alcune serate pubbliche organizzate in collaborazione con L'ideatorio-USI, questo è stato fatto. Ritiene che si tratti di una modalità interessante. Per le conferenze previste nel 2021, in linea di massima, nel caso in cui dovessero esserci problemi legati alla situazione sanitaria, si prevede la possibilità di svolgerle in streaming. Per quel che concerne invece i video delle conferenze da rendere visibili in seguito, evidenzia alcune criticità per cui questa soluzione non è sempre facilmente attuabile: riprese e montaggio richiedono maggiori risorse finanziarie, bisogna avere l'accordo dei relatori per questioni di privacy, necessitano un maggiore investimento a livello di tempo per i membri di comitato. Varini conferma però che, in alcuni casi, si intende andare in quella direzione e anticipa che questa modalità verrebbe ad esempio messa in pratica per la conferenza pubblica prevista con J. Dubochet.

A nome del comitato STSN
Gilda Giudici

PARTE II

Comunicazioni scientifiche

Fra dati e megadati: scienze statistiche e statistiche per la scienza

Cosa accomuna le due grandi crisi – quella del riscaldamento climatico e quella sanitaria del COVID-19 – che caratterizzano il mondo in questo terzo millennio? La necessità di osservarne l'evoluzione, lo sviluppo, l'impatto e le conseguenze mediante la raccolta sistematica, l'analisi e la ricerca di legami fra fenomeni diversi. Che passa dalla raccolta, l'interpolazione, l'estrapolazione, la modellazione e la messa in relazione di grandi masse di dati (megadati o, in inglese, *big data*). La disciplina scientifica che ha quale obiettivo lo studio quantitativo e qualitativo di un particolare fenomeno in condizioni di incertezza e non determinismo, è la statistica, che può essere definita anche come la "scienza dei dati". Disciplina antichissima, che mosse i primi passi già durante la prima dinastia dell'Antico Egitto, a cavallo fra il IV e il III millennio a.C. (nel nostro territorio sudalpino eravamo ancora nel Neolitico). Disciplina che, fin dai suoi esordi legati al censimento della popolazione e di vari beni (evidentemente a fini fiscali), si trovò confrontata con il classico paradosso di rivelare ciò che è suggestivo ma di nascondere ciò che è più importante, per parafrasare la celebre citazione dell'accademico americano Aaron Levenstein (1911–1986): *Statistics are like a bikini. What they reveal is suggestive, but what they conceal is vital*. E di "frasi celebri" dedicate alla statistica e ai suoi presunti limiti, che rendono però conto di una disciplina votata per definizione all'incertezza, ve ne sono molte altre e, per concedersi un momento di leggerezza, anche di divertenti (per es. <https://www.istat.it/it/archivio/16514>, ultima consultazione: 1.7.2021).

Significatività, distribuzione, funzione di errore, ecc., tutti termini che permeano la scienza di oggi, fortemente dipendente dai dati e dai megadati e quindi della loro analisi statistica e successiva interpretazione. Considerata l'importanza di una corretta analisi dei dati statistici nelle scienze naturali e il tema – quasi obbligato – che sta marcando indelebilmente il biennio 2020/2021, la Commissione redazionale del Bollettino della Società ticinese di scienze naturali ha scelto come ospiti dell'anno **Pau Origoni** e **Francesco Giudici**, rispettivamente capoufficio e collaboratore scientifico dell'Ufficio di statistica del Cantone Ticino (Ustat), che presenteranno alcuni elementi di riflessione da parte della statistica pubblica in merito ai dati e alle statistiche concernenti la pandemia di COVID-19. Ovverosia, quanto sta dietro ai bollettini giornalieri o settimanali di diffusione del virus, decessi e numero di vaccinazioni, all'importanza dei risultati statistici quale fonte sulla quale basare l'azione governativa e, soprattutto, alle possibili letture che è possibile farne (errori compresi), all'opportunità di adottare una politica dei dati aperta e alla necessità di investire sulla cosiddetta alfabetizzazione statistica (*statistical literacy* in inglese) della popolazione.

Di dati, megadati e statistica e non solo si occuperanno anche molti altri contributi di questo nutrito volume del Bollettino, che potrete scoprire percorrendo il ricco indice riportato sul retro di copertina, dove i dati, la loro analisi e la loro interpretazione fanno capolino nel titolo di molti dei contributi pubblicati grazie a parole-chiave quali ad esempio *bilancio, bioindicatore, catasto, controllo, distribuzione, evoluzione, impatto, inventario, gestione, monitoraggio, prioritario, successo*.

Come di consueto, anche il volume che avete in questo momento fra le mani spazia fra le varie discipline delle scienze naturali con Comunicazioni scientifiche (Parte II), Notizie (Parte III) e Contributi speciali (Parte IV) che coprono sia le scienze abiotiche (dalla mineralogia alla speleologia) sia quelle biotiche (microbiologia, zoologia ed ecologia), con una particolare ricchezza di contributi dedicati alla botanica. Questa disciplina la farà da padrona nella Parte IV, che propone gli Atti del 2° Congresso di Botanica Sudalpina, tenutosi online il 26 e 27 marzo 2021 (una presentazione dettagliata degli Atti è inserita nell'Editoriale dedicato, a cura di **Brigitte Marazzi e coautori**, vedi p. 217).

Non da ultimo, grazie alla recente collaborazione con il Concorso nazionale Scienza e gioventù (vedi l'Editoriale dedicato a p. 211 a cura di **Lia Aleksandrovic-Sartori**), il Bollettino ha il piacere di ospitare il riassunto esteso di cinque lavori di ricerca condotti da parte di sette giovani provenienti dalla Svizzera italiana che sono stati premiati al Concorso nazionale di Scienza e gioventù 2020. Anche in questo caso, un'eccellente dimostrazione di diversità e qualità scientifica, con contributi che integrano in maniera perfetta la ricerca scientifica applicata alle problematiche ambientali ed energetiche di più stretta attualità legate al territorio della Svizzera italiana.

Infine, per non dimenticare chi ha contribuito alla crescita delle scienze naturali sul territorio della Svizzera italiana e oltre, il Bollettino si chiude con il doveroso ricordo del naturalista ed entomologo **Michele Abderhalden** (*Abde*, 1969-2020), del biologo vegetale Prof. **Hubert Greppin** (1934-2020), e dello zoologo specialista di micromammiferi **Marco Salvioni** (1958-2020).

*Cristian Scajizza, Mauro Jermini,
Filippo Schenker e Marco Moretti*

Commissione redazionale
del Bollettino della Società ticinese
di scienze naturali

Dati, statistiche e pandemia di COVID-19: alcuni elementi di riflessione da parte della statistica pubblica

Pau Origoni* e Francesco Giudici

Ufficio di statistica, Dipartimento delle finanze e dell'economia, 6512 Giubiasco, Svizzera

* pau.origoni@ti.ch

Riassunto: La statistica pubblica ha quale compito di fornire informazioni pertinenti, corrette e imparziali sui principali fenomeni sociali, che soddisfino i bisogni informativi della popolazione. Queste informazioni servono però anche a preparare, realizzare e valutare i compiti del Cantone. Sebbene i risultati statistici non siano l'unica fonte sulla quale si basa l'azione governativa, essi dovrebbero svolgere un ruolo rilevante nell'orientare le decisioni politiche. La pandemia di COVID-19 lo ha dimostrato e – pur in una situazione che nessuno si augurava – ha fatto notevolmente innalzare l'attenzione e l'interesse nei confronti dei dati e delle statistiche che solitamente non sono particolarmente dibattuti. In questo articolo viene proposta una riflessione sulla statistica pubblica in tempi di pandemia, passando in particolare in rassegna tre aspetti: la necessità di adottare una politica dei dati aperta; alcuni aspetti relativi ai dati, ai risultati e alle letture che è possibile farne (errori compresi), e la necessità di investire sulla *literacy* statistica della popolazione.

Parole chiave: dati aperti, diffusione del virus, metadata, mortalità, partecipazione, trasparenza, *statistical literacy*

Data, statistics and the COVID-19 pandemic: a reflection from the point of view of the official statistics

Abstract: The task of public statistics is to provide relevant, accurate and impartial information on the main social phenomena, which meets the information needs of the population. However, this information also serves to prepare, implement and evaluate the government's tasks. Although statistical results are not the only source on which government action is based, they should play an important role in guiding political decisions. The COVID-19 pandemic has demonstrated this and – despite a situation that no one had hoped for – has greatly increased attention and interest in data and statistics that are not usually discussed. This article proposes a reflection on public statistics in times of pandemic, reviewing in particular three aspects: the need to adopt an open data policy; some aspects of data, results and the readings that can be made of them (including errors); and the need to invest in the statistical literacy of the population.

Keywords: dissemination of the virus, metadata, mortality, open data, participation, statistical and data literacy, transparency

INTRODUZIONE

La statistica pubblica svolge un ruolo fondamentale in uno Stato democratico, offrendo “informazioni pertinenti, corrette e imparziali” sui principali fenomeni sociali (LStac 2009, art. 3 cpv. 1), in totale trasparenza (art. 4 cpv. 1 e 2), con lo scopo di adempiere a una serie di compiti, tra i quali in primo luogo quello di “rispondere nella misura del possibile ai bisogni d'informazione della collettività, dei suoi organi e delle sue componenti” (art. 3 cpv. 4 lett. a), ma anche, parallelamente, di “preparare, realizzare e valutare i compiti del Cantone” (art. 3 cpv. 4 lett. b).

Sebbene i risultati statistici non siano l'unica fonte sulla quale si basa l'azione governativa, essi dovrebbero svolgere un ruolo rilevante nell'orientare le decisioni politiche, come testimoniano gli elementi della Legge sulla statistica cantonale evocati qui sopra. Mai come in questo ultimo anno, segnato dalla pandemia di COVID-19, ne abbiamo avuto la prova: le decisioni circa le misure per contrastare la diffusione del virus sono

infatti state prese essenzialmente sulla base del quadro che – a ritmo quotidiano – veniva disegnato dai dati a disposizione.

Seppur in un contesto a tinte cupe, che nessuno certamente si augurava, dal punto di vista dello statista pubblico la situazione presenta alcuni aspetti positivi, perché ha fatto notevolmente innalzare l'attenzione e l'interesse nei confronti dei dati, delle statistiche, e di alcuni elementi inerenti alle stesse – metodi di produzione, mezzi a disposizione, ecc. – che solitamente non sono particolarmente dibattuti.

Obiettivo di questo articolo è di proporre una riflessione sulla statistica pubblica in tempi di pandemia, passando in particolare in rassegna tre aspetti. Il primo è quello inerente al carattere pubblico dei dati e più in generale della trasparenza, che costituiscono uno dei pilastri del fare statistica pubblica, ma che nel contesto della pandemia ha dimostrato in modo inequivocabile la sua attualità e opportunità, non solo nel settore pubblico. Secondariamente, l'articolo mira a discutere criticamente alcuni aspetti relativi ai dati e alle letture

che è possibile farne (ma anche degli errori nei quali si potrebbe incorrere), anche perché – come visto sopra – la statistica pubblica ha il dovere di fornire informazioni “pertinenti” e “corrette”, ciò che non è sempre facile in una situazione di crisi. A questo proposito verranno illustrati tre esempi di fenomeni monitorati durante la pandemia (diffusione del virus, mortalità legata alla pandemia e vaccinazione). Infine, l’articolo propone una riflessione sul tema della *literacy* statistica, un elemento fondamentale per far sì che la statistica pubblica sia davvero, come auspicato dall’omonima legge cantonale, uno strumento a disposizione di tutte e tutti per costruirsi un’opinione fondata su dati oggettivi e di qualità.

DATI APERTI: UN FONDAMENTO DELLA STATISTICA PUBBLICA DA ESTENDERE A TUTTO L’AMBITO PUBBLICO

La statistica pubblica ha tra i propri elementi fondativi il carattere pubblico e il principio della trasparenza. Si tratta di elementi che si ritrovano sia nella LStac (2009), in particolare all’art. 4, sia nella Carta della statistica pubblica svizzera (UST 2012), il codice di buone pratiche del settore, in particolare ai principi 3 e 4. In effetti, questa idea è ben sintetizzata dal cpv. 2 dell’art. 4 della LStac (2009), che afferma che “Le informazioni statistiche sono pubbliche, nei limiti del rispetto del segreto statistico e della Legge cantonale sulla protezione dei dati personali [...], e sono accompagnate dai relativi metadati, ossia dalle indicazioni relative alle fonti, ai metodi di raccolta e di trattamento dei dati, alle definizioni e al campo di validità”.

Perché questi elementi sono importanti? Si tratta essenzialmente di una questione di credibilità. In primo luogo nei confronti dei potenziali destinatari dei dati e dei risultati statistici, ovvero tutte le cittadine e tutti i cittadini, che hanno la garanzia che tutto quanto l’autorità statistica possiede e sviluppa viene messo a disposizione del pubblico. Le uniche eccezioni a questo principio si verificano quando la pubblicazione di un’informazione potrebbe mettere in pericolo il diritto alla protezione della sfera privata. Si tratta dunque di una garanzia per chi fornisce informazioni, che può contare sul fatto che queste saranno utilizzate unicamente per scopi statistici e verranno pubblicate in una forma che escluda qualsiasi possibilità di riconoscere singoli casi nei risultati, per esempio oscurando i dati che non raggiungono numerosità minime ritenute accettabili (se un dato tocca meno di 5 persone, ecc.). Si tratta peraltro di un aspetto particolarmente sensibile nel contesto della pandemia, poiché si parla di dati sulla salute delle persone, uno degli ambiti ritenuti più sensibili ai sensi dell’art. 3 della LPD (2019).

In questo ultimo anno però è apparso sempre più evidente come un approccio “aperto” (o *open*) sia profondamente opportuno, e andrebbe esteso a tutte le attività delle amministrazioni pubbliche. Secondo la *Open Knowledge Foundation* (OKF 2021), che si batte per la diffusione di una cultura dei dati aperti nell’ambito pubblico, un tale approccio soddisfa tre obiettivi di fondo:

- il primo è quello della **trasparenza**, che è un valore costitutivo di ogni società democratica. In quest’ottica, i cittadini devono potersi informare sulle attività governative accedendo liberamente ai dati e alle informazioni, e avere la possibilità di condividere tali informazioni con altri. La trasparenza non riguarda solo l’accesso, ma anche la condivisione e il riutilizzo (così da poter anche svolgere delle analisi);
- un approccio aperto mira anche a **rilasciare valore sociale e commerciale**. Nell’era digitale, moltissime attività si fondano su un accesso libero ai dati, molti dei quali sono creati o detenuti dai governi. Grazie a delle politiche dei dati aperti, ogni governo può aiutare a guidare la creazione di attività e servizi innovativi che possono offrire un importante valore sociale e commerciale;
- infine, tale approccio **favorisce partecipazione e impegno**. Il più delle volte i cittadini sono in grado di impegnarsi con la propria *governance* solo sporadicamente, p.es. in occasione di votazioni ed elezioni. Una politica dei dati aperti permette ai cittadini di essere molto più direttamente informati e coinvolti nel processo decisionale e – conseguentemente – sentirsi maggiormente implicati.

Quanto avvenuto nell’ultimo anno lo dimostra pienamente. I dati sulla pandemia, che tratteremo più nel dettaglio sotto, sono stati una vera e propria colonna portante del periodo. Venivano (e vengono) usati in primo luogo dalle autorità per pilotare le misure volte a contenere il diffondersi del virus, ma il loro valore pubblico è apparso evidente fin da subito, come dimostra l’aggiornamento pressoché quotidiano dei dati e l’estensione della paletta di informazioni offerte. Oltre a soddisfare il principio della trasparenza, per definizione, questa politica dei dati ha permesso di coinvolgere le cittadine e i cittadini nell’importante sforzo di contenimento della pandemia, di farli sentire parte in causa, ciò che richiama evidentemente il tema della partecipazione e dell’impegno. Senza dimenticare il valore sociale di una loro ripresa (in tempo reale) attraverso le piattaforme di *open data* esistenti o messe a punto per l’occasione. In questo contesto non si può non citare il caso di <https://corona-data.ch>, che funge da aggregatore dei dati cantonali sulla pandemia in Svizzera e offre una serie di strumenti di analisi visiva interessanti e relativamente accessibili. Una visita al sito permette subito di farsi un’idea sull’andamento dei casi e dei decessi, e in generale di poter accedere a dati aggiornati con cadenza pressoché quotidiana. Il tutto con un investimento contenuto in termini di risorse. I dati venivano già raccolti, e la necessità di renderli sfruttabili in un’ottica aperta ha comportato unicamente un lavoro di formattazione delle tabelle messe online sulla base dei requisiti richiesti da corona-data, così che i dati possano essere ripresi automaticamente dalla pagina web dell’Ufficio del Medico cantonale (per il Ticino) e integrati ai dati degli altri cantoni.

È interessante rilevare che il sito sia nato dall’iniziativa di Daniel Probst, ricercatore presso l’Università di Berna, in modo del tutto gratuito e aperto. Il sito è disponibile in 13 lingue ed è stato sviluppato grazie a un lavoro partecipativo. Questo esempio dimostra

come un approccio aperto ai dati favorisca l'emergere di partenariati "di cittadinanza" inediti che, per finire, possono produrre un importante valore, sociale in questo caso. E concorrano anche – in definitiva – ad alimentare la fiducia delle cittadine e dei cittadini nei confronti delle autorità, un fattore quanto mai importante in una situazione di crisi come quella che stiamo vivendo. Come anticipato sopra però, il fatto che i dati siano aperti non è sufficiente: devono anche essere pertinenti e corretti, nonché comparabili. Questo è il tema della prossima sezione.

CONTAGI, DECESSI E VACCINAZIONI: TRE FENOMENI LEGATI ALLA PANDEMIA DA MONITORARE

I numeri relativi all'emergenza sanitaria hanno svolto un ruolo fondamentale nell'ultimo anno e funto da base alle decisioni politiche su aperture e chiusure, sulle possibilità di spostamento, così come sul numero massimo di persone che si possono incontrare in un contesto privato o pubblico. Questa centralità è apparsa evidente non solo nel contesto politico, ma anche in molte altre sfere, a cominciare da quella mediatica: numero di nuovi contagi, numero di persone infette, prevalenza di test positivi, indice di contagio R_t , percentuale di letti occupati in terapia intensiva, numero di decessi, ecc. sono stati compagni assidui di questo intero periodo. Sebbene i dati sanitari siano stati i più immediati, gli effetti della pandemia sono stati e saranno ben più vasti e multidimensionali. In questo senso, dal punto di vista della statistica pubblica sarà importante tenere conto di tutti i fenomeni generati dalla pandemia, in modo più o meno indiretto, come ad esempio la povertà, la disoccupazione, la violenza domestica e il disagio psicologico che ha colpito alcune fasce d'età (per un approfondimento, vedi Radermacher 2020). D'altra par-

te, la pandemia di COVID-19 ha colto tutti di sorpresa e nell'urgenza di monitorarne l'andamento, i sistemi di raccolta dati per questa malattia sono stati messi in atto in tempi rapidi, ma erano poco coordinati, data la mancanza di standard per questo nuovo fenomeno. Con il passare del tempo la situazione è migliorata, così come la consapevolezza dell'importanza di dotarsi di standard di riferimento (si vedano p.es. Gardner et al. 2020, Thereaux 2020, Badker et al. 2021), non solo nel caso del COVID-19, ma anche in caso di future nuove malattie.

La mancanza di coordinamento ha avuto un impatto rilevante, rendendo delicati i confronti nello spazio, ovvero tra regioni e paesi diversi (Rankin et al. 2020), ma anche nel tempo, e cioè tra i contagi della prima e della seconda ondata.

Dopo un primo periodo di assestamento, tutte le fasi di produzione di statistiche sanitarie ufficiali al fine di monitorare l'andamento della pandemia hanno conosciuto un progressivo consolidamento: dalla raccolta dei dati (ad esempio, utilizzando sistemi di tracciamento e rilevamento del virus diversi), al loro trattamento (il modo in cui vengono raccolti i dati in una banca dati), alla metodologia di calcolo di indicatori semplici e complessi (per esempio, più volte è cambiata la scala temporale), fino al metodo di diffusione e di analisi dei dati, di volta in volta, anche in relazione all'aumento della consapevolezza dell'importanza dei dati, le informazioni sono diventate sempre più precise. Ad esempio si è capito che per monitorare le evoluzioni della pandemia è più opportuno osservare l'andamento settimanale piuttosto che quello giornaliero, più sensibile a sbalzi legati, ad esempio, alla capacità di testare in settimana rispetto al weekend, o al personale a disposizione per effettuare i test.

Ad esempio, i dati giornalieri dei contagi rilevati in Ticino (<https://www4.ti.ch/dss/dsp/covid19/home/>, ulti-

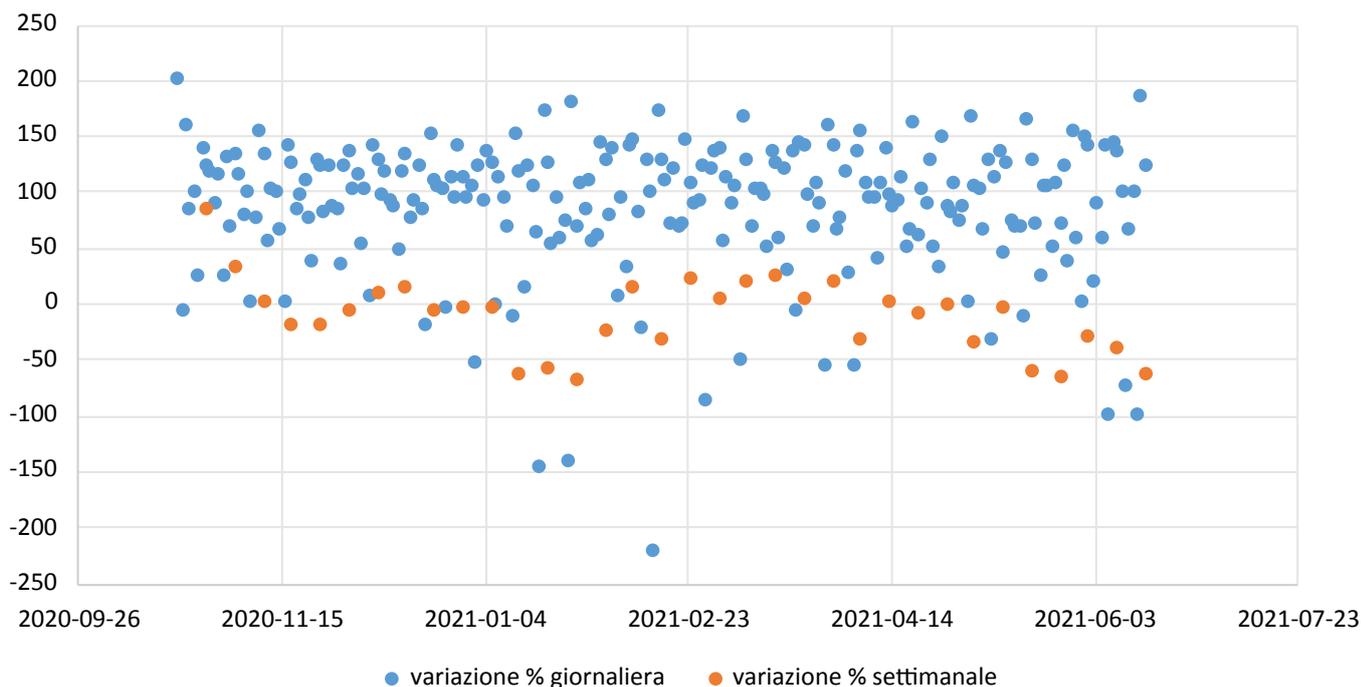


Figura 1: Variazioni dei contagi di COVID-19 giornaliere e settimanali (in %), in Ticino, da ottobre 2020 a giugno 2021. Fonte: Dipartimento della sanità e della socialità (DSS), Cantone Ticino.

ma consultazione: 25.6.2021) mostrano variazioni percentuali molto più ampie da un giorno all'altro rispetto ai dati settimanali che, al contrario, indicano una sorta di andamento. Dal 21 ottobre 2020 la variazione settimanale tende a diminuire per poi a risalire a febbraio e a diminuire di nuovo progressivamente fino a giugno 2021. Al contrario, con i dati giornalieri è impossibile determinare l'andamento dei contagi poiché le variazioni sono importanti da un giorno all'altro.

Ancora oggi però, dalla raccolta dei dati alla diffusione degli indicatori, non esiste uno standard metodologico internazionale per monitorare l'andamento della pandemia di COVID-19. I metodi di rilevamento sono ancora diversi tra di loro, così come non è sicuro che i decessi accertati vengano identificati allo stesso modo (decessi di persone con il COVID-19, o COVID-19 come causa principale del decesso²). Nella malaugurata ipotesi che la pandemia dovesse proseguire anche nei prossimi anni, sarebbe quindi importante che questi sistemi di monitoraggio trovino degli standard metodologici condivisi. A questo proposito, ricordiamo che nella statistica pubblica esistono numerosi standard riconosciuti e applicati internazionalmente, che permettono un monitoraggio regolare e identico nello spazio e nel tempo dei fenomeni. Uno degli enti maggiormente attivi in questo contesto è l'ONU, e in particolare alcune sue agenzie, che tra le proprie attività hanno anche la promozione di standard statistici condivisi. Tra i più conosciuti si trovano per esempio gli standard relativi alle statistiche sulla forza lavoro, che si fondano sulle raccomandazioni dell'*International Labour Organisation* (ILO 2019), adottate anche dalla statistica pubblica svizzera.

Partendo da tre fenomeni fondamentali da monitorare in relazione alla pandemia – diffusione del virus, mortalità legata alla pandemia e vaccinazione della popolazione – mostreremo in che modo gli indicatori costruiti possano avere dei risvolti problematici. Nonostante le criticità messe in evidenza, la statistica pubblica ha i mezzi e le metodologie per monitorare correttamente l'evoluzione del virus, e in conclusione – per ogni esempio – illustreremo l'indicatore o il metodo di analisi secondo noi più corretto e pertinente secondo gli standard della statistica pubblica.

Monitoraggio della diffusione del virus

I dati sui contagi sono stati i primi ad aver subito una diffusione e un'amplificazione mediatica spropositata nei primi mesi di pandemia e ancora oggi occupano le prime pagine dei media. Quest'incredibile diffusione di dati sulle persone contagiate, la maggior parte delle volte giornalieri e in cifre assolute, non è però stata accompagnata da metadati completi e affidabili, che – insieme ai dati – costituiscono per lo statista pubblico un elemento imprescindibile. I metadati offrono infatti una spiegazione di come i dati siano stati raccolti, da che fonti, con quali eventuali trattamenti e operazioni statistiche prima di essere resi disponibili. Sono informazioni fondamentali per una corretta lettura dei risultati statistici. A volte, anche una banale discrepanza nell'orario nel quale un dato viene rilevato (anche in uno stesso territorio) può condurre a stime divergenti

(per es. Baio & Blangiardo 2020). Nei media si è invece dato molto spazio alle cifre assolute giornaliere, in particolare nei titoli. Questo è almeno in parte da ricondurre alle tecniche giornalistiche, visto che un titolo ad effetto, comprensibile da tutti immediatamente, è una delle classiche strategie per catturare l'attenzione dei lettori (si veda per es. Papuzzi 2010). Queste tecniche, volte a “fare notizia” e – come detto sopra – catturare l'attenzione dei lettori con un messaggio concreto e comprensibile (almeno all'apparenza), possono però condurre a letture dei fenomeni discutibili o, addirittura, problematiche.

I primi dubbi sui dati giornalieri sono emersi piuttosto rapidamente, quando è diventato sempre più chiaro che laddove si testava maggiormente apparivano un maggior numero di casi. Per questo motivo un indicatore che ha preso sempre più importanza, ed è oggi comunicato e ritenuto importante tanto quanto il numero di persone contagiate giornalmente, è stato la prevalenza di test positivi sul totale dei test fatti. Rappresentare il numero di contagiati a quello dei test svolti permette infatti di annullare l'effetto del cambiamento sia nella disponibilità di test, sia in quello delle politiche di test. È poi cambiata la capacità di testare, così come il metodo stesso di rilevamento: infatti, se nelle prime fasi della pandemia si consigliava di testare solo persone sintomatiche, in tempi più recenti si è passati alla possibilità di farsi testare (e, ancor più recentemente, di autotestarsi) anche per gli asintomatici. Per questo motivo i dati in cifre assolute sui contagi della prima e della seconda ondata, ad esempio, non possono essere confrontati direttamente. Anche il metodo dei test a tappeto nelle scuole o in regioni particolarmente colpite, nonostante sia stato ritenuto come metodo per identificare e isolare gli asintomatici e sensibilizzare la popolazione al diffondersi del virus, non può essere un metodo per capire l'andamento della pandemia globale, perché sempre rivolto a una cerchia ristretta di allievi o di popolazione.

Per un monitoraggio efficace dell'andamento della pandemia nei contagi, così come delle persone guarite e immuni (si tratta quindi di un metodo che permette di capire a che punto siamo con l'immunizzazione di massa della popolazione) è necessario imbastire un'indagine su un campione rappresentativo della popolazione con test sierologici. È quello che è stato fatto con le indagini di sieroprevalenza (in Ticino due volte, in altri cantoni, regioni o nazioni del mondo anche più volte) (Ufficio del medico cantonale 2020). Si tratta infatti dell'unico metodo per determinare la percentuale di persone che è entrata in contatto con il virus e che ha sviluppato gli anticorpi: se il metodo di campionatura e il metodo di rilevamento sono gli stessi, questo approccio permette di confrontare regioni e paesi diversi e di misurare l'evoluzione della situazione nel tempo.

A titolo di confronto con altre indagini della statistica pubblica, questo metodo permette di stimare l'andamento globale su un campione rappresentativo della popolazione (per il Cantone Ticino, si veda: <https://www4.ti.ch/dss/dsp/covid19/popolazione/situazione-epidemiologica/>, ultima consultazione: 25.6.2021). La statistica pubblica, così come la ricerca scientifica, da tempo

oramai si basa (anche) su metodologie di raccolta dati campionarie che, tenendo conto di quanto osservato in un campione rappresentativo della società (stratificato in funzione di alcune caratteristiche sociodemografiche, come età, sesso e comune di domicilio), offrono risultati validi e generalizzabili a intere popolazioni.

Monitoraggio della mortalità

I dati sui decessi legati alla pandemia sono stati pure diffusi e ripresi dai media e, come per i dati sui contagi, si è discusso poco, e in ogni caso solo in un secondo tempo, dell'importanza di capire come venissero conteggiati i decessi legati alla pandemia di COVID-19. Ad esempio, in Ticino, i dati sui decessi legati al COVID-19 erano raccolti inizialmente plausibilizzando i decessi di persone risultate inizialmente positive al COVID-19 e registrate dagli ospedali e dalle case per anziani con quelli delle pompe funebri, al fine di tracciare in modo esaustivo il fenomeno e minimizzare il rischio di non includere casi che andavano invece conteggiati. Questo sistema di conteggio dei decessi legati alla pandemia (e non a una qualsiasi altra causa di morte) non fornisce la prova certa che il COVID-19 sia stata la principale causa di morte o solo un'aggravante di altre patologie pregresse. Le statistiche sulle cause di morte hanno tempi di produzione lunghi (in Svizzera passano circa 18 mesi tra il periodo di riferimento e la data della pubblicazione dei risultati): questo è legato alla necessità di permettere tutte le verifiche del caso. Uno dei principali aspetti problematici è peraltro proprio l'attribuzione dei decessi a una singola patologia, in particolare quando questa è emergente e in precedenza non era diffusa (questo potrebbe anche portare a rivedere retroattivamente la causa associata a ogni decesso). Risulta quindi complicato farsi un'idea qualitativa dei decessi avvenuti in relazione alla pandemia e capire, ad esempio, se si trattava di persone con malattie pregresse che li avrebbero comunque condotti alla morte o se invece sono decedute persone che avrebbero potuto vivere ancora in buona salute per diverso tempo se il COVID-19 non fosse sopraggiunto.

Qualche informazione in più sui decessi è stata fornita dalle indagini di prevalenza dei decessi tra le persone contagiate, per esempio in funzione dell'età o della presenza di altre malattie pregresse. Queste indagini, svolte dagli istituti di sanità pubblica, hanno messo in evidenza come la maggior parte dei decessi avviene tra persone molto anziane e/o con malattie pregresse. Sebbene siano state fondamentali per capire la letalità del virus, queste indagini non hanno contribuito a monitorare l'andamento della mortalità causata dalla pandemia. Innanzitutto perché l'universo di partenza è rappresentato dalle persone contagiate, e quindi ritroviamo tutte le problematiche sollevate più sopra sul metodo di rilevamento e di calcolo dei contagiati. In secondo luogo perché, un po' come l'indicatore di prevalenza di test positivi sui test effettuati, è una percentuale che può variare se, ad esempio, vengono escluse persone decedute con il COVID-19 ma non testate precedentemente e che quindi non risultano positive, oppure se una persona positiva è deceduta ma la causa di morte è stata un'altra. Il Belgio, ad esempio, ha in-

cluso anche persone decedute senza test positivo se il caso era verosimilmente legato al COVID-19, fattore che, in un certo periodo, ha portato a sovrastimare il tasso di mortalità legato alla pandemia. In Germania, al contrario, è emerso che si sottostimavano i decessi legati al COVID-19, perché se non era stato fatto un test e/o l'autopsia, il decesso non veniva incluso tra quelli da attribuire al COVID-19 (vedi Rankin et al. 2020).

Anche in questo caso un indicatore demografico che poco alla volta si è dimostrato essere l'unico in grado di stimare l'impatto della pandemia sulla mortalità è il confronto dei decessi su scala settimanale paragonato alla media dei decessi avvenuti nei cinque anni precedenti per la stessa settimana, la cosiddetta sovramortalità. Anche in questo caso non abbiamo la certezza assoluta che la causa sia stata il COVID-19, ma l'impatto delle due ondate registrate in Svizzera è stato significativo ed evidente, soprattutto nella durata della seconda ondata, che ha mostrato una sovramortalità prolungata per alcuni mesi (si veda a tal proposito Borioni 2021 ed EUROMOMO 2021). Interessante notare come i dati settimanali sui decessi mostrino una sottomortalità nel periodo che segue la seconda ondata, vale a dire a un numero inferiore di decessi settimanali se rapportati alla media dei cinque anni precedenti.

Monitoraggio delle persone vaccinate

In questa nuova fase della pandemia nuovi dati risultano e risulteranno sempre più importanti per capire in che modo impostare le politiche di apertura o chiusura della società: i dati sui vaccini. Al contrario dei contagi e dei decessi, i dati sui vaccini possono essere facilmente raccolti dalle autorità e messi a disposizione per monitorare l'andamento della campagna vaccinale. Sul sito Web dell'Ufficio federale della sanità pubblica (<https://www.covid19.admin.ch/it/overview>) possono essere dettagliate sia le dosi di vaccino somministrate, sia le persone che hanno ricevuto una sola o entrambe le dosi. Per alcuni cantoni, compreso il Ticino, è anche possibile distinguere il dato per fascia d'età; è un'informazione molto importante per capire come modulare le misure volte a contenere i contagi, potendo p.es. proporre provvedimenti mirati nei confronti di categorie specifiche della cittadinanza (case per anziani, scuole, ristoranti, ecc.) dal momento che il COVID-19 ha finora avuto conseguenze più importanti sulla popolazione anziana e con malattie pregresse.

In futuro potrebbe risultare importante sapere anche quale parte di popolazione ha ricevuto quale vaccino, per esempio se un vaccino dovesse rivelarsi inefficace contro una o più varianti del COVID-19.

Dato che la raccolta di informazioni sulle persone vaccinate è fatta a monte, al momento stesso della vaccinazione, non sarà necessario fare altre stime per monitorare la loro diffusione. Se però alcuni vaccini dovessero dimostrarsi meno efficaci di altri, sarà necessario proporre nuovamente delle indagini su un campione rappresentativo della popolazione per capire in che misura la popolazione è protetta o meno grazie al vaccino o per aver sviluppato gli anticorpi in seguito al decorso della malattia.

USO CORRETTO DELLA STATISTICA: ANCHE UNA QUESTIONE DI LITERACY

Affinché la statistica pubblica sia uno strumento utile ed efficace e usato in modo corretto dai più, va certamente verificata la qualità intrinseca dell'offerta di statistica pubblica (dei dati, ma anche dei metadati, come abbiamo visto), e la sua accessibilità. Questo però non basta. È anche necessario che tutte le cittadine e i cittadini, oltre che altre categorie di portatori di interesse come i giornalisti o i politici, possano trovare e accedere facilmente ai dati offerti dalla statistica pubblica e dispongano delle necessarie capacità di lettura e interpretazione dei dati e dei risultati statistici e qualche rudimento di base di statistica: quella che nel settore viene definita l'alfabetizzazione statistica e dei dati (chiamata anche *data literacy*; per es. https://en.wikipedia.org/wiki/Data_literacy oppure <https://www.dataversity.net/what-is-data-literacy/>, ultima consultazione: 25.6.2021).

Sebbene la definizione di *data literacy* sia piuttosto ambiziosa, perché richiama numerose capacità che spaziano dalla raccolta fino all'uso dei dati in modo critico, bisogna oggi essere consapevoli di quanto la nostra vita quotidiana sia di fatto influenzata da un numero sempre maggiore di dati. Il periodo pandemico che stiamo vivendo l'ha dimostrato con limpida chiarezza.

Il tema tocca sia noi produttori, ma anche e sempre più tutte le cittadine e i cittadini, che svolgono un – almeno all'apparenza – più passivo ruolo di semplici consumatori di dati, anche se poi magari sono chiamati – per ruolo professionale o politico – a riutilizzarli e integrarli nelle proprie pratiche quotidiane (si pensa ai giornalisti, ai politici, ecc.). Diventa quindi fondamentale investire sullo sviluppo e il mantenimento di una serie di competenze chiave che facilitino una valutazione consapevole della qualità dei dati di interesse, anche quando questi sono basati su un campione rappresentativo della società, e offrano qualche strumento sul modo in cui (dovremmo) maneggiare dati e statistiche se abbiamo a cuore la salvaguardia di valori fondamentali per una società democratica come la libertà, l'uguaglianza e il diritto di partecipare alle decisioni.

Questa necessità interpella in primo luogo gli statistici pubblici, che hanno un preciso dovere in questo campo e si impegnano da tempo ad accompagnare l'utenza nella lettura (corretta) dei risultati statistici, per esempio sviluppando prodotti con un taglio – anche – didattico e accessibile, oppure attraverso azioni di diffusione mirata verso alcune categorie. Nell'ambito dei doveri, la LStC (2009) implica, oltre alla diffusione che è parte integrante del processo di produzione della statistica pubblica (art. 3 cpv. 2), che la statistica pubblica ha il dovere di soddisfare i bisogni informativi della cittadinanza (art. 18 cpv. 1) e di offrire, parallelamente a dati e risultati, una consulenza perlopiù in forma gratuita (art. 19). Nel contesto della diffusione mirata, vale la pena evocare le conferenze, ma anche le lezioni nelle scuole, gli interventi al corso di giornalismo della Svizzera italiana o ancora altre iniziative come la mostra sul tema delle pari opportunità tra i sessi presentata nelle scuole medie superiori del Ticino nel 2018. Ma questo, di nuovo, non è sufficiente. Bisogna che anche altri attori sociali investano in questa direzione.

Per questo motivo, nel corso dell'estate del 2020 un gruppo composto da statistici pubblici e da esponenti del mondo della medicina hanno promosso un appello alla politica per investire su una migliore *data literacy* (Lehky Hagen & Kuonen 2020). L'appello, che può essere sottoscritto da chiunque, è reperibile all'indirizzo <https://it.data-literacy.ch/>. In estrema sintesi, esso afferma come sia oggi diventato sempre più importante “comprendere i dati e, in particolare, essere in grado di valutarne la portata, contestualizzarli e confrontarli rigorosamente.” (Lehky Hagen & Kuonen 2020), in particolare in una situazione che gli autori dell'appello non esitano a definire di “infodemia”. In effetti, molti cittadini “sopraffatti dalla quantità dei dati, desistono dal valutarne la qualità e diventano facilmente manipolabili” (Lehky Hagen & Kuonen 2020). In particolare, l'appello chiede di ricorrere a tre misure urgenti:

1. realizzare campagne di comunicazione a largo spettro in collaborazione con i media, per rafforzare le competenze della popolazione in fatto di lettura e interpretazione dei dati;
2. creare e promuovere materiale educativo facilmente comprensibile da tutte e tutti ed elaborare programmi di formazione continua sul tema, idealmente già a partire dall'infanzia, con budget dedicati;
3. creare enti indipendenti, interdisciplinari e certificati che assicurino la formazione su e la diffusione di buone pratiche nel campo della raccolta, dell'analisi e del trattamento dei dati.

Cogliamo l'occasione per invitare tutti gli interessati a consultare quanto presentato all'indirizzo qui sopra e – se d'accordo con i suoi contenuti – a sottoscrivere l'appello.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Badker R., Miller K., Pardee C., Oppenheim B., Stephenson N., Ash B., Ngoon Ch., Savage P., Lam C. & Madhav N. 2021. Challenges in reported COVID-19 data: best practices and recommendations for future epidemics. *BMJ Global Health*, 6(5): <https://dx.doi.org/10.1136/bmjgh-2021-005542>
- Baio G. & Blangiardo M. 2020. Why counting coronavirus deaths is not an exact science. *The Guardian*, 19 April 2020. <https://www.theguardian.com/commentisfree/2020/apr/19/coronavirus-deaths-data-uk> (ultima consultazione: 8.7.2021).
- Borioli M. 2021. Analisi della sovrarmortalità in Ticino nel 2020. *Extra Dati*, 21(3), 1-7. https://www3.ti.ch/DFE/DR/USTAT/allegati/volume/ed_2021-03.pdf (ultima consultazione: 8.7.2021).
- EUROMOMO 2021. Graphs and maps. <https://www.euromomo.eu/graphs-and-maps> (ultima consultazione: 11.5.2021).
- Gardner L., Ratcliff J., Ensheng D. & Katz A. 2020. A need for open public data standards and sharing in light of COVID-19. *The Lancet Infectious Diseases*, 21(4): E80, [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30635-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30635-6)
- International Labour Organisation (ILO) 2019. Rules of the Game: An introduction to the standards-related work of the International Labour Organization (Centenary edition 2019). https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---normes/documents/publication/wcms_672549.pdf (ultima consultazione: 8.7.2021).

- Lehky Hagen M. & Kuonen D. 2020. Appello per una campagna nazionale urgente per la competenza sui dati. *Data literacy*, 24 luglio 2020. <https://it.data-literacy.ch/> (ultima consultazione: 11.5.2021).
- LPD 2019. Legge federale sulla protezione dei dati del 19 giugno 1992 (stato 1° marzo 2019) (RS 231.1). https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1993/1945_1945_1945/it (ultima consultazione: 8.7.2021).
- LStaC 2009. Legge sulla statistica cantonale del 22 settembre 2009 (RL 451.100). <https://www3.ti.ch/CAN/RLeggi-public/index.php/raccolta-leggi/legge/num/60> (ultima consultazione: 8.7.2021).
- OKF 2021. Why open data? London (UK), Open Knowledge Foundation (OKF). <https://okfn.org/opendata/why-open-data/> (ultima consultazione: 11.5.2021).
- Papuzzi A. 2010. Professione giornalista. Le tecniche, i media, le regole. Roma, Donzelli editore, 381 pp.
- Radermacher W.J. 2020. Official Statistics in the context of the COVID-19 crisis. *Official Statistics*, 8 April 2020. <https://officialstatistics.com/news-blog/crises-politics-and-statistics> (ultima consultazione: 8.7.2021).
- Rankin J., Burgen S., Willisher K. & Walker S. 2020. Is comparing Covid-19 death rates across Europe helpful? *The Guardian*, 24 April 2020. <https://www.theguardian.com/world/2020/apr/24/is-comparing-covid-19-death-rates-across-europe-helpful-> (ultima consultazione: 8.7.2021).
- Thereaux O. 2020. Data and Covid-19: why standards matter. Open Data Institute, 15 June 2020. <https://theodi.org/article/data-and-covid-19-why-standards-matter/> (ultima consultazione: 8.7.2021).
- Ufficio del medico cantonale 2020. Situazione epidemiologica in Ticino. <https://www4.ti.ch/dss/dsp/covid19/popolazione/popolazione> (ultima consultazione: 11.5.2020).
- UST 2012. Carta statistica pubblica svizzera. Neuchâtel, Ufficio federale di statistica (UST), 21 pp. <https://www.ethikrat-stat.ch/de/assets/File/charta/941-1400.pdf> (ultima consultazione: 8.7.2021).

Riserva naturale Bolle di Magadino. Valutazione del successo della rinaturazione alla foce del Ticino e controllo della sua evoluzione: stato 2 (2015)

A. Bricalli, L. Gaggini, G. Greco, R. Lardelli, R. Pierallini e N. Patocchi*

Fondazione Bolle di Magadino, 6573 Magadino, Svizzera

* fbm@bluewin.ch

Riassunto: A seguito della rinaturazione del delta del fiume Ticino, terminata nel novembre 2009, è iniziato un monitoraggio a lungo termine per verificare il successo del progetto. Nel 2015 è stata svolta la seconda verifica (stato 2) dopo quello del 2010. Dei 19 indicatori selezionati nello strumento di controllo, per lo stato 2 sono stati calcolati unicamente quelli biologici e idromorfologici. A causa della relativa stabilità idrologica tra il 2010 e il 2015, i risultati della seconda verifica non mostrano cambiamenti per la maggior parte degli indicatori. L'assenza di eventi di piena importanti ha però favorito la successione ecologica palustre, portando a un aumento di diversità delle formazioni presenti nella riserva. Le misurazioni hanno inoltre evidenziato un buon apporto di sedimenti con conseguente crescita del delta all'interno del lago.

Parole chiave: Araneae, Cantone Ticino, Carabidae, monitoraggio, Odonata, Orthoptera, Svizzera, valutazione del progetto, vegetazione

Natural Reserve Bolle di Magadino. Renaturation of the mouth of the Ticino and control of its evolution: state 2 (2015).

Abstract: Following the renaturation of the Ticino River delta, completed in November 2009, a long-term monitoring started to verify the success of the project. The second verification (state 2) was carried out in 2015. Of the 19 indicators selected in the control tool, only biological and hydromorphological indicators were calculated for state 2. Due to the relative hydrological stability between 2010 and 2015, the results of the second verification did not show any changes for most indicators. The absence of major flood events, however, has encouraged the ecological succession of marshes, leading to an increase in the diversity of formations present in the reserve. The measurements also showed a good sediment intake resulting in the growth of the delta.

Keywords: Araneae, Canton Ticino, Carabidae, monitoring, Odonata, Orthoptera, project evaluation, Switzerland, vegetation

INTRODUZIONE

L'efficacia degli interventi e delle misure adottate durante progetti di rinaturazione sono spesso difficili da valutare, ma i controlli forniscono dati cruciali per la pianificazione di progetti futuri e dovrebbero essere sempre parte integrante di ogni rinaturazione. Per questo motivo l'Istituto federale svizzero di scienza e tecnologia acquatica (Eawag), l'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) e i rappresentanti dei cantoni hanno sviluppato un metodo di controllo dell'impatto delle rinaturazioni (www.rivermanagement.ch/ausili-per-la-pratica) che servirà da base metodologica per un'applicazione su tutto il territorio svizzero a partire dal 2020. Informazioni più precise e standardizzate permetteranno una migliore allocazione delle risorse a favore dei sistemi rinaturati.

Su queste basi e con le stesse motivazioni, su mandato del "Gruppo di lavoro cantonale per il recupero degli ecosistemi acquatici compromessi" (GREAC) e della Fondazione Bolle di Magadino (FBM), è stato creato

uno strumento di controllo specifico per valutare l'efficacia della rinaturazione del delta del fiume Ticino: a tale scopo sono stati scelti o adattati 19 indicatori proposti dal *Manuale Rhône-Thur* (Woolsey et al. 2005). I dettagli sulla scelta di questi indicatori e l'adattamento di alcuni di essi in base alle caratteristiche del progetto sono esposti nel rapporto specifico (Rossi-Pedruzzi et al. 2010).

A seguito dei lavori di rinaturazione conclusi a fine 2009 (Peduzzi et al. 2009; Patocchi 2011), è iniziato un monitoraggio a lungo termine utilizzando questo strumento di controllo. Dopo la prima valutazione (stato 1), ottenuta comparando i valori degli indicatori calcolati nel 2010 con quelli dello stato prima dei lavori (stato 0 - Rossi-Pedruzzi et al. 2012), si è effettuata una seconda valutazione dello stato dopo 5 anni dalla conclusione dei lavori (2015, stato 2). Nel 2015 non sono stati valutati gli indicatori sociali (accettazione da parte dei gruppi d'interesse, numero visitatori, valore estetico, costi), poiché quanto successo e l'intervallo di tempo stesso è stato giudicato troppo breve.

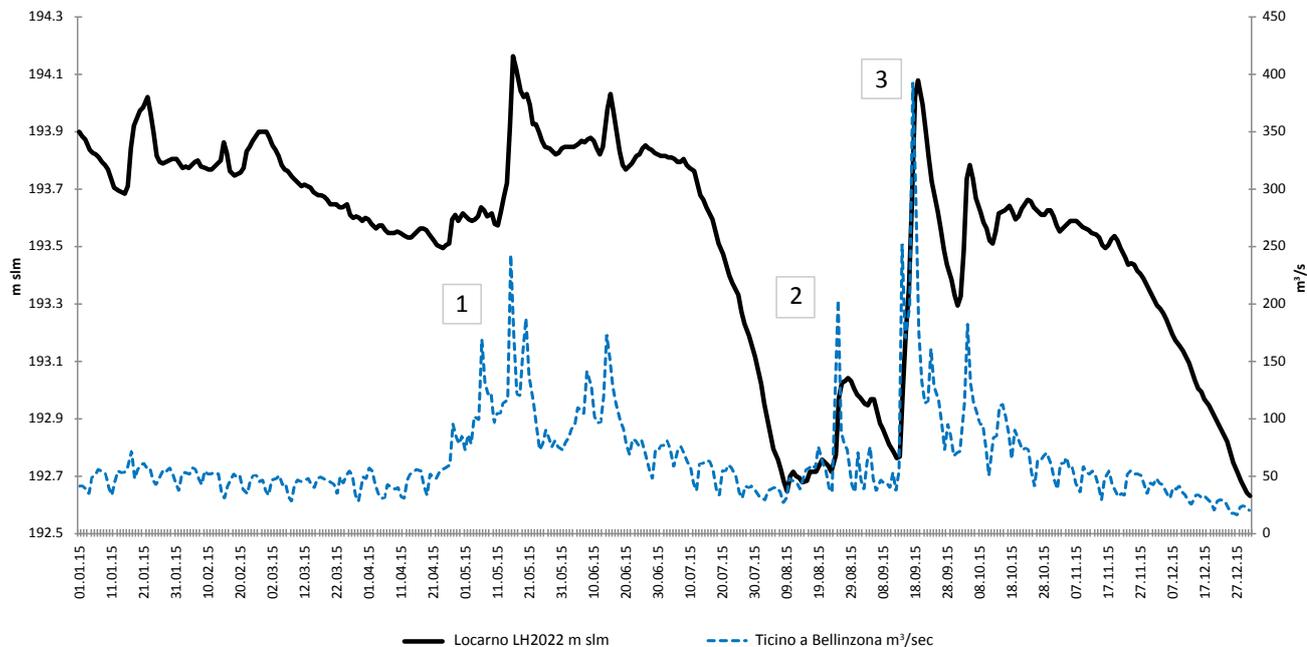


Figura 1: Andamento giornaliero dei livelli del lago (idrometro di Locarno) e del fiume Ticino (idrometro di Bellinzona) nel 2015 (fonte: www.hydrodaten.admin.ch). La prima e la terza piena del fiume (1, 3, su più fasi) sono avvenute con lago a quote medie (193.50 m – 194.10 m slm), mentre la seconda piena del fiume (2) e l’inizio della terza, sono avvenute con lago a quota bassa (192.70 m slm).

MATERIALI E METODI

Strumento di controllo

I metodi applicati per gli indicatori misurati nel 2015 sono gli stessi di quelli applicati nel 2010 e descritti da Rossi-Pedruzzi et al. (2012).

Idrologia e rilievi nel 2015

Nel 2010, per la valutazione dello stato 1 del progetto di rinaturazione, il livello del lago e la portata del fiume Ticino sono stati tra i maggiori fattori d’influenza sui dati raccolti, e così è stato anche nel 2015. La particolarità di questi ultimi cinque anni è stata l’assenza di eventi di piena importanti, con l’eccezione del 2014, in seguito al quale l’acqua del lago ha sommerso tutte le isole del delta. Durante l’intero anno di rilevamenti il livello del lago è rimasto nella norma (Fig. 1). I livelli medi di primavera, dovuti all’applicazione della soglia di regolazione sperimentale (H 193.91 m slm), e le piogge di settembre hanno però impedito la for-

mazione di cenosi litorali anfibe e sprovvisto l’area di banchi di sabbia emergenti durante la migrazione primaverile degli uccelli.

RISULTATI

La situazione del delta del fiume Ticino durante i rilevamenti dello stato 1 (2010) e 2 (2015) è visibile nella Fig. 2. Essendo passati solamente cinque anni dall’ultimo rilevamento, ed essendo questo lasso di tempo relativamente breve, abbiamo scelto di non rilevare gli indicatori sociali scelti per la valutazione di questo progetto; questi verranno rilevati nelle fasi successive. In questo articolo verranno esposti sinteticamente i risultati degli indicatori biologici e idraulico-morfologici, mettendo in evidenza i risultati più rilevanti. I risultati completi possono essere consultati nel rapporto relativo allo stato 2 (Bricalli et al. 2016).

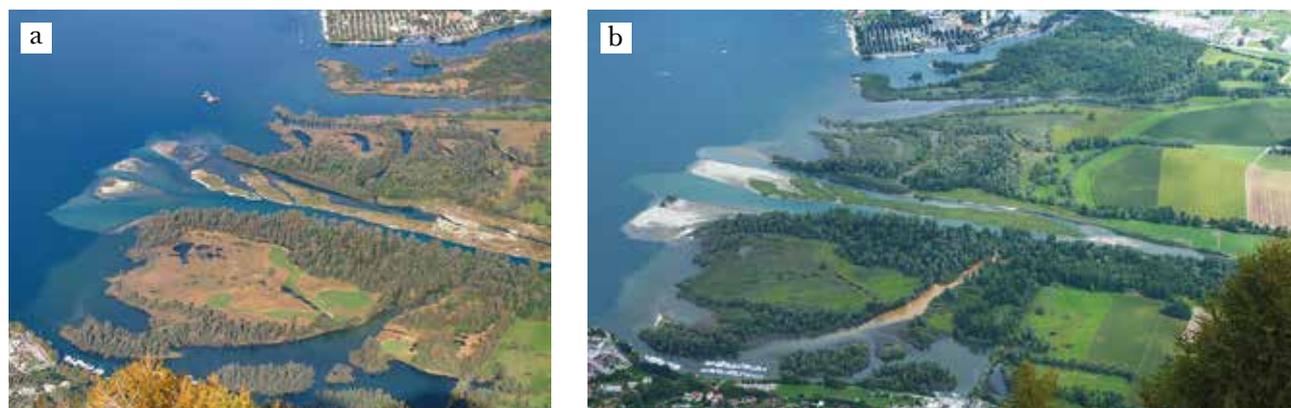


Figura 2: Paesaggio del delta rinaturato 11 mesi dopo il termine dei lavori (a; 5.10.2010; quota lago: 193.48 m slm; foto P. Beffa) e cinque anni dal termine dei lavori (b; 18.8.2015; quota lago: 192.71 m slm, foto FBM).

Indicatori biologici

Qui di seguito commentiamo gli indicatori biologici e i relativi codici riportati in Rossi-Pedruzzi et al. (2012).

Materiale organico – Quantità di tronchi [26]

Durante i rilevamenti per lo stato 2 si sono trovati in media meno tronchi rispetto allo stato 1, mentre la superficie di ammassi di legname è rimasta uguale. Per queste due componenti dell'indicatore il risultato rappresenta dunque da un lato un insuccesso e dall'altro nessun cambiamento rispetto ai rilevamenti del 2010.

Vegetazione – Macrofite acquatiche [A]

Nel 2015 è stata rilevata una specie di macrofita acquatica (*Zannichellia palustris*) assente durante i rilevamenti per lo stato 1. In aggiunta, il numero di specie potenziali è aumentato di un'unità grazie al rilevamento di una nuova specie per la riserva, ma fuori dal perimetro di studio (*Spirodela polyrhiza*). Il risultato rappresenta un leggero miglioramento per questo indicatore rispetto allo stato 1 del 2010.

Vegetazione – Specie vegetali tipicamente golenali [47]

Rispetto allo stato 1 si è osservato un leggero incremento nell'abbondanza di *Schoenoplectus mucronatus*, e la ricomparsa di *Eleocharis acicularis*, assente nel 2010. Nessun cambiamento riguardo alle altre specie considerate nell'indicatore è stato rilevato.

Vegetazione – Cartografia tipologica [49]

Con i rilevamenti del 2015 si è ottenuto un valore di diversità delle formazioni (indice di Shannon) maggiore rispetto a quello ottenuto nel 2010. Inoltre, allo stato 2 la percentuale di formazioni pioniere è anch'essa aumentata rispetto allo stato 1 (Tab. 1). Questo risultato per lo stato 2 rappresenta un miglioramento medio per entrambe le componenti di questo indice rispetto allo stato 1.

Vegetazione e fauna – Successione e rigenerazione [48*]

All'indicatore originale proposto dal Manuale Rhône-Thur è stato integrato un rilievo faunistico degli invertebrati dello strato epigeo (ragni e carabidi), come proposto da Moretti & Patocchi (2000) e Moretti et al. (2004).

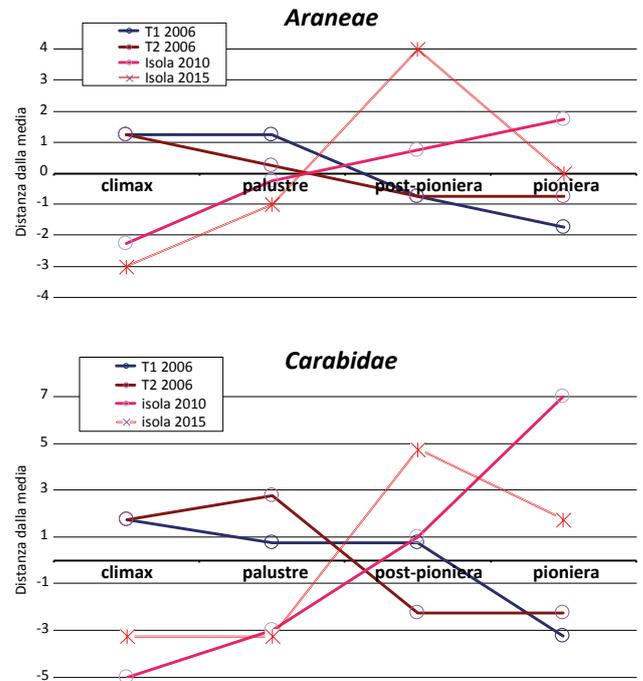


Figura 3: Gruppi indicatori di cenosi stazionali (climax, palustre, post-pioniera, pioniera) per *Araneae* (a sinistra) e *Carabidae* (a destra), espressi come distanza dalla media del numero totale di specie indicatrici rilevate per anno. Le stazioni T1 2006 e T2 2006 si riferiscono a transetti ubicati alla foce ma non soggetti direttamente all'influenza alluvionale.

Nelle varie stazioni di campionamento sono state censite diverse nuove specie vegetali che non erano presenti nei rilevamenti del 2010. Inoltre, le specie indicatrici mostrano una diminuzione di quelle pioniere a favore di quelle post-pioniere ed una stabilità delle specie palustri. Per gli invertebrati epigei le tendenze post-pioniere e palustri sono ancora più marcate, come sintetizzano la figure 3 e 4, sia per i gruppi indicatori di specie, sia come situazione spaziale sugli isolotti. Di fatto, la scarsa attività alluvionale del fiume nei cinque anni passati ha permesso alla dinamica palustre, determinata dal livello del lago, di marcare il carattere ecologico stazionale. I lavori meccanici di rinaturazione nel 2010 hanno avuto un effetto più marcato delle piene medio-piccole avvenute tra il 2010 e il 2015.

Tabella 1: Confronto della superficie delle formazioni tipologiche prima (2004) e dopo l'intervento di rinaturazione (2010, 2015).

Formazione	Stato 0 (2004)		Stato 1 (2010)		Stato 2 (2015)	
	m ²	%	m ²	%	m ²	%
Acqua	361'536	51	334'738	47	304'068	43
Formazioni pioniere:	102'135	14	190'717	27	216'716	31
Banchi di sedimenti (senza vegetazione)	9'757	1	11'574	2	53'151	8
Vegetazione erbacea pioniera	0	-	92'002	13	50'158	7
Formazioni golenali a legno molle	92'378	13	87'141	12	113'407	16
Canneti	58'516	8	57'933	8	64'726	9
Formazioni golenali a legno duro	80'140	11	77'717	11	77'465	11
Altre zone (non golenali)	101'410	14	42'702	6	43'637	6
Strutture residue	2'617	-	2'547	-	10	0
Totale	706'354	100	706'354	100	706'624	100

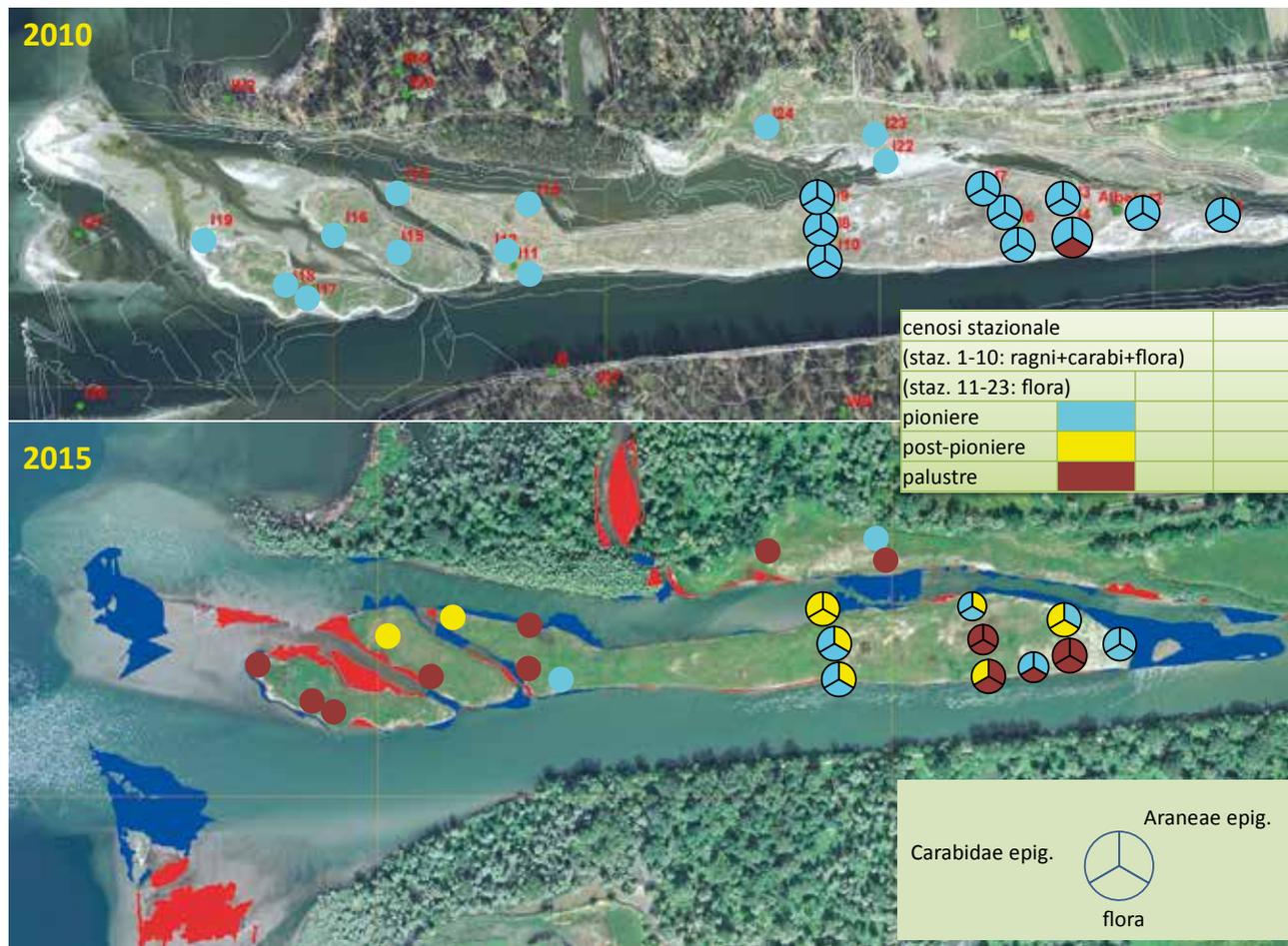


Figura 4: Visualizzazione dei risultati per gruppi di specie indicatrici dominanti per stazione (cenosi stazionali), sulle stazioni Isola 2010 e 2015 (staz. 1-10: campionamenti di flora+Araneae epigei+Carabidae epigei; staz. 11-23: solo rilievi floristici). Sull'ortofoto 2015 sono state aggiunte anche le aree di erosione (in blu) e di deposito (in rosso) risultanti dal confronto 2010-2015.

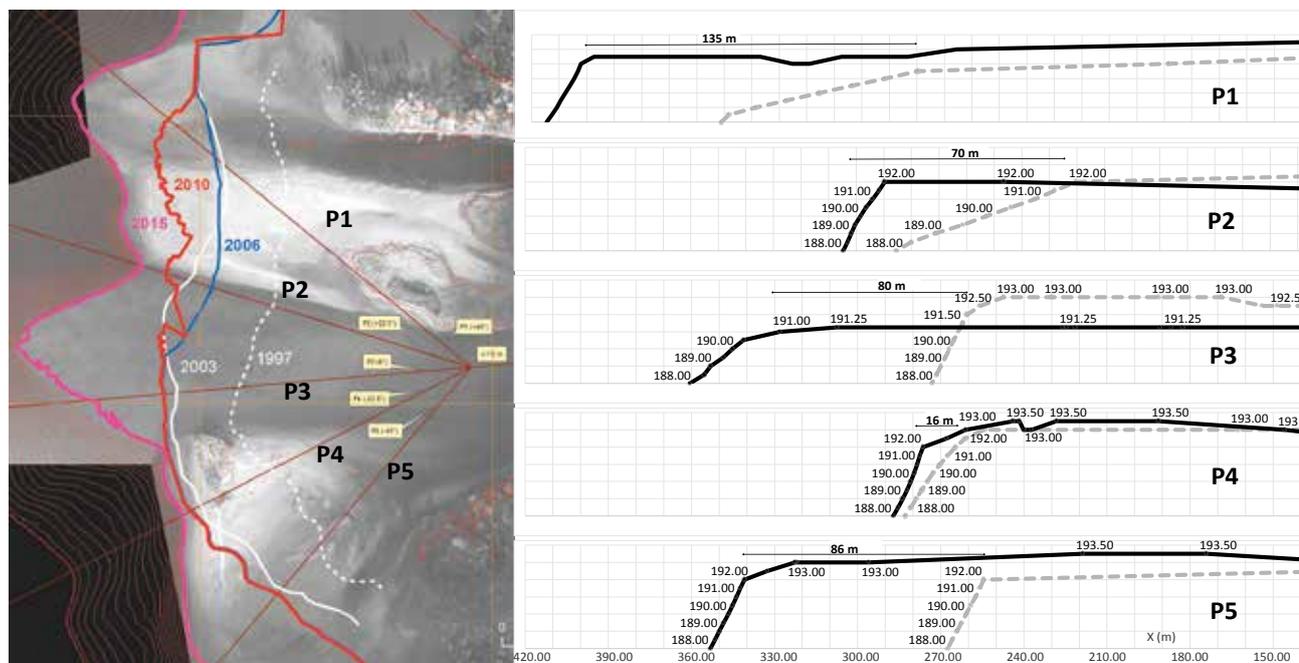


Figura 5: A sinistra: avanzamento del fronte del delta dal 1977 al 2015. A destra: profili P1-P5 che riportano la situazione nel 2010 (tratteggio grigio) e 2015 (linea nera).

La diversità e il carattere alluvionale nel suo insieme si sta piano piano equilibrando con quella palustre, tramite l'espressione delle condizioni (vocationi) stazionali rispetto alla distanza dal lago (pioniere, palustri e quali terrazzi superiori della golenia).

Fauna – Permeabilità per i pesci [A]

Non sono state riscontrate variazioni in questo indicatore per quanto riguarda il braccio principale del fiume, mentre che per il braccio laterale, nonostante periodi con livelli del lago molto bassi, non vi è stato un completo prosciugamento del corso (erosione e abbassamento dell'alveo cf. figura 4). Per questo motivo i risultati per il braccio principale non mostrano alcun cambiamento, mentre per il braccio laterale si è riscontrato un grande miglioramento generale.

Fauna - Specie faunistiche tipicamente golenali [B]

Data l'assenza quasi totale d'osservazioni di queste tre specie di invertebrati (*Onychogomphus forcipatus unguiculatus*, *Cylindera germanica* (= *Cicindela germanica*), *Aiolopus thalassinus*), nessun cambiamento è stato registrato per questo indicatore.

Fauna – Uccelli nidificanti [C]

Nonostante la perdita di specie nidificanti acquatiche e ripicole e la stabilità di specie nidificanti in parete, l'installazione di specie nidificanti in canneto ha fatto aumentare la diversità specifica della zona rinaturata. I risultati infatti mostrano un insuccesso per uccelli acquatici e ripicoli e nessun cambiamento per gli uccelli nidificanti in parete, mentre si è riscontrato un grande miglioramento per uccelli nidificanti in canneto, risultando in un miglioramento medio per il numero di specie totali.

Fauna – Uccelli migratori [D]

Durante le prime settimane di aprile 2015 sono state osservate sei specie di uccelli limicoli, di cui quattro prioritarie. Rispetto alla valutazione dello stato 1 i risultati non indicano però alcun miglioramento, né per il totale di specie, né per la presenza di specie prioritarie. Nel periodo di riferimento (15-20 aprile) gli arenili erano sommersi dal lago.

Indicatori idraulici-morfologici

Con la mancanza di eventi di piena di una certa portata nel periodo tra la fine dei lavori nel 2010 e la seconda valutazione nel 2015, si sono mantenute inalterate sia la struttura del fondo, sia quella delle sponde, risultando in un'assenza di cambiamenti, sia nella dinamica, sia nella struttura. L'indice di dinamica d'inondazione invece ha ovviamente risentito di questa stabilità idrologica, ottenendo così un insuccesso per la valutazione di questo indice rispetto al 2010. Con una crescita effettiva misurata decisamente maggiore rispetto alle previsioni ottenute dai modelli teorici lungo tutti e cinque i profili (Fig. 2), i risultati mostrano un grande miglioramento per l'indicatore della crescita del delta nel lago.

DISCUSSIONE

Sono diversi gli indicatori che non hanno dato indicazione di un miglioramento o che mostrano un insuccesso delle misure nella seconda fase di verifica. Questi risultati possono essere ricondotti alla particolare situazione idrologica nel periodo trascorso tra i due rilevamenti. La mancanza di eventi di piena considerevoli ha influenzato direttamente gli indicatori idraulico-morfologici, e in particolare quelli riguardanti la dinamicità, che nel 2015 non hanno mostrato alcun cambiamento rispetto ai rilevamenti fatti nel 2010. Anche alcuni indicatori biologici hanno risentito della relativa stabilità delle fluttuazioni idrologiche, in particolare quelli riguardanti specie e ambienti pionieri, strettamente legati a livelli di perturbazione elevati (Delarze et al. 2015), artificiali o naturali, che ne permettono il ringiovanimento.

Allo stesso tempo alcuni indicatori hanno dato segnali di miglioramento, da leggero a grande. Indicatori come la successione e rigenerazione (indicatore 48*) oppure il numero di specie di uccelli nidificanti (indicatore C) hanno approfittato di questa relativa stabilità idrologica, che ha permesso la prevalenza dei processi palustri influenzati dal livello del lago. La figura 6 illustra alcuni cambiamenti stazionali e le trasformazioni strutturali della vegetazione dopo 5 anni. Come visibile nella figura 5, le piene medio-piccole del Ticino, avvenute prevalentemente a livelli del lago medio-bassi, sembrano essere responsabili dell'abbassamento dell'altezza degli arenili nella parte centrale della foce (trasetti P2 e P3) e del rispettivo aumento sui lati del cono del delta (trasetti P1 e P5).

CONCLUSIONE

Nonostante rimanga difficile interpretare il valore del cambiamento, soprattutto a causa del breve periodo di tempo trascorso e dall'assenza di eventi di piena rilevanti, indicatori come la cartografia tipologica (49) o la crescita del delta nel lago (E) sono da interpretare come segnali incoraggianti (Tab. 2).

Infatti, i vari ambienti presenti stanno evolvendo verso una successione ecologica determinata da condizioni palustri prevalenti su quelle alluvionali. La notevole crescita del delta nel lago mostra che il sistema del delta è attivo e in espansione. Questa crescita, uno degli obiettivi della rinaturazione, è il presupposto per lo sviluppo naturale di nuovi ambienti che contribuiranno alla creazione di un mosaico d'habitat dinamico, tipico di un delta vivo.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia l'Ufficio federale dell'ambiente per aver sostenuto le spese del rilievo batimetrico, realizzato da Terra Vermessungen AG, l'Ufficio cantonale per i corsi d'acque e l'Ufficio cantonale per la Natura e il Paesaggio per aver fatto da tramite, Yannick Chittaro per la determinazione delle specie dubbie di *Carabidae*, Marco Pilati per l'aiuto nella redazione dell'articolo.

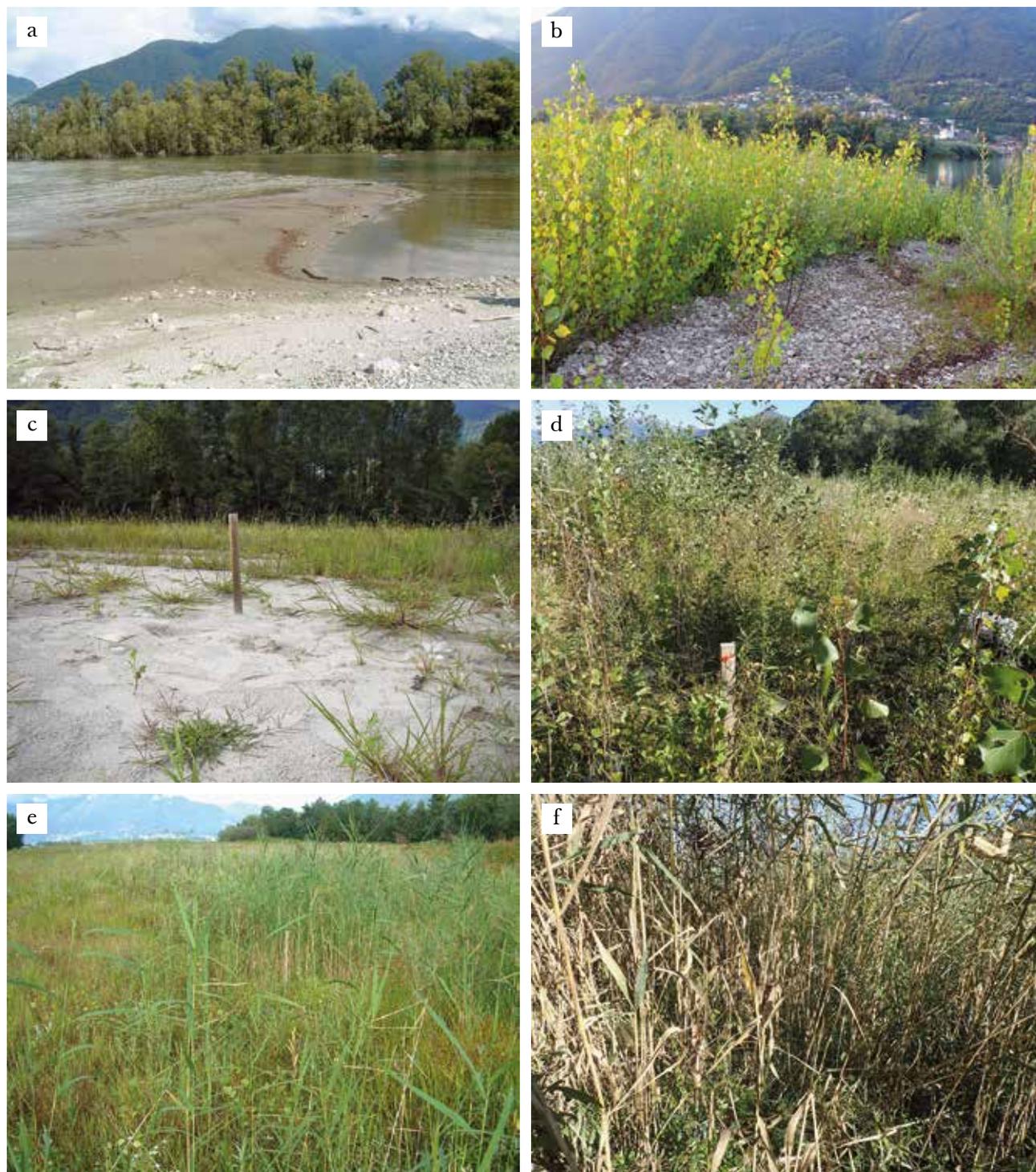


Figura 6: Esempi di trasformazione delle stazioni campionate. La stazione I19 (rilievo floristico), si presenta con un banco di sedimenti nel 2010 (a; 18.8.2010), mentre la stessa stazione risulta essere una formazione a legno molle nel 2015 (b; 21.7.2015). La stazione I6 (rilievo floristico + ragni + carabi) presenta una vegetazione erbacea pioniera nel 2010 (c; 18.8.2010), mentre risulta essere una formazione golenale a legno molle nel 2015 (d; 24.9.2015). La stazione I4 (rilievo floristico + ragni + carabi) presenta una vegetazione erbacea pioniera nel 2010 (e; 18.8.2010), mentre risulta essere un canneto nel 2015 (f; 24.9.2015) (foto: FBM).

Tabella 2: Sintesi della valutazione per ogni indicatore, se necessario diviso in parametri. -: insuccesso; 0: nessun cambiamento; +: leggero miglioramento; ++: miglioramento medio; +++: forte miglioramento; n.v.: non valutabile.

Codice	Indicatore	Parametro	Valutazione	
26	Quantità di tronchi	Numero di tronchi	-	
		Superficie legname	0	
A	Macrofite acquatiche		+	
47	Specie vegetali tipicamente golenali	<i>Typha minima</i>	0	
		<i>Typha shuttleworthii</i>	0	
		<i>Cyperus michelianus</i>	0	
		<i>Eleocharis ovata</i>	0	
		<i>Schoenoplectus mucronatus</i>	+	
		<i>Schoenoplectus triqueteter</i>	0	
		<i>Schoenoplectus supinus</i>	0	
		<i>Littorella uniflora</i>	0	
	<i>Eleocharis acicularis</i>	+		
48*	Successione e rigenerazione (vegetazione e invertebrati epigei)		n.v.	
49	Cartografia tipologica	Indice di Shannon	++	
		Percentuale formazioni pioniere	++	
4	Permeabilità per i pesci	Braccio principale	Numero di giorni in secca	0
			% di pozze prosciugate	0
		Braccio laterale	Numero di giorni in secca	+++
			% di pozze prosciugate	+++
B	Specie faunistiche tipicamente golenali	<i>Onychogomphus forcipatus unguiculatus</i>	0	
		<i>Cylindera germanica (Cicindela germanica)</i>	0	
		<i>Aiolopus thalassinus</i>	0	
C	Uccelli nidificanti	Nidificanti in parete	0	
		Acquatici	-	
		Ripicoli (greti)	-	
		Canneti	+++	
		Numero di specie	++	
D	Uccelli migratori	Specie potenziali	0	
		Specie prioritarie	0	
33	Dinamica strutturale del fondo		-	
36	Struttura del fondo		0	
43	Dinamica strutturale delle sponde		0	
45	Struttura delle sponde		0	
E	Crescita del delta nel lago		+++	
13*	Dinamica d'inondazione: durata, tipo e ampiezza		(-)	

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Bricalli A., Greco G., Gaggini L., Pierallini R., Lardelli R. & Patocchi N. 2016. Valutazione del successo della rinaturazione alla foce del Ticino: Stato 2 (2015). Rapporto, FBM, 53 pp https://www.bolledimagadino.com/Evoluzione_delta/Rapporto_Foce_Ticino_Stato_2_2015.pdf (ultima consultazione, 22.04.2020).
- Delarze R., Gonseth Y., Eggenberg S. & Vust M. 2015. Guide des milieux naturels de suisse. 3e éd. Rossolis. Bussigny, 456 pp.
- Moretti M. & Patocchi N. 2000. Zones alluviales d'importance nationale: intégration des indicateurs faunistiques pour un suivi biologique. Service Conseil Zones Alluviales. Rapporto, 30 pp.
- Moretti M., Patocchi N. & Walter T. 2004. Controllo dell'efficacia delle misure di protezione delle zone alluvionali. Controllo della fauna. Test 2003. Applicazione del concetto 2000 e proposte di un programma di controllo della fauna tipica degli ambienti golenali. Service Conseil Zones Alluviales. Rapporto, 32 pp.
- Patocchi N. 2011. Delta Vivo: rinaturazione della foce del Ticino nella riserva naturale delle Bolle di Magadino. In: AAVV. Ticino: Chiare, fresche e dolci acque, Premio svizzero corsi d'acqua 2011. Bollettino Ingegneria naturalistica, 1: 10-17.
- Peduzzi S., Patocchi N., Foglia M. & Filippini L. 2009. Gestione integrata e riqualificazione fluviale nel cantone Ticino: interventi sul fiume Ticino da Bellinzona alla foce nel Lago Maggiore. (Numero speciale atti 1° Convegno italiano di Riqualifica Fluviale). Riqualificazione Fluviale, 2: 140-147.
- Rossi-Pedruzzi A., Franscini A. & Beffa P. 2010. Strumento di controllo del successo della rinaturazione alla foce del Ticino. Rapporto, GREAC & FBM, 95 pp. https://www.bolledimagadino.com/Evoluzione_delta/Strumento_Controllo_Rinaturazione_e_valutazione_stato_0_vers_2011.pdf (ultima consultazione, 22.4.2020).
- Rossi-Pedruzzi A., Franscini A., Beffa P., Greco G., Lardelli R., Pierallini R., Filippini L., Peduzzi S., Foglia M. & Patocchi N. 2012. Riserva naturale Bolle di Magadino: rinaturazione della foce del Ticino e controllo della sua evoluzione. Bollettino della Società ticinese di scienze naturali - 100, 2012, pp. 65-78.
- Woolsey S., Weber C., Gonser T., Hoehn E., Hostmann M., Junker B., Roulier C., Schweizer S., Tieggs S., Tockner K., Peter A., Capelli F., Hunzinger L., Moosmann L., Paetzold A. & Rohde S. 2006. Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ. 112pp, sito web con la documentazione completa: www.rhone-thur.eawag.ch; <https://www.rivermanagement.ch/produkte-publikationen/hilfsmittel-fuer-die-praxis/> (ultima consultazione, 6.4.2020).

Monitoraggio bioacustico dei siti di nidificazione del gufo reale *Bubo bubo* inventariati nel Piano di azione del Cantone Ticino (Svizzera)

Filippo Rampazzi^{1*}, Nicola Zambelli¹ e Bärbel Koch¹

¹ Museo cantonale di storia naturale, Viale Carlo Cattaneo 4, CP 5487, 6901 Lugano, Svizzera

* filippo.rampazzi@ti.ch

Riassunto: I metodi bioacustici passivi permettono di monitorare il ciclo biologico del gufo reale in modo non invasivo, uniforme e standardizzato in molti luoghi contemporaneamente. Tra gennaio e aprile 2020 è stata condotta un'indagine mediante registratori automatici di suoni in 23 località del Cantone Ticino (Svizzera) situate tra i 300 m e i 2100 m di altitudine, con lo scopo di (1) identificare i siti occupati nel periodo riproduttivo e (2) verificare la plausibilità della nidificazione in ognuno di essi. La specie è stata rilevata in 16 dei 23 siti indagati, mentre soltanto in 6 la nidificazione è stata valutata come probabile o molto probabile e in altri 2 è stata accertata (con 1 giovane involato in ciascun sito). Problemi metodologici legati all'eccessiva estensione di alcuni siti di nidificazione possono tuttavia avere causato una sottostima dell'effettivo tasso di occupazione. Lo studio ha mostrato un'enorme eterogeneità di situazioni, determinata da vari possibili fattori quali la diversa attività di canto degli individui, l'incostanza nell'occupazione dei siti di nidificazione, la mortalità degli adulti per incidenti e una diversa pressione demografica nelle varie regioni del Cantone Ticino.

Parole chiave: Alpi meridionali, comportamento vocale, metodi bioacustici passivi, monitoraggio acustico, popolazione nidificante

Bioacoustic monitoring of Eagle Owl *Bubo bubo* nesting sites inventoried in the Action Plan of the Canton of Ticino (Switzerland)

Abstract: Passive bioacoustic methods make it possible to monitor the biological cycle of the Eurasian Eagle-Owl in a non-invasive, uniform and standardised manner at many locations simultaneously. Between January and April 2020, a survey was carried out using automatic sound recorders at 23 sites in the Canton of Ticino (Switzerland) located between 300 and 2100 m a.s.l., with the aim of verifying (1) the sites occupied during the breeding season and (2) the plausibility of nesting at each of them. The species was found in 16 out of 23 sites investigated, while only in 6 the nesting was assessed as probable or very probable and in 2 others it was confirmed (with 1 young fledged at each site). However, methodological problems due to the excessive size of some nesting sites may have led to an underestimation of the actual occupancy rate. The study showed an enormous heterogeneity of situations, determined by various possible factors such as the different singing activity of individuals, the inconstancy in the occupation of nest sites, the mortality of adults due to accidents and a different demographic pressure in various areas of the Canton of Ticino.

Keywords: acoustic monitoring, breeding population, passive bioacoustic methods, Southern Alps, vocal behavior

INTRODUZIONE

In Svizzera il gufo reale *Bubo bubo* nidifica principalmente su pareti rocciose dalle basse quote al piano alpino (fino a 2200 m, Cantone dei Grigioni), anche se la maggior parte dei territori è confinata al di sotto dei 1000 m di altitudine. L'effettivo nidificante è stimato a 200-230 coppie, ma la consistenza numerica della popolazione e la sua evoluzione variano in modo significativo da una regione all'altra (Knaus et al. 2018). Mentre nel Giura e sull'Altipiano si registra un evidente aumento delle popolazioni, nelle Alpi la situazione è più articolata, con aree che presentano solidi effettivi (Engadina GR, Rheintal SG) accanto ad altre dove la specie sembra in regresso, come in alcune aree del Cantone dei Grigioni e del Cantone Ticino (Jenny 2011; Lardelli &

Zbinden 2017). In particolare nel Cantone Ticino la specie sembra essere in costante calo da molti anni. Dal confronto di tre censimenti effettuati nei periodi 1987-1989, 2009-2011 e 2013-2016 emerge infatti una flessione delle coppie nidificanti del 36% tra il primo e il secondo periodo e addirittura del 55% tra il primo e il terzo (Lardelli & Zbinden 2017; Mosimann-Kampe et al. 1998). Oltre all'elevato tasso di mortalità causato da infrastrutture di origine antropica, il regresso potrebbe essere imputabile all'imboschimento delle zone rocciose, alla riduzione delle zone agricole di media montagna e all'ampliamento delle zone edificate sui fondivalle, fattori che riducono in modo significativo i siti idonei alla nidificazione e i territori di caccia. Nel 2018 l'Ufficio della natura e del paesaggio del Cantone Ticino ha pertanto avviato un Piano di azio-

ne specifico per identificare le principali minacce e definire le misure di gestione a tutela della specie. A tale scopo è stato allestito un primo inventario dei siti di nidificazione sulla base di dati pregressi (Lardelli et al. 2018). Nell'inventario (IBB 2018) sono indicati 23 siti di nidificazione storici e attuali (e altri 6 siti dubbi) con differente grado di minaccia e priorità di intervento. L'esatta valutazione delle coppie nidificanti è tuttavia resa problematica da vari fattori, quali il comportamento discreto della specie, l'incostanza nell'occupazione dei siti di nidificazione e la difficoltà di localizzazione dei nidi situati spesso in zone impervie difficilmente accessibili. Al fine di (1) verificare l'effettiva occupazione dei siti dell'IBB 2018 da parte di coppie o individui territoriali e (2) valutare la plausibilità della nidificazione (assente, possibile, probabile, certa) in ognuno di essi, nel 2020 il Museo cantonale di storia naturale ha condotto un'indagine mediante registratori automatici di suoni. Come mostrato in vari studi (Delgado & Penteriani 2007; Grava et al. 2008; Mollet 2019; Rampazzi 2020), i metodi bioacustici passivi permettono di monitorare in modo non invasivo, uniforme e standardizzato il ciclo vitale della specie simultaneamente in molti luoghi diversi. Essi hanno quindi il pregio di permettere un confronto oggettivo tra più siti nello stesso periodo o dello stesso sito in anni diversi anche sul lungo periodo.

MATERIALI E METODI

Area di studio

I 23 siti di nidificazione dell'IBB 2018 sono distribuiti tra i 300 e i 2100 m di quota in un'area che si estende per circa 77 km tra il sito più a sud e quello più a nord del Cantone Ticino. La maggior parte si trova sui fondivalle delle principali vallate del Cantone, mentre alcuni si trovano a quote più elevate in valli laterali e in prossimità di valichi alpini. Solo pochi dei siti inventariati hanno dimensioni ridotte (singoli affioramenti rocciosi), mentre la maggior parte occupa porzioni considerevoli di gole e pareti rocciose, dove la posizione dei nidi può solo essere supposta in base alla topografia del luogo o a indicazioni generiche pregresse. Questo aspetto ha costituito un problema iniziale di non poco conto nella scelta dei punti in cui posizionare i registratori (quasi sempre uno solo per sito, al massimo due nei siti di maggiore estensione), i quali risentono pertanto di una certa soggettività nella scelta del luogo. Per motivi di protezione della specie il presente articolo non indica né la posizione dei registratori né quella dei siti di nidificazione indagati, ma ne illustra la distribuzione sul territorio in modo aggregato per distretto e ne fornisce soltanto l'elenco per comune (Fig. 1 e Tab. 1).

Registrazioni

Nel mese di dicembre 2019 e all'inizio del mese di gennaio 2020 sono stati posati 26 registratori automatici (Song Meter SM4 di Wildlife Acoustics Inc.) nei 23 siti dell'IBB 2018. Gli apparecchi sono stati programmati per registrare dall'inizio di gennaio alla fine di marzo/metà aprile in notti alterne da un'ora prima del tra-



Figura 1: Distribuzione per distretto dei 23 siti indagati inclusi nell'IBB 2018 (Lardelli et al. 2018).

monto all'alba (per "alba" e "tramonto" si intende il sorgere e il calare del sole nel momento in cui esso si trova appena sotto l'orizzonte a una data latitudine e longitudine). Il controllo dei registratori per la sostituzione delle schede di memoria e delle batterie è avvenuto con cadenza da bisettimanale a mensile da parte di più persone. Nel mese di febbraio 2020 un apparecchio è stato ritirato, poiché in base alle analisi preliminari era stato ritenuto ridondante con un secondo posto nelle vicinanze (IBB.03). In un altro sito (IBB.21) due registratori sono stati ritirati già a metà marzo, poiché facenti parte di un progetto specifico separato. In tre siti dell'Alto Ticino (IBB.15, IBB.16 e IBB.17) i registratori sono invece rimasti in funzione fino a metà aprile, mentre in un altro ancora, dove l'apparecchio era stato posato sul tetto di un edificio (IBB.01), le registrazioni sono proseguite ininterrottamente fino a metà maggio a causa delle misure di confinamento dovute all'emergenza sanitaria COVID-19. Tutte le registrazioni sono state effettuate in modalità stereofonica preamplificata su due canali (*gain* 16 dB, preamplificazione 26 dB) con un filtro a 220 Hz (*high-pass filter*) per attenuare il rumore di fondo nelle frequenze più basse. La digitalizzazione del suono è avvenuta con una frequenza di campionamento di 24 kHz a 16 bit e con una suddivisione della traccia sonora in file WAV non compressi di un'ora su schede di memoria SanDisk da 64 e 128 GB. Le sequenze sonore sono state in seguito salvate in modo centralizzato presso il Museo cantonale di storia naturale a Lugano, dove sono state analizzate.

Analisi dei suoni

Le analisi bioacustiche sono state eseguite con il programma Kaleidoscope Pro (versioni da 5.1.9 a 5.3.6) di Wildlife Acoustics Inc., che permette di raggruppare i suoni in modo automatizzato in base al grado di somiglianza dei sonogrammi prodotti (*cluster analysis*). Ogni sequenza sonora è stata analizzata due volte con parametri specifici: una prima volta sui suoni di più bassa frequenza (canto del maschio e della femmina, 220-800 Hz) e una seconda su quelli che presentano un'ampia estensione tonale (vari versi e richiami degli adulti, 400-8'000 Hz). Dai sonogrammi sono quindi stati elaborati i grafici dell'attività canora in ogni sito di nidificazione con riscontro positivo (dopo l'eliminazione delle sequenze doppie generate all'acquisizione stereofonica dei suoni).

Ricerca dei giovani

Sebbene non rientrasse tra gli obiettivi principali dello studio, nel corso dell'estate sono state condotte diverse uscite sul campo anche per la ricerca dei giovani. La ricerca visiva e uditiva (richiami dei giovani) è avvenuta al tramonto e nelle prime ore della notte da parte di più persone nei siti in cui, in base ai risultati preliminari delle analisi bioacustiche, la nidificazione era stata ritenuta più probabile.

RISULTATI

Sforzo d'indagine

Le registrazioni complessive ammontano a circa 16'000 ore (circa 5 TB) effettuate in 1'096 notti, con un massimo di 16 ore e 15 minuti/notte a inizio gennaio e un minimo di 12 ore/notte a metà aprile (in media circa 14 ore/notte da un'ora prima del tramonto all'alba). Le analisi bioacustiche hanno prodotto 72'583 singoli sonogrammi con vocalizzazioni di gufo reale di vario genere, corrispondenti a 187 notti con riscontro positivo e 909 notti con riscontro negativo (Tab. 1). Ciò evidenzia l'enorme potenziale d'informazione insito nei metodi di bioacustica passiva: le 1'096 segnalazioni (ossia le notti con riscontro positivo e negativo rilevate in poco più di 3 mesi e in sole 23 stazioni) costituiscono il 20% in più di dati rispetto a quelli raccolti in tutto il Cantone Ticino negli ultimi 20 anni con metodi tradizionali (865 segnalazioni con riscontro positivo e negativo tra il 1980 e il 2020, banca dati Vogelwarte Sempach, stato al 17.12.2020).

Tabella 1: Notti effettive di registrazione con riscontro positivo e negativo nei 23 siti dell'IBB 2018 (Lardelli et al. 2018). Le registrazioni sono avvenute a notti alterne da un'ora prima del tramonto all'alba. Le notti "positive" indicano le notti nelle quali è stata rilevata almeno una vocalizzazione di gufo reale di qualsiasi tipo. *¹) Impossibilità di ritiro dell'apparecchio nei tempi prefissati a causa delle misure di confinamento dovute all'emergenza sanitaria COVID-19. *²) Ritiro dell'apparecchio già a metà marzo, in quanto il sito IBB.21 è stato investigato nell'ambito di un progetto separato (dati da Maddalena & associati Sagl).

Sigla	Comune	Altitudine (s.l.m.)	Periodo di registrazione	Notti di registrazione effettive				Vocalizzazioni
				positive	negative	totali	positive/totali	totali
IBB.01	Lavertezzo	300	01.01.2020-14.05.2020 ^{*1}	0	67	67	0.0%	0
IBB.02	Bellinzona	300	01.01.2020-02.04.2020	7	39	46	15.2%	509
IBB.03	Arbedo-Castione	300	05.01.2020-02.04.2020	42	2	44	95.5%	4'236
IBB.04	Bellinzona	400	01.01.2020-03.04.2020	0	46	46	0.0%	0
IBB.05	Riviera	300	01.01.2020-03.04.2020	3	44	47	6.4%	66
IBB.06	Riviera	300-600	01.01.2020-03.04.2020	13	34	47	27.7%	311
IBB.07	Riviera	400	01.01.2020-03.04.2020	1	45	46	2.2%	34
IBB.08	Riviera	300-400	01.01.2020-03.04.2020	1	45	46	2.2%	19
IBB.09	Biasca	300-1'000	01.01.2020-03.04.2020	25	22	47	53.2%	3'121
IBB.10	Biasca	400-900	01.01.2020-03.04.2020	2	44	46	4.3%	9
IBB.11	Pollegio	600-800	01.01.2020-03.04.2020	6	40	46	13.0%	110
IBB.12	Faido	1'200	01.01.2020-03.04.2020	0	47	47	0.0%	0
IBB.13	Giornico	490	01.01.2020-03.04.2020	0	47	47	0.0%	0
IBB.14	Serravalle	900-1'000	01.01.2020-03.04.2020	0	46	46	0.0%	0
IBB.15	Blenio	1'000-1'600	01.01.2020-15.04.2020	1	51	52	1.9%	7
IBB.16	Blenio	1'400-2'000	01.01.2020-15.04.2020	8	44	52	15.4%	360
IBB.17	Blenio	1'850-2'100	01.01.2020-15.04.2020	3	49	52	5.8%	17
IBB.18	Terre di Pedemonte	350	01.01.2020-02.04.2020	11	35	46	23.9%	202
IBB.19	Avegno-Gordevio	300-500	01.01.2020-02.04.2020	3	43	46	6.5%	78
IBB.20	Cevio	400-1'100	01.01.2020-02.04.2020	0	46	46	0.0%	0
IBB.21	Rovio	1'200-1'400	28.12.2019-14.03.2020 ^{*2}	0	38	38	0.0%	0
IBB.22	Mendrisio	450-700	01.01.2020-07.04.2020	48	0	48	100.0%	61'149
IBB.23	Mendrisio	450-700	01.01.2020-07.04.2020	13	35	48	27.1%	2'355
TOTALE				187	909	1'096	17.1%	72'583

Occupazione dei siti di nidificazione

Su 23 siti indagati, soltanto in 16 (ca. 70%) è stato possibile accertare la presenza di gufi reali (rilevamento di almeno una vocalizzazione durante l'intero periodo). Le figure 2a-p illustrano i risultati ottenuti in ognuno dei 16 siti con riscontro positivo. Le principali vocalizzazioni e il loro significato biologico (canto del maschio, canto della femmina, richiamo specifico della femmina, versi di allarme di entrambi i sessi, versi di eccitazione del maschio e della femmina, versi di accoppiamento della femmina, richiamo dei giovani) sono state illustrate da uno degli autori in una precedente pubblicazione (Rampazzi 2020).

Dall'esame comparativo emerge la grande diversità di situazioni tra un sito e l'altro. Mentre in alcuni sono state registrate poche decine di emissioni vocali durante un'unica notte (IBB.07, IBB.08, IBB.10 e IBB.15), in altri sono state rilevate intensità di canto molto elevate durante l'intero periodo indagato (IBB.23: 2'355 vocalizzazioni con un massimo di 666/notte il 5.3.2020; IBB.09: 3'121 vocalizzazioni con un massimo di 932/notte il 17.3.2020; IBB.03: 4'236 vocalizzazioni con un massimo di 376/notte). In un sito del Mendrisiotto (IBB.22) sono stati rilevati valori estremi con 61'149 vocalizzazioni totali, di cui ben 60'627 verosimilmente da parte di un solo maschio che ha cantato in ogni notte di registrazione da inizio gennaio a inizio aprile (media 1'263/notte, massimo 4'755/notte il 31.3.2020)! Anche l'attività propriamente nuziale (duetti tra maschi e femmine con o senza sequenze di accoppiamento) varia fortemente da un sito all'altro: mentre in alcuni compare già nella prima metà di gennaio (IBB.02, IBB.03, IBB.09, IBB.22), in altri ha luogo soltanto nel mese di marzo (IBB.06, IBB.18, IBB.23) quando mediamente si è concentrata anche la maggiore parte dell'attività canora delle femmine. In almeno un caso nell'Alto Ticino (IBB.16) è stato possibile rilevare due maschi in canto contemporaneamente, ciò che è riconducibile a contese con esemplari di territori contigui o con esemplari vaganti ("floaters"). In un altro sito in Riviera (IBB.06), a più riprese, sono stati registrati maschi diversi in canto, ma non contemporaneamente né

nella stessa notte. Un'analisi sistematica delle emissioni vocali su base individuale (Delgado et al. 2013; Grava et al. 2008; Lengange 2001, 2005) non ha purtroppo potuto essere eseguita, in quanto sarebbe andata oltre i limiti del presente studio.

Plausibilità della nidificazione

La plausibilità della nidificazione è stata dedotta dalla tipologia e dalla distribuzione temporale delle vocalizzazioni nel periodo riproduttivo (Fig. 2a-p) e in base al ritrovamento o meno di giovani dopo l'involto (26 giornate di controllo tra luglio e settembre) là dove la nidificazione era stata ritenuta più probabile dalle analisi bioacustiche preliminari (Tab. 2). I criteri di plausibilità della nidificazione comunemente in uso in Europa (Sharrock 1973; Greenwood 2017) sono stati adattati alle specificità del metodo bioacustico e al significato biologico delle diverse vocalizzazioni del gufo reale (Tab. 3). Su 16 siti con riscontro positivo (rilevamento di almeno una vocalizzazione durante l'intero periodo), la nidificazione è stata ritenuta possibile soltanto in 8 (50.0%), probabile in 5 (31.3%), molto probabile in 1 (6.3%) e certa in 2 (12.5%) (Tab. 4). La grande diversità di situazioni riscontrata nei siti indagati, così come il grado di plausibilità della nidificazione in ognuno di essi devono tuttavia essere accuratamente interpretati sulla base di considerazioni di vario genere che interessano la metodologia, la biologia della specie, i possibili fattori di disturbo e la densità della popolazione, come discusso di seguito.

Tabella 2: Risultati dei controlli estivi per la ricerca dei giovani in 10 siti dell'IBB 2018 (Lardelli et al. 2018), nei quali la nidificazione era stata ritenuta più probabile in base alle analisi bioacustiche preliminari.

Sigla	Comune	Controlli			Totale controlli	Giovani involati
		1. controllo (luglio)	2. controllo (agosto)	3. controllo (settembre)		
IBB.02	Bellinzona	15.07	25.08	–	2	0
IBB.03	Arbedo–Castione	20.07, 24.07, 27.07	11.08	–	4	1
IBB.04	Riviera	13.07, 20.07	–	–	2	0
IBB.09	Biasca	–	22.08	–	1	0
IBB.10	Biasca	21.07	08.08, 09.08	–	3	0
IBB.16	Blenio	–	–	–	0	–
IBB.17	Blenio	21.07, 27.07	04.08	–	3	0
IBB.18	Terre di Pedemonte	26.07	16.08	13.09	3	0
IBB.22	Mendrisio	12.07, 20.07, 27.07	19.08	01.09, 08.09	6	0
IBB.23	Mendrisio	21.07	19.08	–	2	1
TOTALE					26	2

Tabella 3: Equivalenza tra i criteri di plausibilità della nidificazione comunemente in uso (“codici atlante”: Sharrock 1973; Greenwood 2017) e quelli del presente studio adattati al metodo bioacustico e al significato biologico delle vocalizzazioni del gufo reale.

CODICI ATLANTE		CODICI ATLANTE SU BASE BIOACUSTICA (specifici per il gufo reale)	
Nidificazione possibile (30)		Nidificazione possibile (30)	
1	Osservazione semplice della specie in periodo riproduttivo.	1	–
2	Osservazione della specie in periodo riproduttivo e in habitat idoneo.	2	–
3	Maschio in canto durante il periodo riproduttivo, constatazione di canto nuziale/tambureggiamento oppure osservazione di maschio in parata nuziale.	3a	Maschio <u>o</u> femmina in canto (o altre vocalizzazioni) in <u>un'unica notte</u> del periodo riproduttivo, ma <u>maschio e femmina mai nella stessa notte</u> .
		3b	Maschio o femmina in canto (o altre vocalizzazioni) <u>in più notti</u> del periodo riproduttivo, ma <u>maschio e femmina mai nella stessa notte</u> .
Nidificazione probabile (40)		Nidificazione probabile (40)	
4	Coppia in habitat idoneo in periodo riproduttivo.	4	Maschio <u>e</u> femmina in canto (o altre vocalizzazioni) in <u>un'unica notte</u> del periodo riproduttivo con <u>maschio e femmina nella stessa notte (ma senza duetti)</u> .
5	Coppia con comportamento territoriale (canto, aggressività intraspecifica) durante almeno 2 giorni nel medesimo sito.	5	Maschio <u>e</u> femmina in canto (o altre vocalizzazioni) <u>in più notti</u> del periodo riproduttivo con <u>maschio e femmina nella stessa notte (ma senza duetti)</u> .
6	Comportamento nuziale (con maschio e femmina).	6	<u>Duetti</u> con canto del maschio alternato ai versi di eccitazione della femmina (<i>soliciting calls</i>), <u>senza</u> sequenze di accoppiamento.
7	Visita di un probabile luogo di nidificazione.	7	–
		Nidificazione molto probabile (40+)	
8	Grida d'allarme degli adulti o altro comportamento che suggerisca la presenza nelle vicinanze di un nido o di giovani.	8	<u>Duetti</u> con canto del maschio alternato ai versi di eccitazione della femmina (<i>soliciting calls</i>), <u>con</u> sequenze di accoppiamento (l'accoppiamento avviene in prossimità del nido).
9	Cattura di una femmina con placca d'incubazione.	9	–
10	Adulto trasporta materiale per il nido, costruisce un nido o scava una cavità.	10	–
Nidificazione certa (50)		Nidificazione certa (50)	
11	Adulto che simula una ferita o che attira l'attenzione su di sé.	11	–
12	Scoperta di un nido già utilizzato della stagione in corso.	12	–
13	Ritrovamento di giovani appena involati (nidicoli) o di nidifugi.	13	<u>Richiami</u> dei giovani al nido o involati.
14	Adulti che entrano o escono da un probabile nido, il cui contenuto non può essere controllato.	14	–
15	Adulti che trasportano sacchi fecali.	15	–
16	Adulti con imbeccata.	16	–
17	Ritrovamento di gusci d'uova schiuse.	17	–
18	Nido con adulto in cova.	18	–
19	Nido con uova o giovani.	19	–

Tabella 4: Plausibilità della nidificazione nei 23 siti indagati dell'IBB 2018 (Lardelli et al. 2018). Per i codici atlante si rimanda alla Tab. 3.

Sigla	Comune	Codici atlante	Nidificazione	Note
IBB.01	Lavertezzo	99	nessuna	
IBB.02	Bellinzona	6	probabile	Brusca interruzione dell'attività di canto (morte di un individuo della coppia per incidente?)
IBB.03	Arbedo-Castione	13	certa	Intensa attività di canto con numerosi accoppiamenti e ritrovamento di giovani in estate
IBB.04	Bellinzona	99	nessuna	
IBB.05	Riviera	3b	possibile	Possibile sottostima delle vocalizzazioni (attività di canto troppo lontana, rumore di fondo eccessivo)
IBB.06	Riviera	6	probabile	Rilevati più maschi in canto in notti diverse
IBB.07	Riviera	3a	possibile	
IBB.08	Riviera	3a	possibile	
IBB.09	Biasca	8	molto probabile	Possibile interruzione della nidificazione (morte di un individuo della coppia per incidente?)
IBB.10	Biasca	6	probabile	Possibile sottostima delle vocalizzazioni (attività di canto troppo lontana, rumore di fondo eccessivo); coppia dello stesso territorio del sito IBB.11?
IBB.11	Pollegio	3b	possibile	Coppia dello stesso territorio del sito IBB.10?
IBB.12	Faido	99	nessuna	
IBB.13	Giornico	99	nessuna	
IBB.14	Serravalle	99	nessuna	
IBB.15	Blenio	3a	possibile	
IBB.16	Blenio	3b	possibile	Rilevati due maschi in canto in più notti diverse e anche contemporaneamente in una stessa notte
IBB.17	Blenio	3b	possibile	
IBB.18	Terre di Pedemonte	6	probabile	Possibile sottostima delle vocalizzazioni (attività di canto troppo lontana, rumore di fondo eccessivo)
IBB.19	Avegno-Gordevio	3b	possibile	
IBB.20	Cevio	99	nessuna	
IBB.21	Rovio	99	nessuna	
IBB.22	Mendrisio	6	probabile	Intensissima attività di canto da parte di un maschio, ma senza sequenze di accoppiamento
IBB.23	Mendrisio	13	certa	Nessuna sequenza di accoppiamento, ma ritrovamento di giovani in estate
IBB senza nidificazione		7	30.4%	
IBB con nidificazione possibile		8	34.8%	
IBB con nidificazione probabile		5	21.7%	
IBB con nidificazione molto probabile		1	4.3%	
IBB con nidificazione certa		2	8.7%	
TOTALE		23	100.0%	

Figure 2a-p: Distribuzione oraria delle diverse vocalizzazioni di gufo reale nei 16 siti indagati con riscontro positivo (su 23 siti totali indagati). n: numero totale di vocalizzazioni; linee tratteggiate: andamento del tramonto (parte bassa dell'asse delle ordinate) e dell'alba (parte alta); rec (barre verticali in grigio): durata effettiva delle registrazioni da un'ora prima del tramonto all'alba; BUBBUB_song_m, canto del maschio (talvolta attribuito a più maschi identificati con A, B e C); BUBBUB_song_f, canto della femmina; BUBBUB_call_f, verso tipico della sola femmina (*soliciting call*); BUBBUB_alarm_m, verso di allarme del maschio; BUBBUB_alarm_f, verso di allarme della femmina; BUBBUB_copula_f, verso della femmina durante l'accoppiamento; BUBBUB_excited_m, verso di eccitazione del maschio; BUBBUB_excited_f, verso di eccitazione della femmina (v. Rampazzi 2020 per una descrizione dettagliata delle diverse vocalizzazioni); BUBBUB_song_m_MANUAL, canto del maschio, segnali molto deboli introdotti nel grafico manualmente (v. testo).

Fig. 2a

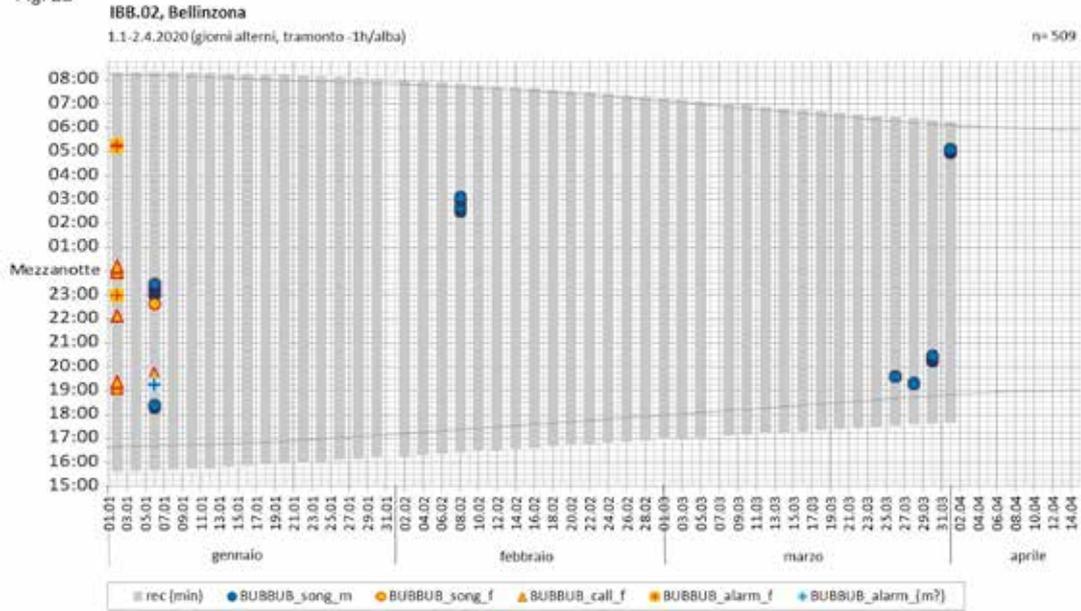
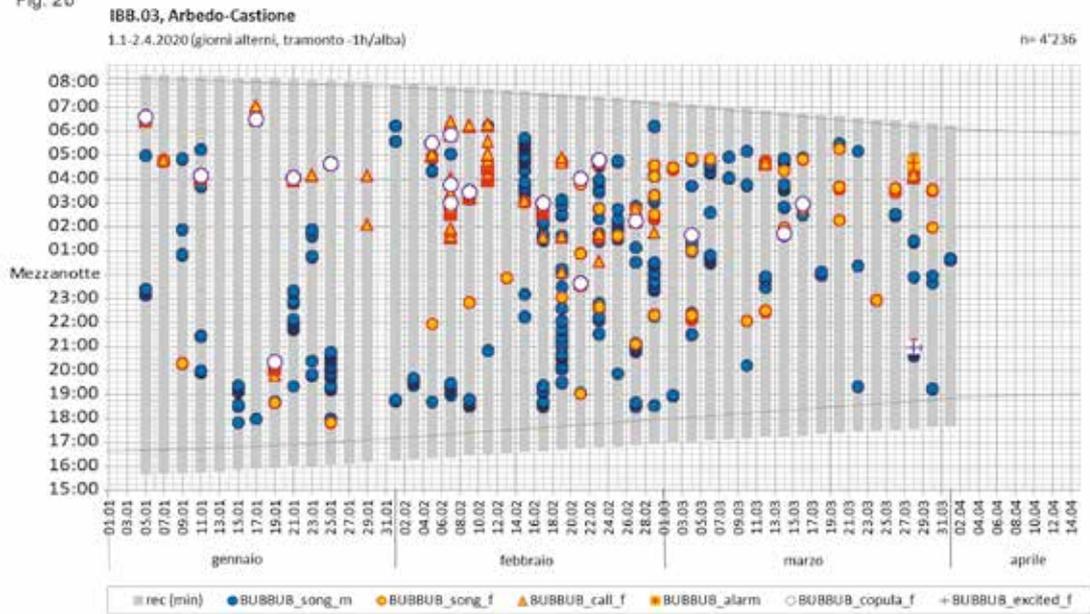


Fig. 2b



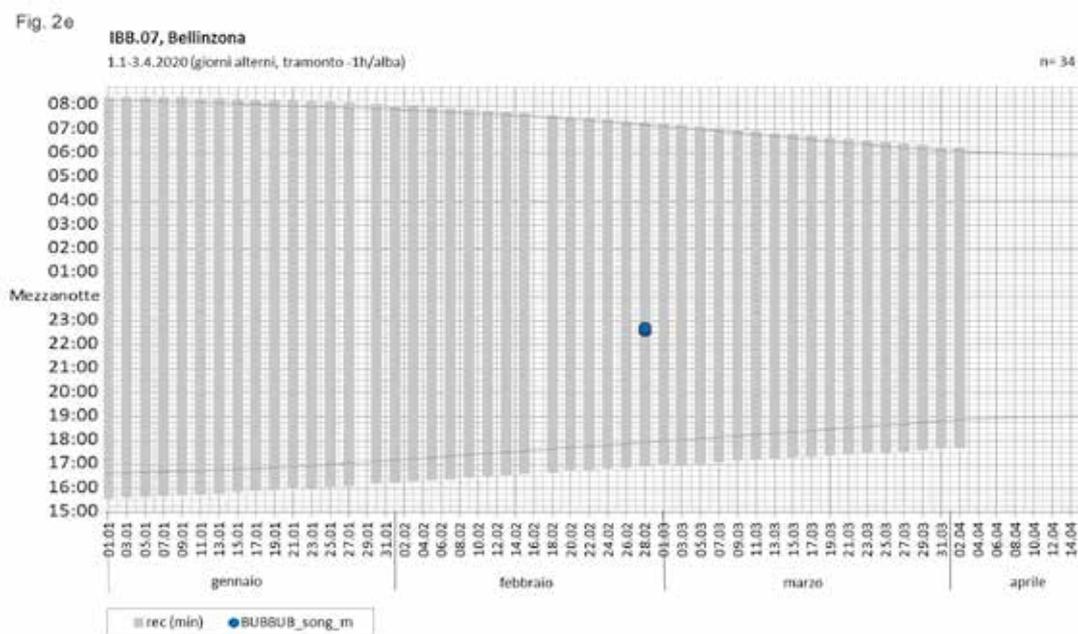
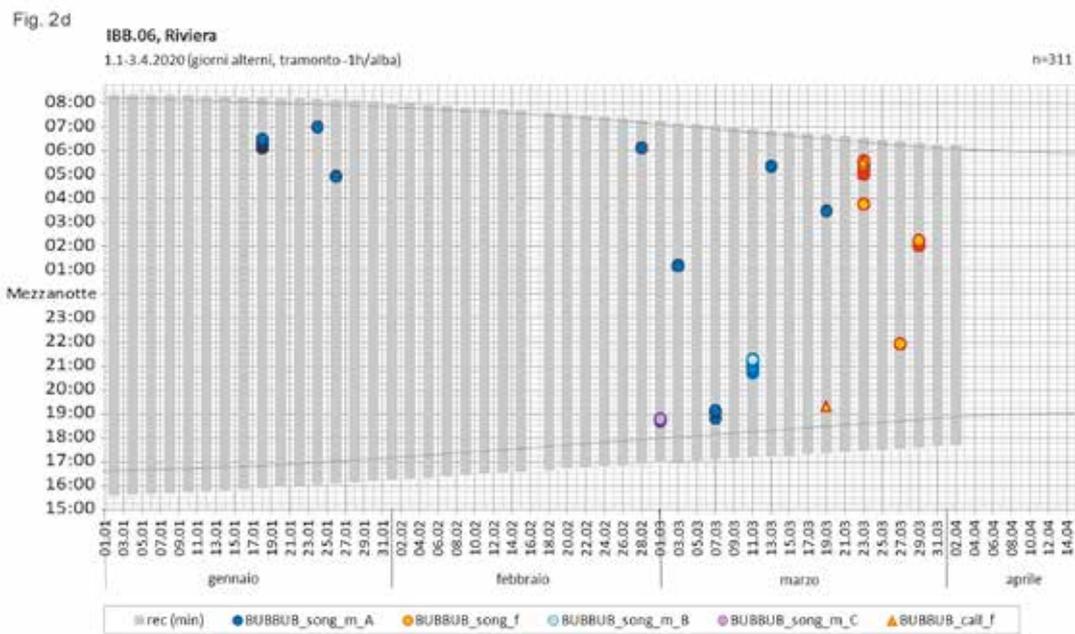
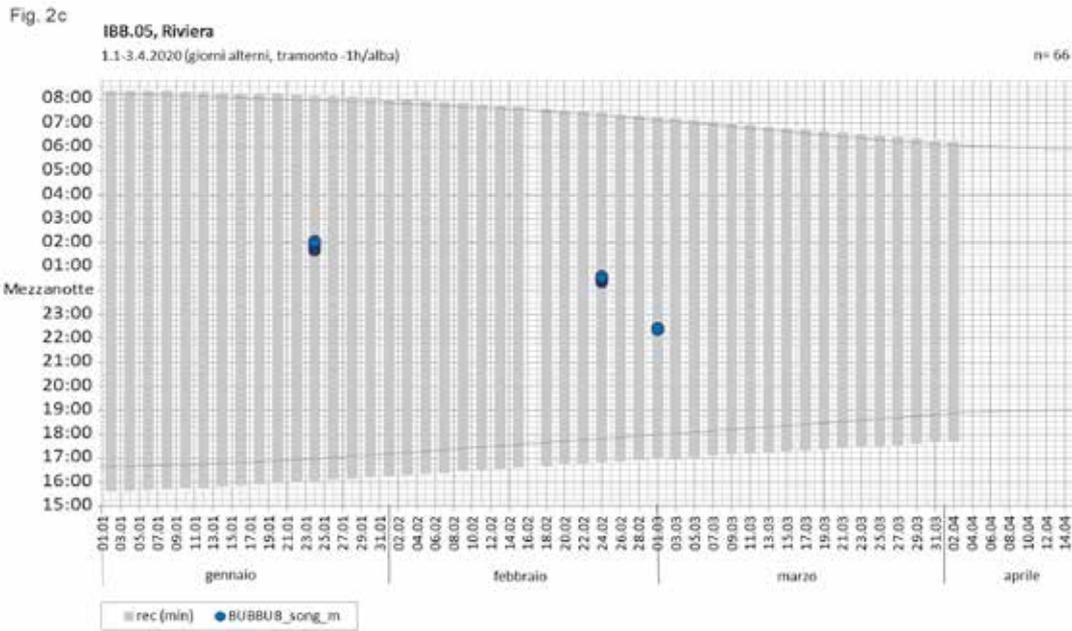


Fig. 2f

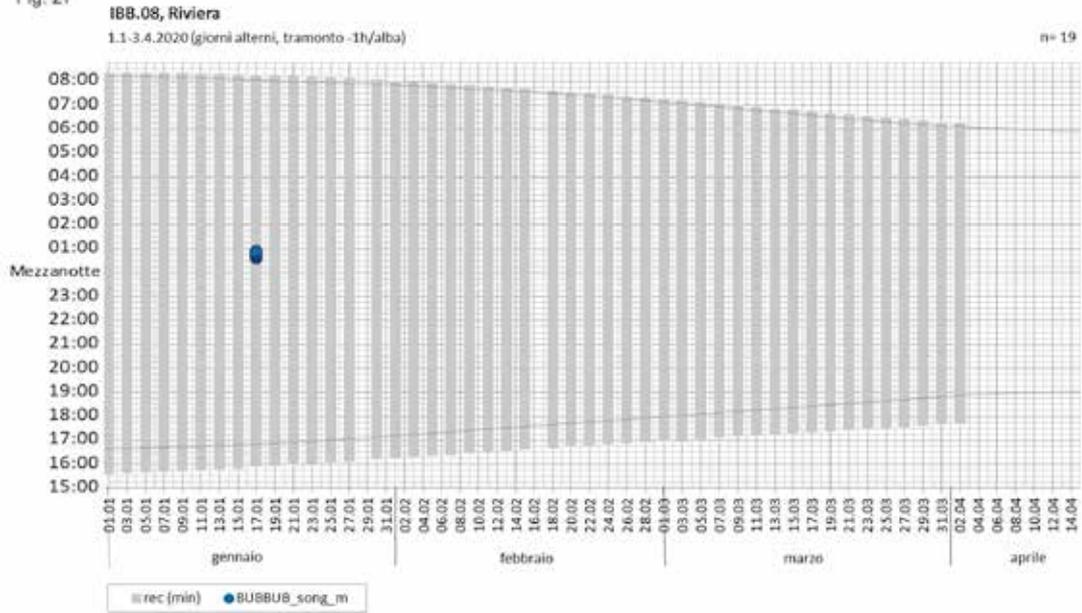


Fig. 2g

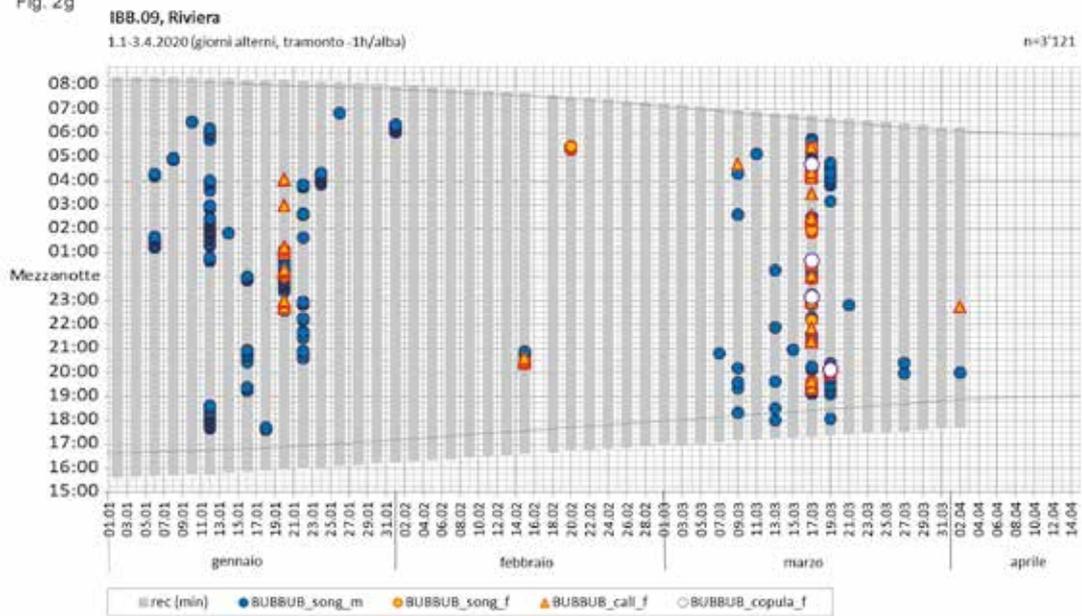
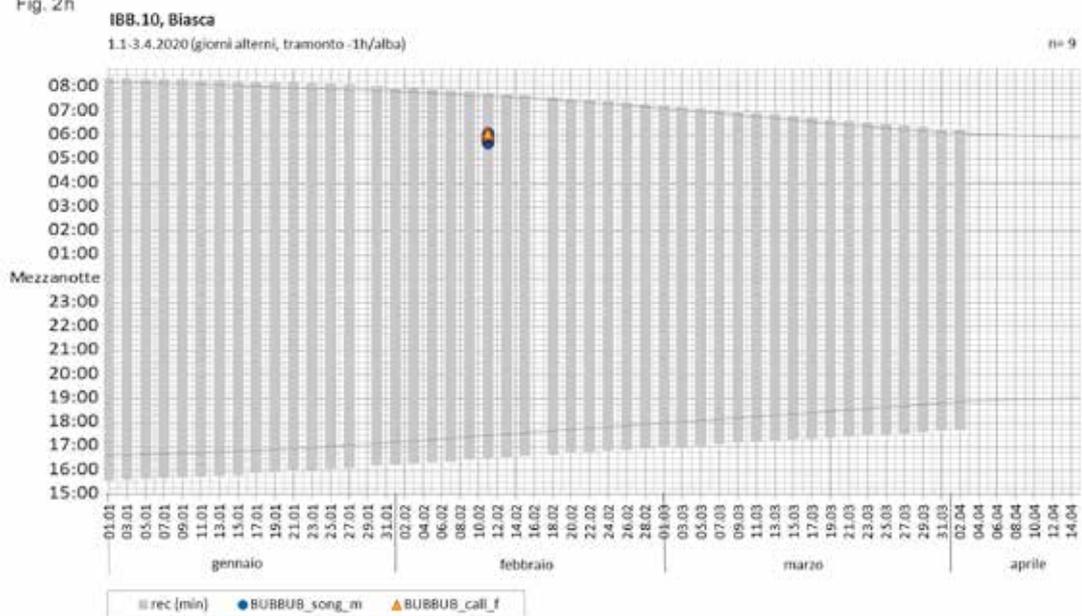


Fig. 2h



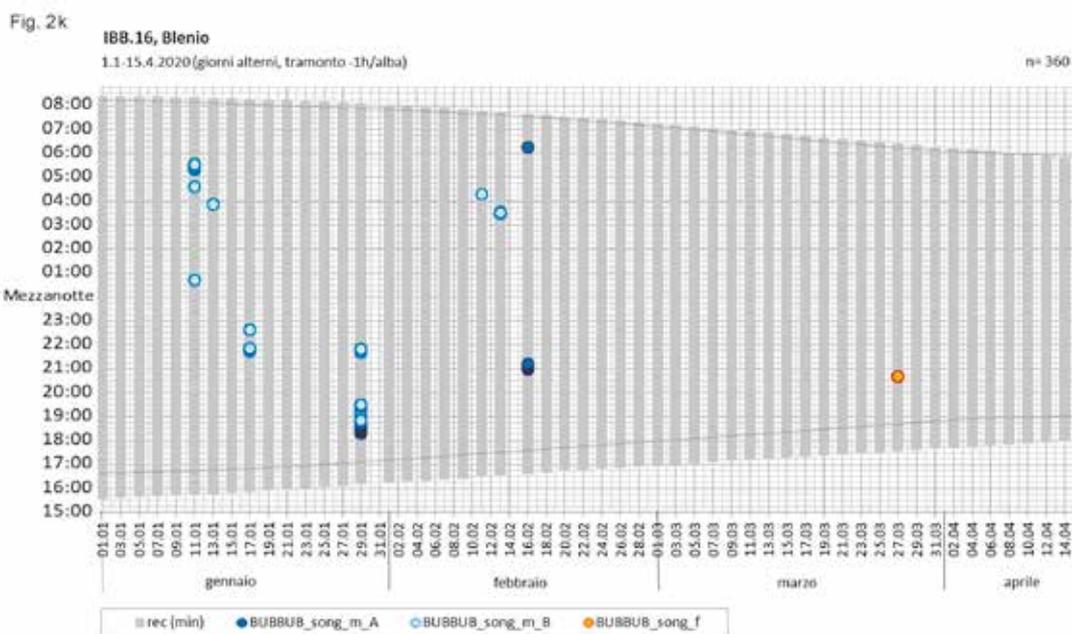
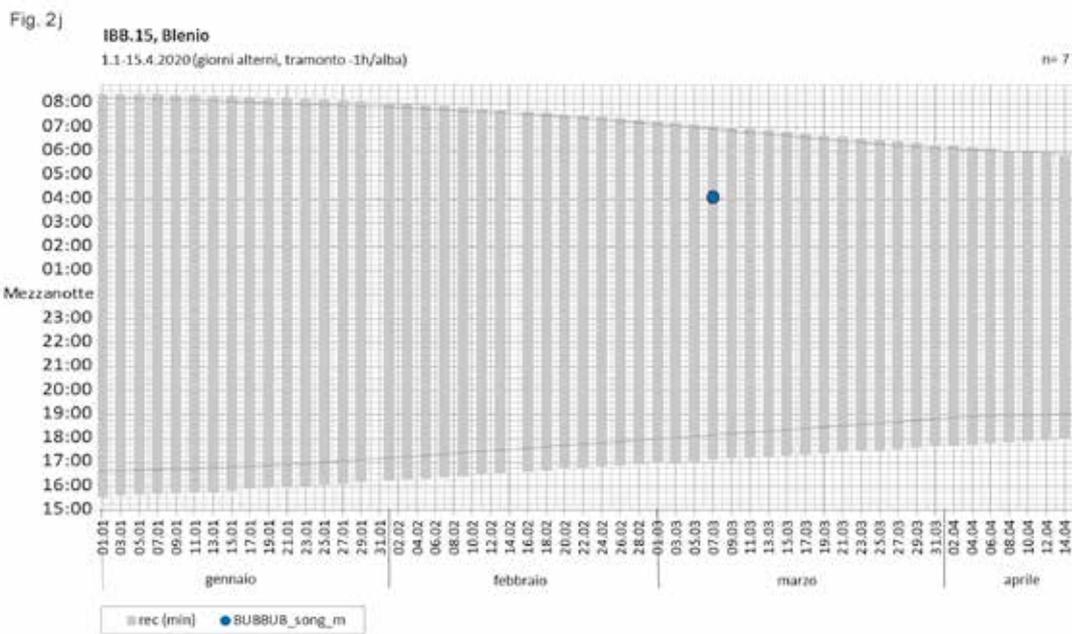
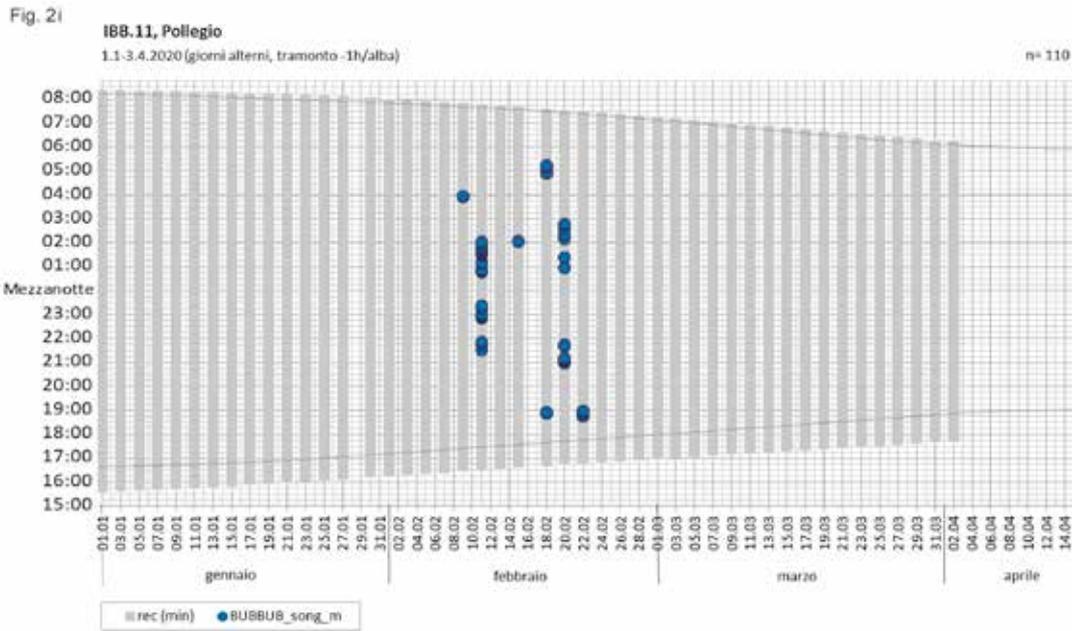


Fig. 2l

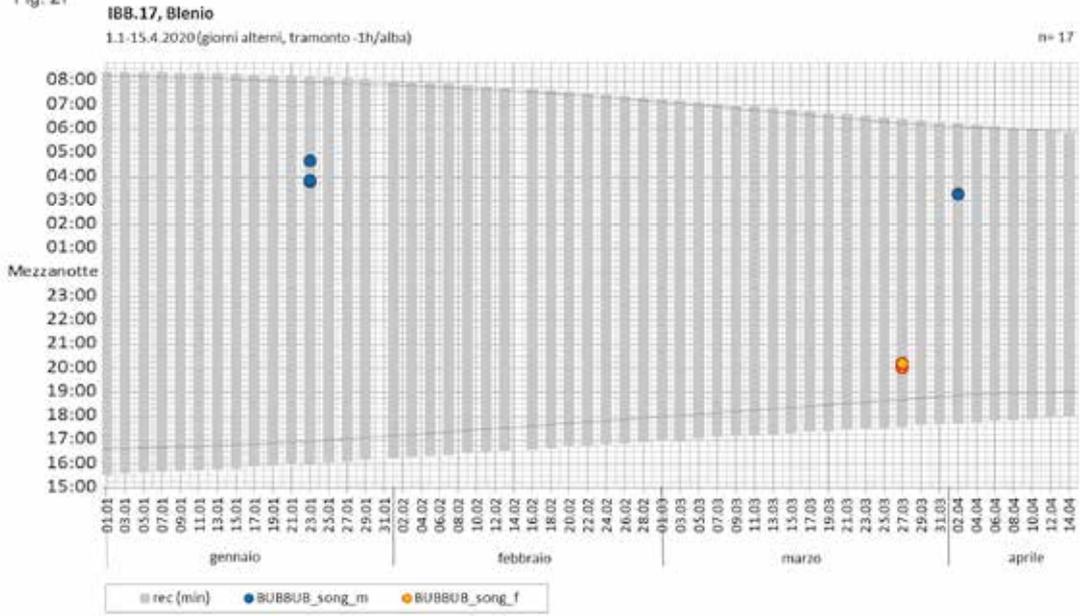


Fig. 2m

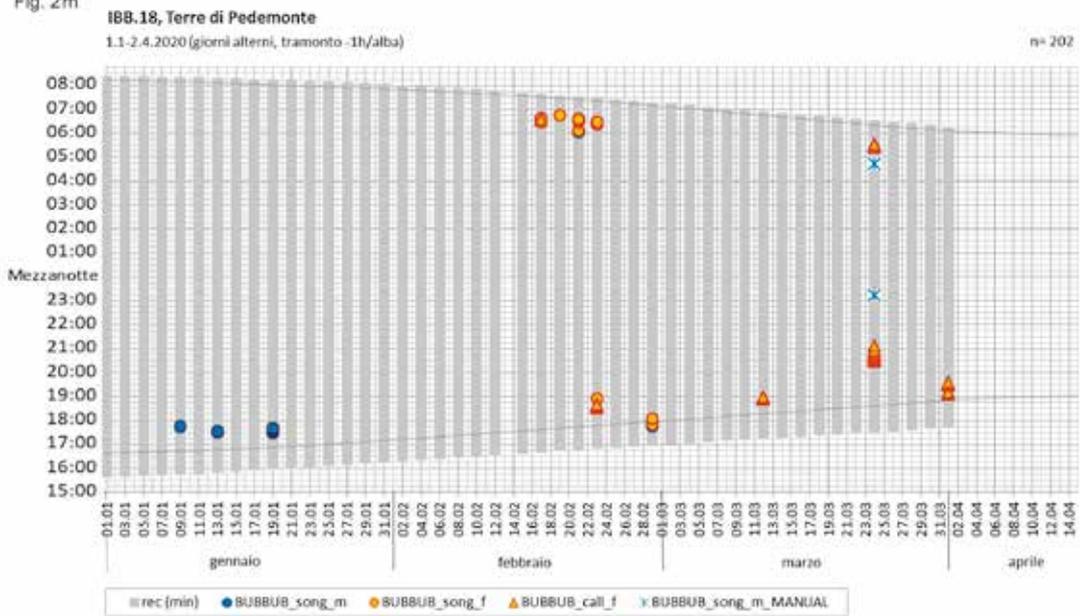
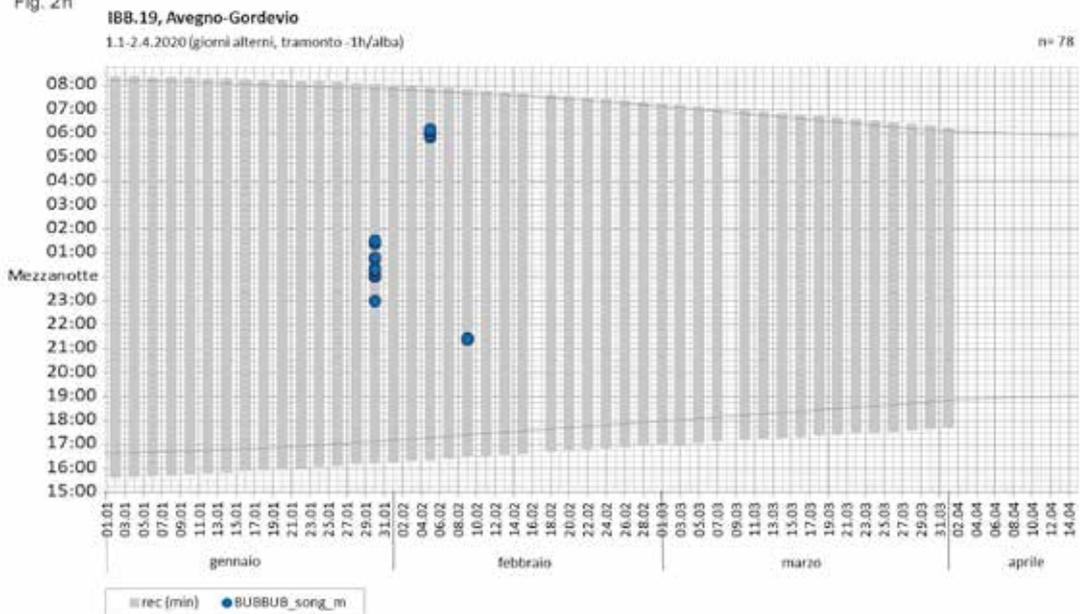
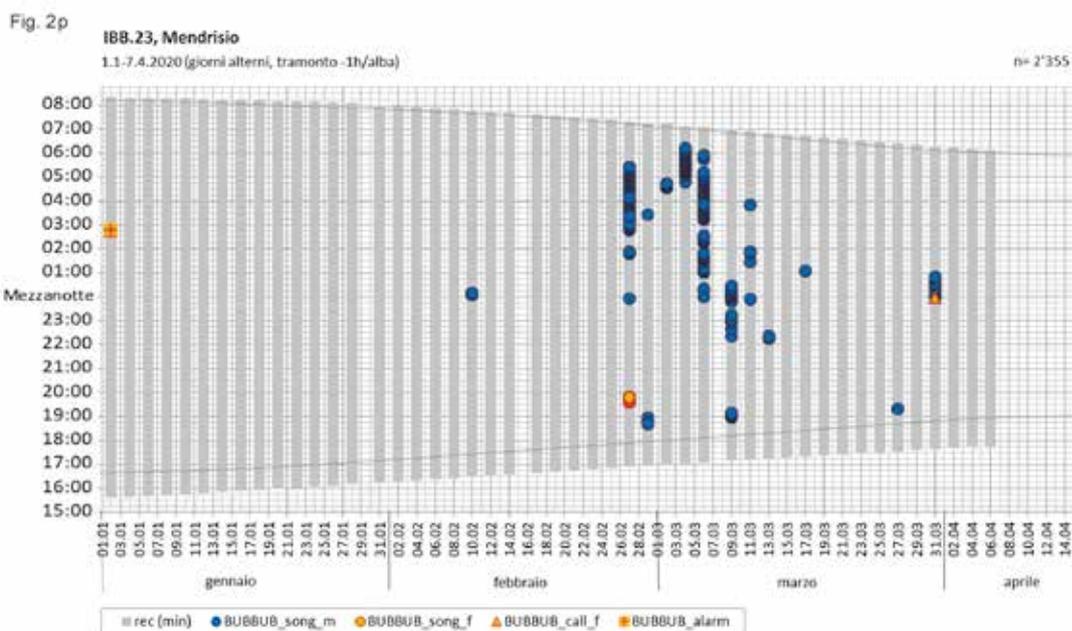
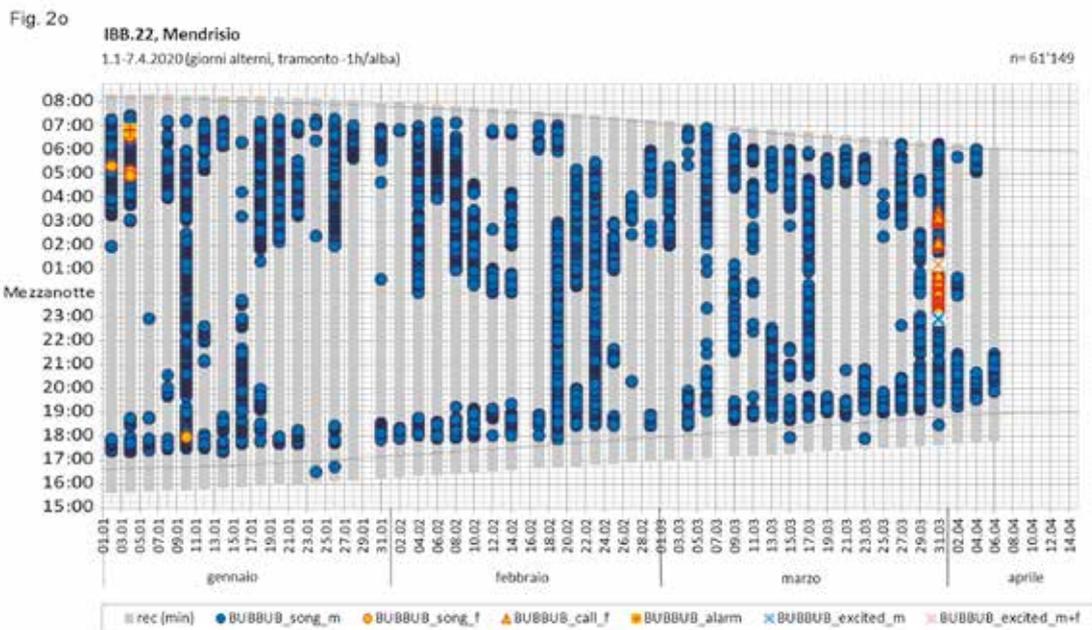


Fig. 2n





DISCUSSIONE

Posizionamento dei registratori

Il canto del gufo reale, del maschio in particolare, può essere udito mediamente fino a 1-1.7 km di distanza (Scherzinger & Mebs 2020; von Lossow 2010) o, secondo alcuni autori, addirittura fino a 4 km in condizioni eccezionali (Haller 1978). Ciò dipende fortemente dalle condizioni ambientali (vento, pioggia, altri rumori), dalla topografia del luogo, dalla direzione dell'emissione sonora e dalla posizione dell'ascoltatore (o del registratore) rispetto ad essa. Altri autori indicano perciò che sul campo è possibile udire il canto del maschio generalmente non oltre i 500 m di distanza, mentre quello più debole della femmina a distanze che spesso non superano i 150 m (Harms 2020). In tal senso l'impiego di registratori può rivelarsi utile per rilevare le vocalizzazioni più deboli, sia perché i suoni sono amplificati in entrata sia perché le loro tracce sono chiara-

mente visibili nei sonogrammi anche quando non sono più udibili dall'orecchio umano. Nel presente studio il rumore di fondo dei corsi d'acqua, del traffico stradale e delle attività industriali può avere causato in taluni casi un mascheramento più o meno marcato delle vocalizzazioni più deboli nelle frequenze più basse (canto del maschio e della femmina), in particolare là dove, per motivi diversi, i registratori non avevano potuto essere collocati in posizione favorevole rispetto ai siti di nidificazione. Non si può quindi escludere che in alcuni siti la presenza della specie sia stata sottostimata.

Propensione al canto

La propensione al canto può variare in funzione di più fattori quali la salute dell'individuo, il fatto di essere accoppiato o meno e la densità della popolazione. Diversi autori hanno per esempio mostrato che l'attività di canto è maggiore in presenza di un'elevata densità di nidificanti, mentre è meno intensa in coppie isolate

lontane le une dalle altre (Delgado & Penteriani 2007; Martinez et al. 2003; Penteriani 2002, 2003; Penteriani et al. 2002; Scherzinger & Mebs 2020; von Lossow 2010). L'intensa e prolungata attività di canto della coppia del sito IBB.03 potrebbe infatti essere dovuta a una presenza relativamente elevata di esemplari territoriali nell'area circostante, caratterizzata dall'incrocio di tre ampi fondivalle con estesi territori di caccia. Maschi e femmine di coppie stabili possono tuttavia restare molto silenziosi anche durante il periodo di nidificazione, rendendo quindi difficile la loro individuazione. Al contrario esemplari non accoppiati o che hanno perso il partner possono cantare quasi ininterrottamente tutta la notte con solo poche pause (Glutz von Blotzheim & Bauer 1980; Penteriani & Delgado 2019; Scherzinger & Mebs 2020). Ciò potrebbe essersi verificato nel sito IBB.22, dove sono stati rilevati valori estremi (fino a 4'755 vocalizzazioni/notte e in media 1'263/notte) con attività di canto continua da inizio gennaio ad almeno inizio aprile. Sebbene non siano state eseguite analisi specifiche su base individuale, tali vocalizzazioni sono presumibilmente attribuibili a un solo maschio, sia perché i sonogrammi delle emissioni vocali mostrano una grande uniformità sull'intero periodo, sia perché nel sito IBB.22 non sono mai stati rilevati più maschi in canto contemporaneamente. A titolo di confronto Scherzinger & Mebs (2020) riportano che in prossimità della deposizione delle uova i gufi reali possono emettere fino a 600 vocalizzazioni in una notte, mentre Noga (2014) ha registrato in Slovacchia all'inizio di marzo una media di 334 singole vocalizzazioni/notte (72-907) da parte di un maschio e di 211/notte (1-1'221) da parte di una femmina. Von Lossow (2010) ha invece rilevato ben 590 vocalizzazioni in una sola ora (21:05-22:05) da parte di un unico maschio con un intervallo tra un'emissione vocale e l'altra mediamente di soli 6.1 secondi. Ciò è quindi comparabile con i valori estremi registrati nel presente studio di 4'755/notte, corrispondenti a una media di 475/ora su una durata di 10 ore (31.3.2020, 19:41-05:41).

Postazioni di canto

Le postazioni di canto dei maschi si trovano in punti elevati del territorio in posizioni ben visibili. Il canto dei maschi ha infatti la duplice funzione di segnalare l'occupazione di un territorio a potenziali rivali o a esemplari vaganti (*floaters*) e la propria presenza alla femmina nei pressi del sito di nidificazione. La posizione delle postazioni di canto rappresenta quindi un compromesso tra l'esigenza di difendere i confini del territorio e quella di mantenere la comunicazione vocale e visiva con la femmina (Delgado & Penteriani 2007; Penteriani 2002; Penteriani & Delgado 2019). Nel periodo prenuziale, quando prevale la funzione territoriale, le postazioni di canto possono quindi trovarsi anche relativamente distanti dal sito di nidificazione, diversamente dalla fase nuziale quando invece si intensificano i duetti tra i partner. Le postazioni di canto usate dai maschi al tramonto seguono inoltre una sequenza ordinata di posizioni dal sito di nidificazione (o dal rifugio diurno che è spesso nelle vicinanze) verso le aree di caccia, che raggiungono dopo le ultime vocalizzazioni

(Penteriani & Delgado 2019). Le prime vocalizzazioni al tramonto sarebbero quindi anche quelle mediamente più vicine ai luoghi di nidificazione occupati. Ciò risulta anche dai grafici delle vocalizzazioni dei siti indagati: là dove la nidificazione è stata accertata o valutata come più probabile (codici atlante 6-13) sono infatti sempre state registrate vocalizzazioni di individui maschi nelle ore tra il tramonto e circa un'ora dopo il tramonto (IBB.02, IBB.03, IBB.06, IBB.09, IBB.18, IBB.22, IBB.23), eccetto nel sito IBB.10 che fa parte probabilmente dello stesso territorio del sito IBB.11 nel quale pure sono state registrate vocalizzazioni un'ora dopo il tramonto.

Incostanza nell'occupazione dei siti di nidificazione

Su 23 siti di nidificazione soltanto in 16 lo studio ha rilevato la presenza di gufi reali e soltanto in 3 la nidificazione è stata ritenuta molto probabile o certa. Uno dei motivi potrebbe essere l'effettivo abbandono di taluni siti non più idonei a causa di modifiche dell'habitat (eccessiva copertura delle pareti da parte della vegetazione, nuove costruzioni o fonti di disturbo ecc.), ma non si può escludere che taluni altri siano invece utilizzati in modo irregolare. È infatti noto che, mentre alcuni siti sono occupati ininterrottamente per decenni o secoli (Glutz von Blotzheim & Bauer 1980; Görner 2016; Penteriani & Delgado 2019) – nel Cantone dei Grigioni due siti sono occupati da più di cento anni e una roccia addirittura dal Tardo Medioevo (H. Haller in litt. in Glutz von Blotzheim & Bauer 1980) – altri siti possono essere disertati per parecchi anni per poi essere improvvisamente rioccupati. Nel presente studio sorprende constatare la totale assenza di emissioni vocali tra gennaio e maggio nel sito IBB.01, conosciuto come luogo di nidificazione "classico" e occupato quasi ininterrottamente tra il 1985 e il 2015 (banca dati Vogelwarte Sempach, stato al 21.11.2019). Nel 2016 ricerche mirate in periodo riproduttivo avevano già dato esito negativo e pochissime segnalazioni erano note per gli anni 2017-2019. Nel 2020 la specie è tuttavia stata nuovamente osservata in un'occasione nel mese di maggio e a più riprese verso fine anno anche in coppia, ciò che lascerebbe presagire a una nuova occupazione del sito dopo cinque anni di assenza (da banca dati Vogelwarte Sempach 17.12.2020 e ornitho.ch, stato al 3.1.2021).

Rotazione dei siti di nidificazione

Là dove più punti idonei alla nidificazione sono presenti all'interno di uno stesso sito, non è rara la rotazione annuale nell'occupazione dei nidi, indipendentemente dall'esito della nidificazione nell'anno precedente (Glutz von Blotzheim & Bauer 1980). È quanto si è probabilmente verificato nel sito IBB.18, situato nelle gole di un fiume e già oggetto di indagini accurate nel 2019 (Rampazzi 2020): sebbene nel 2019 e nel 2020 il registratore fosse stato collocato nello stesso punto di ascolto, nel 2020 le vocalizzazioni sono risultate molto più deboli e meno numerose. Dal confronto delle analisi bioacustiche si evince, infatti, che durante il periodo riproduttivo la specie è sempre stata presente nel sito di nidificazione in entrambi gli anni, ma nel 2020 l'at-

tività di canto si deve essere svolta molto più lontano dal punto di ascolto rispetto al 2019, in particolare per quanto concerne il canto del maschio e i duetti nuziali della coppia (Fig. 2m, v. segnali inseriti manualmente nel grafico dopo esame visivo dei sonogrammi, ma troppo deboli per essere rilevati automaticamente da Kaleidoscope Pro).

Rilevamento degli accoppiamenti

Le sequenze di accoppiamento sono state registrate in soli due siti (IBB.03, IBB.09). Gli accoppiamenti avvengono in prossimità del nido e le sequenze sonore sono caratterizzate da duetti in crescendo tra il canto del maschio e il verso di eccitazione della femmina (*soliciting calls*), seguiti dai trilli della femmina durante la copula (v. anche Rampazzi 2020). Secondo vari autori (Frey 1969; Leibundgut 1973; H. Haller in litt. in Glutz von Blotzheim & Bauer 1980) durante il periodo riproduttivo il primo accoppiamento avviene al più presto 5 settimane prima della deposizione del primo uovo, mentre l'ultimo con la deposizione dell'ultimo uovo. Le uova, mediamente 2-4 (eccezionalmente 1-6; Mikkola 1983; Cramp 1985; Penteriani & Delgado 2019; Scherzinger & Mebs 2020), sono deposte a 2-4 giorni di intervallo, il che equivale a una durata della deposizione di al minimo 2 giorni e al massimo 16 giorni. Ciò significa che gli accoppiamenti possono protrarsi al massimo per circa 7 settimane. Nel sito IBB.03 sono invece state registrate 20 diverse sequenze di accoppiamento tra l'inizio di gennaio (6.1.2020) e la fine di marzo (28.3.2020) durante ben 11 settimane e mezzo, con due intervalli di 10-11 giorni dal 26.1 al 4.2.2020 e dal 17.3 al 27.3.2020. In base all'analisi dei sonogrammi sembrerebbe trattarsi di vocalizzazioni emesse sempre dalla stessa coppia durante l'intero periodo. Questi risultati sono di difficile interpretazione, ma potrebbero riferirsi a interruzioni della nidificazione seguite da covate di rimpiazzo, possibili già dopo 7-11 giorni dalla precedente interruzione (Frey 1973; Penteriani & Delgado 2019).

Possibile abbandono della nidificazione in corso

È noto che il gufo reale sia una specie sensibile sul luogo di nidificazione e che il nido possa essere abbandonato in caso di disturbo durante la cova (p.es. per comparsa improvvisa di persone nelle immediate vicinanze del nido). È comunque improbabile che ciò si sia verificato nei siti indagati (già solo per la generale inaccessibilità della maggior parte dei luoghi), mentre è invece possibile che una o più nidificazioni siano fallite a causa della scomparsa di uno dei partner della coppia per cause naturali o per incidenti. Un elevato tasso di mortalità per collisioni con auto, treni e cavi aerei o per elettrocuzione è noto in varie zone di fondovalle del Cantone Ticino, soprattutto là dove si concentrano in poco spazio le maggiori vie di comunicazione (strade, autostrade, ferrovia), i cavi aerei e gli elettrodotti. Gufi reali morti o feriti sono stati trovati anche nel 2020 in prossimità di alcuni siti di nidificazione particolarmente esposti a questo genere di pericoli e dove i risultati dei monitoraggi hanno mostrato delle interruzioni improvvise o delle marcate discontinuità nell'attività di

canto. In un sito del Bellinzonese (IBB.02), dopo un'intensa fase nuziale già nella prima decade di gennaio, ogni tipo di emissione vocale è bruscamente scomparsa per le successive quattro settimane. In un altro sito in Riviera (IBB.09) un gufo reale è stato trovato morto in prossimità della vicina autostrada per probabile impatto con un veicolo (31.5.2020), mentre un altro è stato raccolto ferito nelle vicinanze (15.7.2020). Nonostante il promettente avvio (accoppiamenti 17.3 e 19.3.2020), nel sito IBB.09 la nidificazione non sembra infatti essere andata a buon fine forse proprio per la morte di uno dei partner della coppia, in quanto non è stato nemmeno possibile rilevare la presenza di giovani durante i successivi controlli estivi.

Nel Cantone Ticino sono mediamente 1-2 i gufi reali morti o feriti che vengono segnalati annualmente all'Ufficio cantonale della caccia e della pesca (41 segnalazioni nel periodo 1995-2019, dati interni, stato al 8.6.2020), ma il loro numero è certamente maggiore, poiché solo una parte viene ritrovata e non sempre i ritrovamenti sono comunicati. Nei siti indagati la mortalità per incidenti potrebbe quindi rappresentare un importante fattore in grado di pregiudicare la stabilità delle coppie (frequente cambio del partner) e il successo riproduttivo (abbandono della cova o dei giovani). Un'elevata mortalità e un basso successo riproduttivo porta a un progressivo calo degli effettivi, che sarebbero in grado di mantenersi soltanto grazie all'immigrazione di esemplari dalle regioni circostanti. Come mostrato da Schaub et al. (2010), le diverse dinamiche delle popolazioni in Svizzera dipendono infatti in buona parte dalla differente pressione d'immigrazione di esemplari provenienti dalle nazioni confinanti nelle quali la specie è in aumento (Francia, Germania).

Densità della popolazione e distanza tra i nidi

Il tasso di occupazione dei siti di nidificazione dipende in buona misura dalla densità della popolazione nidificante, la quale è influenzata principalmente dall'offerta alimentare. Quest'ultima può variare nel tempo e di conseguenza anche il numero di coppie nidificanti e di siti occupati annualmente. Esiste inoltre una chiara correlazione inversa tra la densità della popolazione nidificante e la distanza tra i nidi (a maggiore densità corrisponde una minore distanza tra i nidi). In Europa nelle aree più favorevoli la specie può raggiungere densità elevate. Scherzinger & Mebs (2020) riportano per esempio 13 territori/100 km² nella regione bavarese lungo il fiume Lech (Germania), 14 territori/100 km² nello Stato della Bassa Austria lungo il Danubio e 20 territori/100 km² in Provenza (Francia meridionale) con una distanza minima dei nidi di 1.2-1.6 km. Distanze minime ancora inferiori, rispettivamente di 400 m e di 800 m, sono segnalate nel Bacino di Vienna (Austria) e in Turingia (Germania). Valori estremi di 40 territori/100 km² e distanze medie tra i nidi di solo 1 km (0.1-2.7 km) sono segnalati nella Spagna sudoccidentale grazie all'abbondante offerta alimentare (conigli). Per contro nelle regioni montagnose delle Alpi le densità sono assai più contenute e le distanze tra i nidi maggiori. In Svizzera in Engadina (Cantone dei Grigioni) sono riportate distanze medie di 6.9 km (3.6-

11.7 km, n=9; Jenny 2011), mentre in Vallese distanze medie/minime di 11.8 km/3.5 km (n=8; Arlettaz 1988), sebbene in tempi più recenti siano state indicate densità maggiori e distanze medie tra i nidi di 6.6 km (n=9; A. Aebischer, com. pers. in Jenny 2011). In Lombardia nella provincia di Sondrio (Valtellina) sono segnalate densità di 5.2 territori/100 km² e distanze medie tra i nidi di 4.3 km (3.7-5.3 km; Bassi et al. 2011), mentre in un'area di 290 km² delle Prealpi bergamasche sono indicate distanze medie di 3.6 km (0.9-5.6 km, n=11; Bassi et al. 2003; Bassi et al. 2015). In Piemonte nell'intera provincia del Verbano-Cusio-Ossola sono riportate densità medie di circa 0.6 territori/100 km² e una distanza media tra i nidi di 6.8 km (n=12, 2'170 km²), mentre densità di 4.5 territori/100 km² e distanze medie di 3.6 km (1.7-7.1 km) sono segnalate per le sole zone di fondovalle (Bionda 2003; Bionda & Bordignon 2006). Nel presente studio la distanza minima tra i due siti occupati IBB.03 e IBB.09 (nidificazione certa e nidificazione molto probabile) è risultata di 12.9 km, ciò che rende possibile la presenza di 1-2 coppie nei 5 siti ubicati tra questi due estremi, per lo meno là dove la nidificazione è stata valutata come possibile e probabile (IBB.05, IBB.06). Al contrario, i due siti contigui del Mendrisiotto in cui la nidificazione è stata valutata rispettivamente come certa (IBB.22) e molto probabile (IBB.23), potrebbero escludersi a vicenda poiché distanti soltanto 1.5 km l'uno dall'altro e quindi potenzialmente troppo vicini da permettere la nidificazione di due coppie in un'area così limitata. L'estrema attività di canto rilevata nel sito IBB.23 lascerebbe infatti supporre la presenza di un individuo non accoppiato piuttosto che quello di una coppia nidificante, come starebbe a indicare anche l'assenza di sequenze di accoppiamento nei sonogrammi e il mancato ritrovamento di giovani durante l'estate. Occorre tuttavia ricordare che il gufo reale è molto tollerante nei confronti dei conspecifici e che durante il periodo riproduttivo soltanto un'area di circa 50 ettari (circa 100-200 m di raggio) attorno al nido è attivamente difesa, mentre le zone di caccia di coppie vicine possono sovrapporsi anche in misura del 50% (Scherzinger & Mebs 2020). Nelle Prealpi bergamasche Bassi et al. (2003) hanno del resto rilevato una distanza minima tra due nidi contemporaneamente occupati di soli 900 metri, il valore più basso finora riscontrato in Italia.

CONCLUSIONI

L'impiego di metodi bioacustici passivi nel monitoraggio del ciclo biologico del gufo reale permette di sorvegliare contemporaneamente molti siti di nidificazione in modo non invasivo, uniforme e standardizzato. Ciò a condizione di avere preliminarmente individuato i siti di nidificazione con precisione e posizionato i registratori in punti di ascolto favorevoli e a distanze non eccessive (idealmente <100-150 m). Nella presente indagine questo non è tuttavia sempre stato possibile a causa della topografia del luogo o dell'eccessiva estensione di alcuni siti inventariati nell'IBB 2018. A prescindere dagli aspetti metodologici, lo studio ha mostrato un'enorme eterogeneità di situazioni, in cui giocano un ruo-

lo probabilmente importante la diversa propensione al canto degli individui, l'incostanza nell'occupazione annuale dei siti di nidificazione, la mortalità degli adulti per incidenti e una diversa pressione demografica nelle varie regioni del Cantone. La costatazione di soli 8 siti (su 23), nei quali la nidificazione è stata accertata o valutata come probabile o molto probabile, e il ritrovamento di soli 2 giovani giunti all'involo in 2 di essi, non permette al momento di fornire indicazioni né sugli effettivi della popolazione nidificante né sul successo riproduttivo. Ulteriori indagini di tipo intensivo in aree più limitate sono indispensabili per individuare più precisamente i territori occupati e la posizione dei nidi. In tal senso il riconoscimento bioacustico dei maschi e delle femmine su base individuale potrebbe contribuire in futuro alla stima della popolazione nidificante, mentre il monitoraggio del successo riproduttivo durante l'involo dei giovani potrebbe trarre vantaggio dall'impiego di registratori automatici accanto all'osservazione sul campo. Inversamente, il ritrovamento di giovani poco dopo l'involo potrebbe contribuire a meglio localizzare la posizione dei nidi.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano la Stazione ornitologica svizzera per la fornitura dei dati pregressi sul gufo reale, per il prestito di un registratore e per il controllo di uno dei siti indagati (IBB.03). Ringraziano in particolare i collaboratori della ditta Maddalena & associati Sagl per la posa e il controllo di parte degli apparecchi, nonché per le analisi del sito IBB.21. Ringraziano altresì gli agenti dell'Ufficio della caccia e della pesca del Cantone Ticino per la collaborazione nel controllo dei giovani nel periodo estivo. Un grazie va infine a vari colleghi del Museo cantonale di storia naturale per il prezioso aiuto nella ricerca della bibliografia e per la rilettura dei testi.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Arlettaz R. 1988. Statut du Hibou Grand-duc, *Bubo bubo*, en Valais central. Bulletin de la Murithienne, 106: 3-23.
- Bassi E., Bonvicini P. & Galeotti P. 2003. Successo riproduttivo e selezione del territorio di nidificazione del Gufo reale *Bubo bubo* nelle Prealpi bergamasche. Avocetta, 27: 97.
- Bassi E., Bionda R., Trotti P., Folatti M.G. & Ferloni M. 2011. Mitigazione dell'impatto delle linee elettriche per la conservazione del gufo reale *Bubo bubo* in provincia di Sondrio. Atti XV Convegno Nazionale di Ornitologia, Cervia (RA), Settembre 2011, pp. 22-25.
- Bassi E., Cairo E., Facoetti R. & Rota R. (a cura di) 2015. Atlante degli uccelli nidificanti in provincia di Bergamo. Rivista del Museo Civico di Scienze Naturali "E. Caffi" Bergamo, 28. Edizioni Belvedere, Latina, 600 pp.
- Bionda R. 2003. Censimento di Gufo reale *Bubo bubo* nella provincia del VerbanoCusioOssola. Avocetta, 23: 34.
- Bionda R. & Bordignon L. 2006. Atlante degli uccelli nidificanti del Verbano Cusio Ossola. Quaderni Natura e Paesaggio del Verbano Cusio Ossola, numero 6. Provincia Verbano Cusio Ossola, Verbania, 341 pp.

- Cramp S. 1985. Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic. Volume IV. Terns to Woodpeckers. Oxford, New York, Oxford University Press, 960 pp.
- Delgado M.M. & Penteriani V. 2007. Vocal behaviour and neighbour spatial arrangement during vocal displays in eagle owls (*Bubo bubo*). *Journal of Zoology*, 271: 3-10.
- Delgado M.M., Caferrri E., Méndez M., Godoy J.A., Campioni L. & Penteriani V. 2013. Population characteristics may reduce the levels of individual call identity. *PLoS ONE*, 8(10): e77557, doi: 10.1371/journal.pone.0077557.
- Frey P. 1969. Beobachtungen zur Brut- und Ernährungsbiologie des Uhus im Oberengadin. Unveröff. Diplomarbeit am Zool. Inst. Univ. Zürich. Typoskript, 156 pp. In: Glutz von Blotzheim U. N. & Bauer K. M. 1980. Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 9: Columbiformes - Piciformes. Wiesbaden, Akademische Verlagsgesellschaft, 1148 pp.
- Frey H. 1973. Zur Ökologie Niederösterreichischer Uhupopulationen. *Egretta*, 16: 1-68.
- Glutz von Blotzheim U.N. & Bauer K.M. 1980. Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 9: Columbiformes - Piciformes. Wiesbaden, Akademische Verlagsgesellschaft, 1148 pp.
- Görner M. 2016. Zur Oekologie des Uhus (*Bubo bubo*) in Thüringen - Eine Langzeitstudie. *Acta ornithoecologica*, 8(3-4): 149-320.
- Grava T., Matchoven N., Place E. & Balluet P. 2008. Individual acoustic monitoring of the European Eagle Owl *Bubo bubo*. *Ibis*, 150: 279-287.
- Greenwood J.J.D. 2017. The history of the EBCC. *Atlas of European Breeding Birds. Vogelwelt*, 137: 3-18.
- Haller H. 1978. Zur Populationsökologie des Uhus *Bubo bubo* im Hochgebirge: Bestand, Bestandesentwicklung und Lebensraum in den Rhätischen Alpen. *Der Ornithologische Beobachter*, 75: 237-265.
- Harms C. 2020. Zur Rufaktivität des Uhus *Bubo bubo* unter mitteleuropäischen Bedingungen – Lehren aus 1101 Verhörungen 2014-2018 in Raum Freiburg, Baden-Württemberg. *Ornithologischer Beobachter*, 117: 198-219.
- Jenny D. 2011. Bestandsentwicklung und Bruterfolg des Uhus *Bubo Bubo* im Engadin. *Der Ornithologische Beobachter*, 108(3): 233-250.
- Keller V., Gerber A., Schmid H., Volet B. & Zbinden N. 2010. Rote Liste Brutvögel. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, und schweizerische Vogelwarte, Sempach. Umwelt-Vollzug Nr. 1019, 53 pp.
- Knaus P., Antoniazza S.W., Guélat J., Kéry M., Strebel N. & Sattler T. 2018. Atlante degli uccelli nidificanti in Svizzera 2013-2016. Distribuzione ed evoluzione degli effettivi degli uccelli in Svizzera e nel Liechtenstein. Sempach, Stazione ornitologica svizzera, 648 pp.
- Lardelli R. & Zbinden N. 2017. Il Gufo reale *Bubo bubo* in Ticino: confronto fra tre censimenti (1987-1989, 2009-2011, 2013-2016). *Ficedula*, 51: 25-31.
- Lardelli R., Zanini M., Torriani D., Pagano L. & Tettamanti F. 2018. Piano d'azione specifico per il Gufo reale (*Bubo bubo*) in Cantone Ticino. Inventario cantonale dei luoghi di nidificazione - IBB. Maddalena & associati sagl su mandato dell'Ufficio della natura e del paesaggio, Dipartimento del Territorio, Bellinzona, 33 pp.
- Leibundgut H. 1973. Studien über das Verhalten des Uhus in der Gefangenschaft. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, 19: 122-131. In: Piechocki R. & März R. 1985. Der Uhu. Wittenberg Lutherstadt, Die Neue Brehm-Bücherei, 5. überarbeitete Auflage, 128 pp.
- Lengange T. 2001. Temporal stability in the individual features in the calls of eagle owls (*Bubo bubo*). *Behaviour*, 138: 1407-1419.
- Lengange T. 2005. Stimmanalyse beim Uhu *Bubo bubo* - eine Möglichkeit zur Individualerkennung. *Ornithologischer Anzeiger*, 44: 91-97.
- Martinez J.A. & Zuberogoitia I. 2003. Factors affecting the vocal behaviour of Eagle Owls *Bubo bubo*: effects of season, density and territory quality. *Ardeola*, 50(2): 255-258.
- Mikkola H. 1983. Owls of Europe. T & AD Poyser, Calton, UK, 397 pp.
- Mollet P. 2019. Über die nächtliche Rufaktivität eines Uhupees *Bubo bubo* im Nordjura während der Balzzeit. *Der Ornithologische Beobachter*, 116(1): 41-46.
- Mosimann-Kampe P., Haller H. & Arlettaz R. 1998. Verbreitung und Bestand des Uhus *Bubo bubo* in der Schweiz. *Der Ornithologische Beobachter*, 95: 143-151.
- Noga M. 2014. Kolkokrat za noc? Drance a sovy, 10: 21-22. [Quante volte in una notte? Rapaci diurni e notturni, 10:21-22].
- Penteriani V. 2002. Variation in the function of Eagle Owl vocal behaviour: territorial defence and intra-pair communication? *Ethology, Ecology & Evolution*, 14: 275-281.
- Penteriani V. 2003. Breeding density affects the honesty of bird vocal displays as possible indicators of male/territory quality. *Ibis*, 145: 127-135.
- Penteriani V. & Delgado M. 2019. The Eagle owl. London, T & AD Poyser, 384 pp.
- Penteriani V., Gallardo M. & Cazassus H. 2002. Conspecific density biases passive auditory surveys. *Journal of Field Ornithology*, 73: 387-391.
- Rampazzi F. 2020. Monitoraggio del ciclo biologico del gufo reale *Bubo bubo* con metodi bioacustici in una zona di difficile accesso del Cantone Ticino (Svizzera). *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 108: 63-74.
- Schaub M., Aebischer A., Gimenez O., Berger S. & Arlettaz R. 2010. Massive immigration balances high anthropogenic mortality in a stable eagle owl population: Lessons for conservation. *Biological conservation*, 143(8): 1911-1918.
- Scherzinger & Mebs 2020. Die Eulen Europas. Biologie, Kennzeichen, Bestände. Stuttgart, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, 398 pp.
- Sharrock J.T.R. 1973. *Ornithological atlases*. *Auspicium*, 5: 13-15.
- von Lossow G. 2010. Der Uhu *Bubo bubo* am Mittleren Lech 2003 bis 2009. Entdeckung der erfolgreichsten bayerischen Uhu-Population. *Ornithologischer Anzeiger*, 49: 1-24.

Juglans ailantifolia

A new alien walnut tree species naturalized in Switzerland and Italy

Brigitte Marazzi^{1,2*}, Andrina Rosselli³, Gabriele Galasso⁴ and Stefan Eggenberg⁵

¹ Info Flora, c/o Natural History Museum of Canton Ticino, Viale C. Cattaneo 4, 6900 Lugano, Switzerland

² Natural History Museum of Canton Ticino, Viale C. Cattaneo 4, 6900 Lugano, Switzerland

³ Sezione Forestale, Dipartimento del territorio, 6500 Bellinzona, Switzerland

⁴ Sezione di Botanica, Museo di Storia Naturale di Milano, Corso Venezia 55, 20121 Milano, Italy

⁵ Info Flora, c/o Botanischer Garten Bern, Altenbergrain 21, 3013 Bern, Switzerland

* brigitte.marazzi@ti.ch

Abstract: We present a new species of *Juglans* (walnuts, Juglandaceae), *J. ailantifolia* Carrière, a tree native to Japan and Sakhalin and naturalized in southern Switzerland and northern Italy. First found in Canton Ticino in 2019, its identification has been difficult, due to the (unresolved) taxonomic complexity of this genus. The species was documented and morphologically characterized using field surveys, photographs, and by taking voucher herbarium specimens. A dichotomous key to identify *Juglans* species in Switzerland and Italy is presented, including similar species. To assess vitality and potential for re-sprouting, a three-ring girdling experiment was carried out on 30 trees. *Juglans ailantifolia* is characterized by compound leaves up to 90 cm long with 11-19 densely hairy and only weakly asymmetric leaflets, erect red-pink female inflorescences, and up to 20 fruits. In Switzerland, the species was found in the areas of Bellinzona and Mendrisio, in moist lowland environments. It went unnoticed for decades, as the largest stands derive from abandoned private plantings dating back several decades. In Italy, it occurs in Lombardy, with young individuals also found along rivers, but it might be present also in Piedmont and Veneto. Its biological characteristics (relatively few fruits dispersed by gravity, but nuts can float, no vegetative reproduction) and its relatively limited spread in Canton Ticino and northern Italy (despite the age of the stands) do not indicate an invasive behavior in the Insubric area. Furthermore, its regenerative capacity after girdling is weak: trees die within a year and resprouting is low. Nevertheless, we recommend to control the species especially along waterways, avoid uncontrolled cutting and/or girdling, and to prefer *J. regia* for timber plantations.

Keywords: alien species, biological recognition, invasive potential, *Juglans mandshurica*, neophyte

Juglans ailantifolia – Una nuova specie di noce naturalizzata in Svizzera e Italia

Riassunto esteso

Introduzione: In questo studio presentiamo *Juglans ailantifolia* Carrière (Juglandaceae), una nuova specie alloctona di noce naturalizzata in Svizzera meridionale e Italia settentrionale, originaria di Giappone e Sakhalin. È stata trovata prima in Canton Ticino nel 2019 e in seguito in Italia. Poiché la sua identificazione è stata complessa a causa di una tassonomia ancora irrisolta, proponiamo una chiave dicotomica per l'identificazione delle specie di *Juglans* presenti in Svizzera e Italia, incluse le specie simili *J. cinerea* (America settentrionale) e *J. mandshurica* (Asia orientale). Viene valutata inoltre la sua vitalità e la sua capacità di formare ricacci e discusso l'eventuale potenziale invasivo in base alle sue caratteristiche biologiche e alla sua diffusione geografica.

Materiale e metodi: La specie è stata documentata e caratterizzata mediante rilievi in campo durante l'intera stagione vegetativa, fotografie e campioni d'erbario. Per l'identificazione sono state consultate le opere tassonomiche e le flore di riferimento. Per la distribuzione in altri paesi europei sono state consultate anche dati online e sono stati contattati esperti locali. Per valutarne 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* presenta foglie composte lunghe fino 90 cm, con 11-19 foglioline densamente pelose e con base debolmente asimmetrica, infiorescenze maschili verdi e pendule, femminili erette e di colore rosso-rosa, fino a 20 frutti indeiscenti, con esocarpo tomentoso-ghiaioloso e noce legnosa relativamente spessa. Fiorisce in aprile e fruttifica a fine estate. Viene discusso il problema tassonomico con *J. mandshurica*. In Svizzera, *J. ailantifolia* è stata trovata unicamente nel Bellinzonese e nel Mendrisiotto, in ambienti freschi. I due popolamenti più estesi sembrano derivare da impianti privati risalenti a vari decenni fa. In Italia, è presente in Lombardia, con individui giovani in diffusione lungo i fiumi, e potrebbe essere naturalizzata anche in Piemonte e Veneto. Altrove, in Europa, sembra trovarsi allo stato selvatico unicamente in un paio di località della Germania e del Belgio. La cercinatura ha mostrato una debole capacità rigenerativa: gli alberi muoiono entro un anno e la formazione dei ricacci è bassa. Inoltre, molti degli alberi indeboliti sono stati attaccati dal bostrico esotico *Xylosandrus germanus*.

Conclusioni: Il processo di naturalizzazione di *J. ailantifolia* in Svizzera e Italia è in corso già da alcuni decenni, ma questo albero è rimasto inosservato fino ad ora. Le sue caratteristiche biologiche (pochi frutti, dispersi soprattutto per gravità a ridosso

degli alberi maturi, nessuna riproduzione vegetativa) e la sua diffusione geografica limitata (nonostante l'età degli alberi più grandi) non indicano attualmente un comportamento invasivo nella regione insubrica. Tuttavia, per la capacità delle noci di galleggiare, si raccomanda di sorvegliare la specie soprattutto lungo i corsi d'acqua, di evitare il taglio e la cercinatura incontrollata e di preferire *J. regia* per gli impianti da legno.

Parole chiave: *Juglans mandshurica*, neofite, potenziale invasivo, riconoscimento biologico, specie alloctone

INTRODUCTION

Every year new alien plant species naturalize in Switzerland and northern Italy becoming part of the wild flora. Particularly, the Insubric region is well known for its rich exotic flora (Banfi & Galasso 2010; Schoenenberger et al. 2014), where new naturalized species are constantly discovered (e.g., Galasso & Banfi 2020; Mangili et al. 2020). This region encompasses the area of the great lowland pre-alpine lakes on the southern side of the Alps in Canton Ticino (Switzerland) and Piedmont and Lombardy (Italy), and is characterized by a nearly subtropical climate (MeteoSvizzera 2012). In this study, we present a new naturalized alien walnut species, *Juglans ailantifolia* Carrière (Juglandaceae), discovered in 2019 in Canton Ticino, which adds to the two already recognized *Juglans* species of the Swiss flora: the archaeophyte *J. regia* L. and the casual alien *J. nigra* L. from North America (Juillerat et al. 2017). This new species was then discovered also in northern Italy, initially misidentified as the North American *J. cinerea* L. (Federici et al. 2013). The latter species and *J. mandshurica* Maxim., a close relative of *J. ailantifolia*, are occasionally cultivated as ornamentals in Central Europe (Roloff & Bärtels 2018).

Juglans is a rather small genus of deciduous trees in the family Juglandaceae, including 20-21 extant species (Whittemore & Stone 1997; Lu et al. 1999; Grimshaw 2003). There is no monography of this genus, despite Manning's life dedication to it (e.g., Manning 1957, 1960, 1978). The closely related East-Asian *J. ailantifolia*, *J. mandshurica*, *J. cathayensis* Dode, forming *J. sect. Cardiocaryon* Dode, and the North American *J. cinerea*, forming *J. sect. Trachycaryon* Dode ex W.E. Manning are very closely related, but there is incongruence in molecular data. A sister relationship between *J. cinerea* and taxa of the eastern Asian *J. sect. Cardiocaryon* was supported by plastid DNA data, while nuclear data reveal *J. cinerea* nested in the northern American *J. sect. Rhyso-caryon* Dode near *J. nigra* (Stanford et al. 2000; Aradhya et al. 2005, 2007; Dong et al. 2017; Zhang et al. 2019; Mu et al. 2020). So, *J. cinerea* likely originated from hybridization and massive introgression from an immigrating Asian butternut into the genome of an American black walnut (Zhang et al. 2019). The taxonomy of the East-Asian species of this clade (known as the Oriental butternuts or Asian heartnuts) is complicated, although more recent studies (Bai et al. 2016) unravel their biogeographic history, in which the formation of the Japanese archipelago may have contributed to the separation of *J. ailantifolia* from *J. mandshurica* as a distinct lineage about 3 to 5 Ma ago (Pliocene split). Other molecular phylogenetic studies (Mu et al. 2017), how-

ever, suggested that the three East-Asian taxa should be interpreted as a single species. As there is no international consensus, we prefer to treat *J. ailantifolia* and *J. mandshurica* as preliminarily accepted species, though as part of an aggregate *J. mandshurica* s.l.

We here propose a dichotomous key to identify *J. ailantifolia* from the other wild and cultivated *Juglans* species of Switzerland and Italy, provide a morphological description and discuss the taxonomic debate. We also describe its known range of distribution, degree of naturalization, habitat and ecology, and possible origin of the populations. Finally, we test its regenerative capacity and vitality to provide best management practices and explore whether the species has any potential to become invasive.

MATERIALS AND METHODS

To identify *J. ailantifolia* and infer an identification key, several references were used in the absence of a monography of *Juglans* worldwide: the original description by Carrière (1878), Flora of North America (Whittemore & Stone 1997), Flora of China (Lu et al. 1999), Grimshaw (2003), Flora of Japan (Ohba 2006), a US field guide (Farlee et al. 2010), Flora of Woody Plants (Roloff & Bärtels 2018), and the identification key by De Langhe (2006-2012). For the wood anatomy we used Miller (1976). All found occurrences of *J. ailantifolia* in Switzerland were reported to the national database (Info Flora) using their application FlorApp, and data from any other reports of this species were requested. Both a flowering and a fruiting Swiss voucher specimen are deposited at LUG (herbarium acronyms according to Thiers 2021+), the herbarium of the Natural History Museum of Canton Ticino (Lugano, Switzerland); Italian specimens are hosted at MSNM (Museo di Storia Naturale di Milano). The Swiss vouchers were the first specimens at LUG.

Juglans ailantifolia was not present in the Swiss (Juillerat et al. 2017) or Italian (Galasso et al. 2018) Checklist of vascular plants nor was there any data of *J. ailantifolia* or *J. mandshurica* species in the Info Flora database at the moment of discovery of the plant in 2019, in the Portal to the Flora of Italy (Martellos et al. 2020; Galasso et al. 2020) or in the available online databases of major Swiss or Italian herbaria (FI, G, Z-ZT; both accessed 26 May 2021).

To have an idea of the alien range of distribution of the species, especially any occurrences in the wild in Europe, the international online databases Euro+Med Plantbase (Uotila 2011), the Global Biodiversity Information Facility (www.GBIF.org; accessed 1 February

2021) and the French National Inventory of Natural Heritage (INPN, <https://inpn.mnhn.fr>; accessed 18 February 2021; with the respective current taxonomic reference TAXREF 14.0, <https://inpn.mnhn.fr/tel-echargement/referentielEspece/taxref/14.0/menu>) were consulted. In addition, experts of the alien flora from neighboring countries (Austria, France, Germany) and Belgium were contacted by email to inquire about any naturalization in their countries. It was beyond the scope of this study to investigate in detail the history of introduction and distribution of cultivated trees in Italy, Switzerland or elsewhere in Europe.

To document the species biology and ecology, the trunk diameter of several individuals at the site of first discovery of the species (in the locality of Gnosca, Switzerland) was measured to estimate age, and their phenology (from leaf, flower and fruit development to fruit dispersal and leaf senescence) was observed during one year starting late Summer 2019 until early Summer 2020. Other plant species occurring at the site were also identified (and reported to the national database using FlorApp) to infer the type of vegetation and habitat preferences of *J. ailantifolia*. In Spring 2021, the number of flowers in 36 female inflorescences from 6 individuals at this site and one individual from Italy were counted, and damage of Spring frost (MeteoSvizzera 2021) was documented with photographs.

To test the capacity for vegetative regeneration of *J. ailantifolia*, such as resprouting and suckers, a girdling experiment was carried out at the site in Gnosca, using the three-ring method with a chainsaw (on the 3 of June 2019) and subsequent regular resprouting controls (until September 2020). Among the measured trees at the site, 30 trees with a diameter of 6-12 cm were selected and treated at a height of 1.0 m and a depth of 1-2 cm. After the treatment, resprouting was controlled every month for four months, the vitality status of the tree was evaluated by observing the foliage and documented with photographs; any basal and radical sprouts were first counted and measured in height, and then eliminated with a sickle.

To assess whether the species has any potential to become invasive its biological features and its spread potential were analyzed by comparing them with the criteria listed in the catalogue of criteria by Info Flora (2014, used to compile the lists of invasive and potentially invasive alien species of Switzerland). The criteria to estimate the spread potential of a species in Switzerland consider aspects of the sexual and vegetative reproduction (including the number of seeds produced, presence of a seed bank in the soil, and presence of organs for clonal growth like stolons), dispersal modes (by natural vectors and also human activities), and the spread dynamic and speed of populations across the country. The criteria to estimate its impact potential examine health impacts on humans and animals, environmental impacts on native species and habitat structure, and economic impacts (such as damages to buildings, agricultural losses, etc.). Data relevant for these criteria was gathered by searching the literature on *J. ailantifolia* in Google and Google Scholar, using the species name alone and also combined with 'weed', 'invasive' and 'noxious'.

RESULTS AND DISCUSSION

Key to the species of *Juglans* wild in Italy and Switzerland, and their allies. (Figs. 1, 2)

- 1a. Leaves with 5-7(-11) leaflets (fig. 1A); leaflets ovate, with entire or almost entire margin (sometimes serrate in young plants and young leaves), glabrous except for the domatia in the axils of the veins on the abaxial side of lamina *J. regia*
- 1b. Leaves with >9 leaflets (fig. 1A); leaflets ovate-lanceolate, with serrate or toothed margin, with glandular, simple and/or stellate hairs, domatia absent.....2

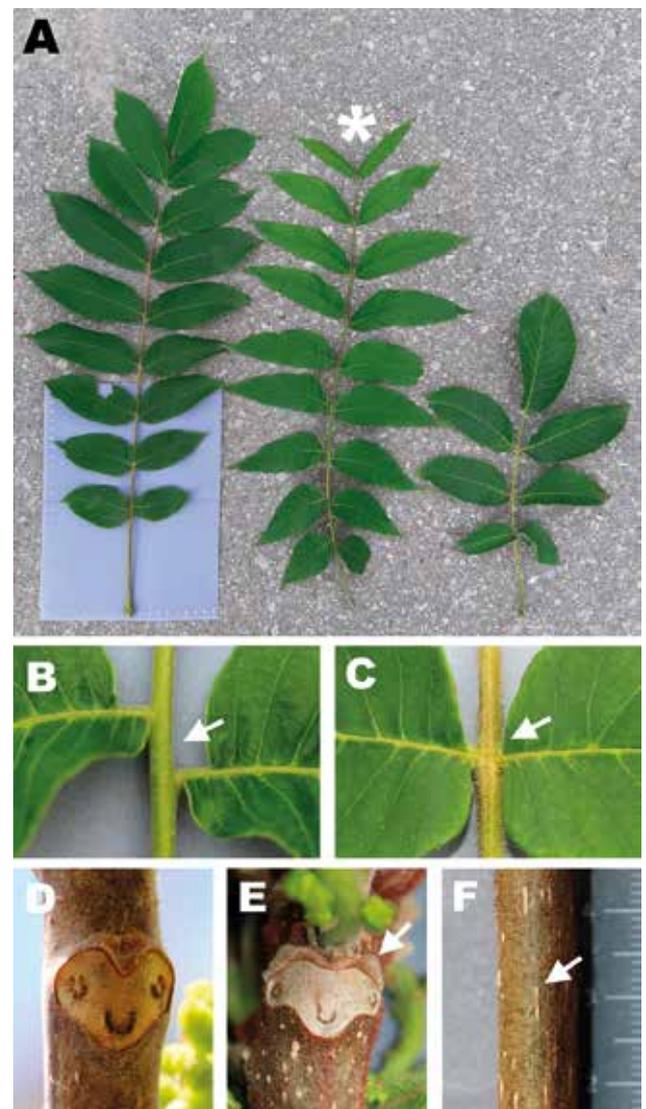


Figure 1: Selected diagnostic characters of wild *Juglans* species in Switzerland and Italy. A) Comparison of leaves, from left to right, of *J. ailantifolia* (the elliptic-lanceolate leaflets borne at c. 45° to rachis are clearly visible), *J. nigra* (arrow indicates lacking terminal leaflet), and *J. regia*, respectively. B, D) *J. nigra*. C, E-F) *J. ailantifolia*; B) Base of leaflets asymmetric. C) Base of leaflets only very weakly asymmetric. D) Leaf scar lacking “moustache” of dense hairs on its upper margin. E) “Moustache” of dense hairs on upper margin of leaf scar (arrow; young bud has been removed left of the arrow). F) Elongated lenticels on twig.

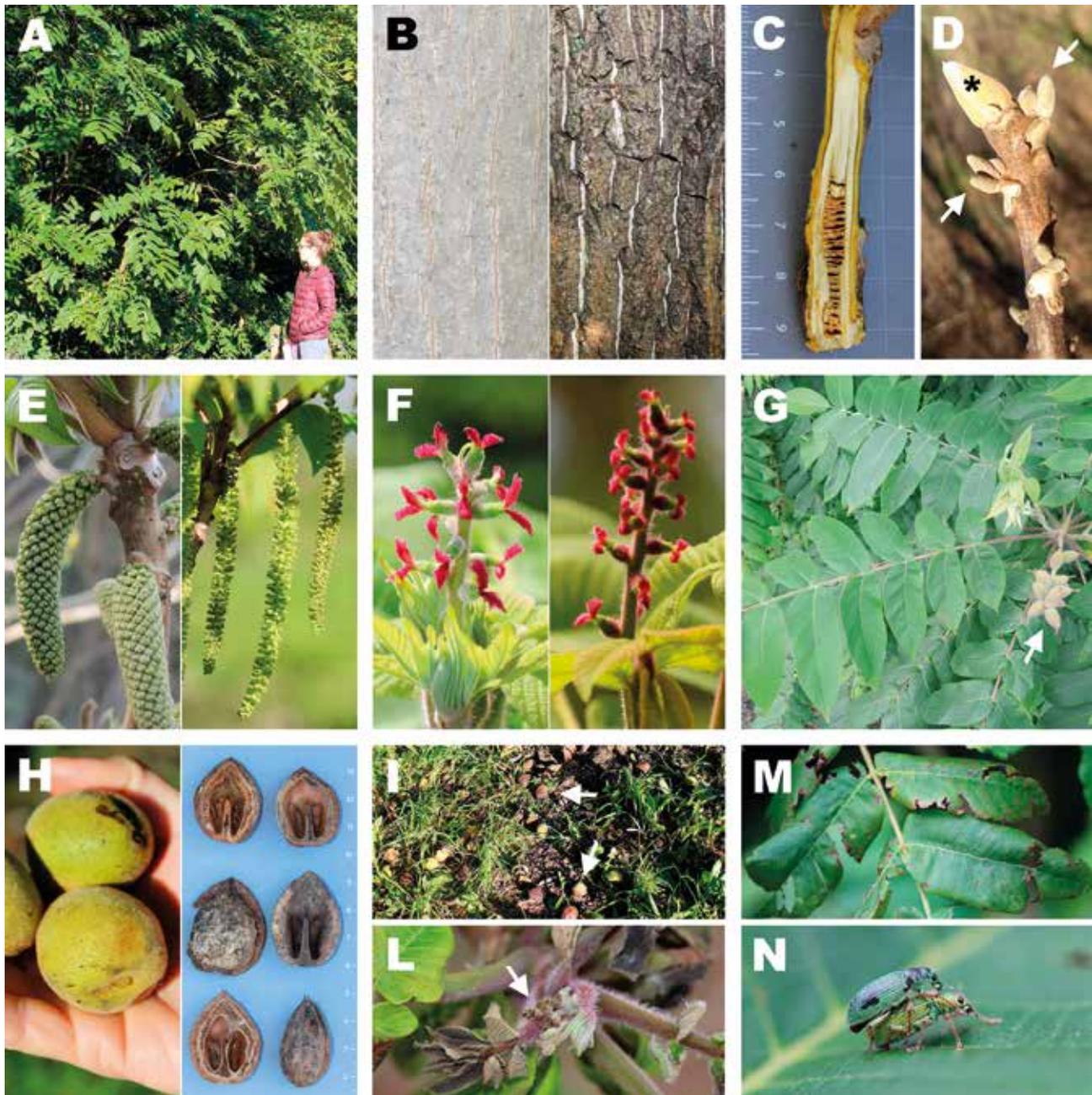


Figure 2: Morphology and biology of *Juglans ailantifolia*. Images from individuals of the site in Gnosca (southern Switzerland) from early Fall 2019 to late Spring 2020 (A-I, M-N), and Spring 2021 (F, L). A) Foliage of young trees on the margin of the stand. B) Trunk of a young tree (left, diameter *c.* 20 cm) and of an old tree (right, diameter = *c.* 40 cm). C) Longitudinal section of a young shoot showing the light-brown pith. D) Pale brown apical leaf bud (asterisk), and young male inflorescences (arrows) (11 March). E) Leaf emergence and young developing male inflorescences (left, 2 April) and flowering male inflorescences (right, 17 April). F) Flowering female inflorescences (17 and 21 April, respectively left and right). G) Young infructescence (5 June). H) Older mature fruits with tomentose-glandulose exocarp = husk (left, 16 October), and variability in the woody mesocarp = “nut” (right). I) Fruits (some are indicated by arrows) on the ground on the margin of the stand (16 October). L) Frost damages on emerging leaves and early developing inflorescences (21 April). M) Damaged leaves (10 June); the elliptic-lanceolate leaflets that borne at *c.* 45° to rachis are clearly visible. N) Copulating individuals of species native weevil species *Polydrusus formosus*.

- 2a.** Terminal leaflet absent or reduced in size (fig. 1A); leaves never sticky to the touch; base of leaflets distinctly asymmetrical (fig. 1B); upper margin of leaf scars lacking a “moustache” of dense velvety hairs (fig. 1D); female flowers (and fruits) 1-2(-5); husks globose, rarely ellipsoid, nuts with numerous warty ridges; trees up to 40(-50) m.... *J. nigra*
- 2b.** Terminal leaflet present (fig. 1A); leaves sometimes sticky to the touch (glandular hairs); base of leaflets not or only weakly asymmetrical (fig. 1C); upper margin of leaf scars with a “moustache” of dense velvety hairs (fig. 1E); female flowers (and fruits) 3-10(-20) (fig. 2F); husks ellipsoid to ovoid, nuts smooth or with up to 8 +/- sharp longitudinal ridges; trees up to 30 m.....3
- 3a.** Fruits 3-5, nuts with about 8 high, narrow longitudinal main razor-sharp ridges interspersed with smaller, interrupted ridges or lamellae, suture inconspicuous resembling the longitudinal ridges; lenticels small and round or slightly elongating horizontally across the branch; pith very dark brown; leaf bud +/- cylindrical, white to greyish; upper margin of leaf scars flat *J. cinerea*
- 3b.** Fruits 5-10(-20) (fig. 2F,G), nuts smooth or ridged, suture prominent and easily distinguished; lenticels lengthwise elongated (fig. 1F); pith light to medium brown (fig. 2C); leaf bud +/- pyramidal, beige to pale brown (fig. 2D) or blackish; upper margin of leaf scars slightly emarginated (fig. 1E)
..... 4. (*J. mandshurica* aggregate)
- 4a.** Leaflets ovate-elliptic, shortly acuminate, borne at right angles to rachis; leaf bud blackish; nuts ridged..... *J. mandshurica*
- 4b.** Leaflets elliptic-lanceolate, acuminate, borne at c. 45° to rachis (figs. 1A, 2L); leaf bud beige to pale brown; nuts ridged or smooth (fig. 2H)
..... *J. ailantifolia*
– Nuts smooth, heart shaped, rather compressed (depressed) *J. ailantifolia* ‘Cordiformis’

Juglans ailantifolia Carrière, Rev. Hort. (Paris) 50(21): 414(-415, figs. 85-86). 1878 [1 Nov 1878].

Juglans sachalinensis Komatsu; *Juglans sieboldiana* Maxim., non Göpp., nom. illeg.

Specimina visa

SWITZERLAND: Gnosca, bosco al lato della strada cantonale, 100-200 ind., E 2°721'499, N 1°122'640, 259 m, 16 October 2019, A. Rosselli & B. Marazzi (LUG; Info Flora Obs_ID No. 8470767); *ibidem*, 17 April 2020, A. Rosselli & B. Marazzi (LUG; Info Flora Obs_ID No. 8824481).

ITALY: Lombardia, Zogno (Bergamo), fraz. Ambria, sponda destra del Torrente Ambria, alla base del parapetto/discesa al torrente della SP27 (Via Piave), di fronte allo stabilimento dell'Acqua Bracca (WGS84: 45.808406°N 9.685911°E), scarpata fluviale, 339 m, S, 25 June 2012, G. Federici (APP, MSNM sub *J. cinerea*); *ibidem*, 14 October 2020, G. Galasso (MSNM); Lombardia, Piario (Bergamo), sentiero in fondo alla Via A.

De Gasperi di Villa d'Ogna (WGS84: 45.897209°N 9.924416°E), bosco ripariale, 506 m, NW, 14 October 2020, G. Galasso (MSNM).

Description

Wide-crown trees up to 20 m (fig. 2A), deciduous, monoecious. Bark of young trees light gray with orange narrow longitudinal furrows, of older trees dark-brown-greyish with white furrows (fig. 2B); sapwood whitish to light brown, heartwood light brown or chestnut and barely distinguishable from the sapwood. Twigs with lenticels lengthwise elongated (fig. 1F) and pith light to medium brown (fig. 2C); upper margin of leaf scars with a “moustache” of dense velvety hairs (conspicuous or almost invisible, but always detectable) slightly emarginated (fig. 1E); leaf buds +/- pyramidal, beige to pale brown (fig. 2D). Leaves compound, petiolate and odd-pinnate, up to 70(-90) cm long, rachis and abaxial side of leaf lamina densely hairy, with simple eglandular and glandular, and some stellate hairs; leaflets 11-19 (fig. 1A), base only weakly asymmetric, margin serrate (fig. 1C). Twigs and leaves are +/- sticky to the touch. Male inflorescences pendent, green, almost to 20 cm long (fig. 2E); female inflorescences erect, flowers 7-20+, apetalous, carpels with bright pink-reddish papillose stigmas (fig. 2F). Fruits ellipsoid to ovoid, drupe-like nuts with a densely glandular pubescent exocarp (husk) and a relatively thick woody nut, spherical to ovoid (or compressed and hearth-shaped in the cultivar *Cordiformis*) with a prominent and easily distinguished suture; nut surface with rather superficial longitudinal ridges, which tend to become smooth once dropped to the ground and exposed to the environment (fig. 2G-H) (smooth in the cultivar *Cordiformis*). Flowering: Spring (April-early May). Altitude: 210-510 m a.s.l. (lowland layer).

Taxonomy

There is currently no international consensus on the taxonomy of East-Asian *Juglans* species of section *Cardiocaryon*. Two recent molecular phylogenies come to opposite conclusions. Bai et al. (2016) who focus on relationships among *J. ailantifolia*, *J. cathayensis* and *J. mandshurica* find that they form distinct lineages. Their analyses can be considered as robust, as they are based on a large sample size (1,460 adult individuals of 70 natural populations) and on one nuclear and eight chloroplast DNA markers. In contrast, Mu et al. (2017) who focus on more Asian *Juglans* species, using RAD-seq and a sampling of only 42 samples, suggest that the three East-Asian taxa are to be considered as a single species. They base their conclusion essentially on a lack of resolution in their phylogenetic tree, in which *J. ailantifolia* samples resulted to be nested in the cluster formed by *J. cathayensis* and *J. mandshurica* (Mu et al. 2017). Therefore, while Bai et al. (2016) appear to support the traditional taxonomic view in which *J. ailantifolia* is a separate entity from *J. mandshurica* (e.g., Aradhya et al. 2007), Mu et al. (2017) would be more in line with Flora of Japan (Ohba 2006) that considers *J. ailantifolia* a variety of *J. mandshurica* (*J. mandshurica* var. *sachalinensis* (Komatsu) Kitam.). There is still no

consensus: for instance, the synonymy has been adopted by the International Dendrological Society (Sutton 2019), but Tropicos (Tropicos.org; accessed 18 February 2021) and other nomenclatural databases still list them as separate species.

The fundamental problem is the morphological circumscription and differentiation of the three East-Asian *Juglans* species. Bai et al. (2016) also admit that “The three Asian butternuts are closely related, with minute morphological differences [...]”. We have noticed that several keys (e.g., Huxley et al. 1992; Roloff & Bärtels 2018) differentiate *J. ailantifolia* by the number of female flowers (and fruits) up to 20, but both the Flora of Japan (Ohba 2006) and the plate contained in the Prologue (Carrière 1878) indicate a smaller number of fruits (7-10 flowers), a number similar to *J. mandshurica* (and *J. cathayensis*). However, in their study on flower phenology of *J. mandshurica* in China, Bai et al. (2006) describe female inflorescences as typically consisting of 10–18 flowers, while in Flora of China (Lu et al. 1999) describe *J. mandshurica* (incl. *J. cathayensis*) with 5-10(-13) nuts. In our study, examined inflorescences were bearing from 8 to over 20 flowers, with a mean of 15 flowers (Tab. 1; see fig. 2F and the infructescence illustrated in fig. 2G). Therefore, there is definitely a need to clarify the morphological circumscription of these taxa across their whole distribution range, identify diagnostic characters to distinguish them, and provide a lectotypification of the names. Only a comprehensive study combining morphometrics, molecular phylogenetics and biogeography could show that the geographic separation that lead to the *J. ailantifolia* lineage (Bai et al. 2016) also lead to a morphologically distinct taxon. Finally, considering also the other *Juglans* species, there is definitely a need of a worldwide revision of this genus.

Alien range of distribution and naturalization

In Switzerland, *J. ailantifolia* occurs in Canton Ticino, in at least six lowland localities (fig. 3). At least three of them consist of few individuals of unknown origin, far from the other sites known to derive from cultivated trees. The two largest sites are located in Gnosca and Novazzano. The first has an extension of about 1 ha, and appears to be an abandoned plantation for which there is apparently no archival documentation. There are adult trees over 20 m tall with a trunk diameter of up to 45-50 cm, suggesting that they are 60-70 years old. The second site is more extended, as mature individuals are sparse along a small valley for at least 3 km. These two stands seem to derive from private plantings dating back several decades ago, but the current owners have no other information. Seedling recruitment and a rich renewal are observed, in the understory with young mature individuals of at least the third generation. While in southern Switzerland the species can be considered subspontaneous and possibly even established (at least in Novazzano), in the rest of Switzerland it is so far only known as a rarely cultivated tree, as for example in the Arboretum of the University of Fribourg (Walker 2013).

The species is naturalized also in northern Italy, in Lombardy, where it went unnoticed, as it was mis-

Table 1: Number of flowers in female inflorescences in Italian and Swiss naturalized *Juglans ailantifolia*. Counted on 21 and 26 April 2021 (Swiss, CH, and Italian, IT, individuals, respectively). Asterisks indicate counts of flowers at the bud stage.

Individual	Nr. flowers/inflorescence				
Gnosca 1 (CH)	10	11	12		
Gnosca 2	15	16	18		
Gnosca 3	14	22*	25*	26*	
Gnosca 4	9	10	11	11	
Gnosca 5	14	17	17		
Sementina (CH)	8				
Zogno (IT)	14	15	15	17	18 18
Mean	15				
StDev	5				

identified as another casual alien, *J. cinerea* (Federici et al. 2013; Galasso et al. 2018). In 2020, the discovery of a rich stand of *J. ailantifolia* in Val Seriana (Piario) prompted the check of the previous report of *J. cinerea* in Ambria (Val Brembana, municipality of Zogno), which turned out to be *J. ailantifolia*. In Ambria there is only one individual, which does not bear fruits yet. On the other hand, in Piario along the Serio river there is a grove of numerous trees that bear fruit and reproduce regularly. The size of this stand will need to be checked. A brief investigation made it possible to discover its origin. Around 1946, a man planted three “Canadian walnut” seedlings (probably *J. nigra*, to which plants of *J. ailantifolia* must have been added) obtained from the forest nursery of Curno (today of the ERSAF Lombardia – Ente Regionale per i Servizi all’Agricoltura e alle Foreste –, at the time of the CFS – Corpo Forestale dello Stato, Ispettorato Ripartimentale delle Foreste di Bergamo, today Carabinieri Forestali –). Likely Curno nursery produced the seedlings starting from seeds distributed by the Vallombrosa forest nursery (Tuscany), at the time having both “*J. sieboldiana*” and “*J. mandshurica*” in its catalog. If the documentation is still available, archival research will be able to establish the exact origin of the material planted in the postwar. The same person planted three other seedlings in a neighboring place, which will need to be checked. In Lombardy, *J. cinerea* was also reported in the Cremona administrative province (Bonali 2020), but a check of the related herbarium samples made it possible to ascertain that they belong to *J. nigra*.

The species is likely present also in other Italian administrative regions. According to the GBIF database, an individual was reported on 26 September 2019 in the locality of Fondotoce (municipality of Verbania), Piedmont, very close to the localities in Ticino. Images of its leaves are consistent with those of *J. ailantifolia*. However, almost certainly the posted individuals correspond to cultivated trees (Alberto Selvaggi, Istituto per le Piante da Legno e l’Ambiente, pers. comm.). A field check is necessary to confirm its identification and status. Lastly, in Piedmont the casual alien *J. cinerea* is reported (Siniscalco et al. 2009; Galasso et al. 2018). It is certainly necessary to check this data, because it

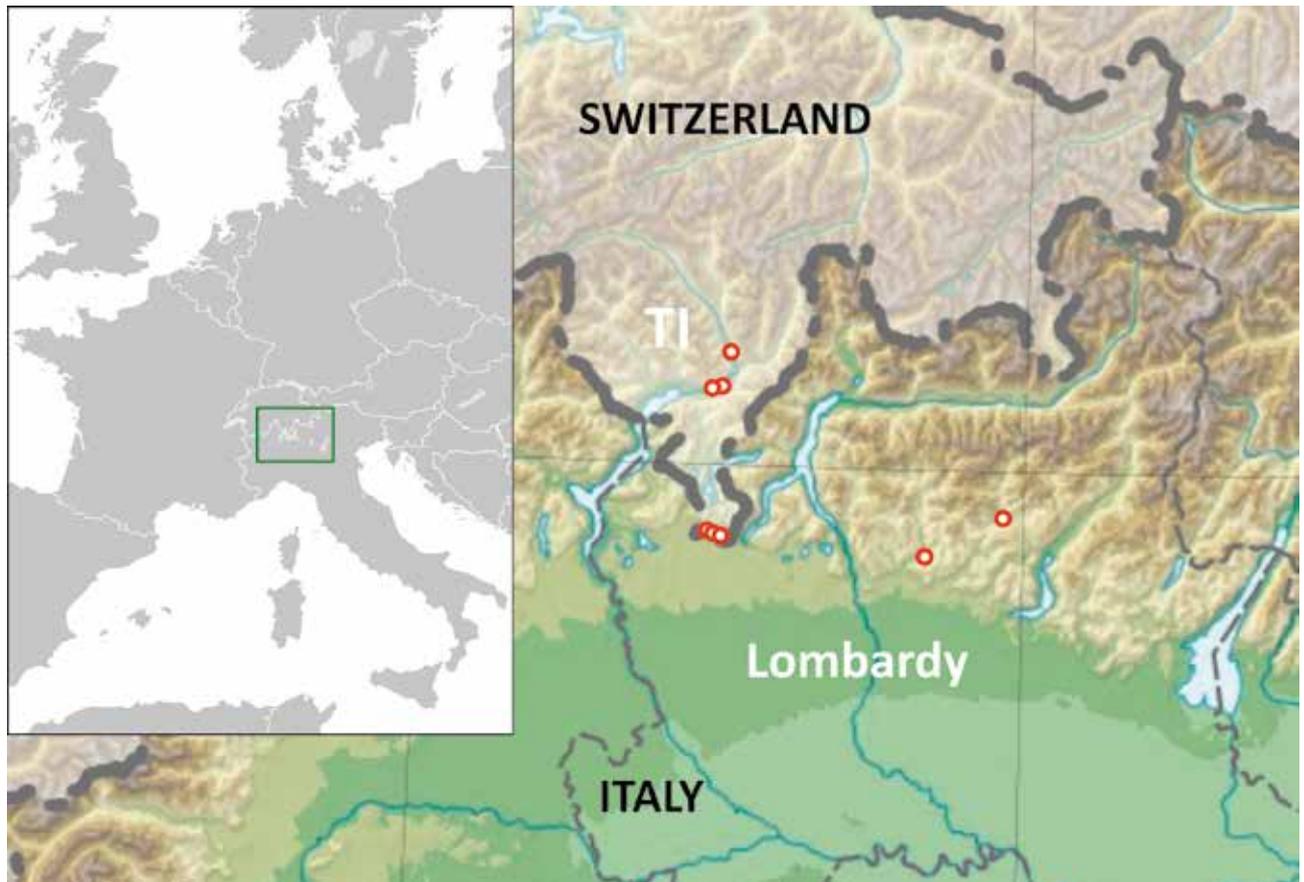


Figure 3: Distribution of *J. ailantifolia* in Switzerland and northern Italy. In Canton Ticino (TI), *J. ailantifolia* sites were found in three central (Gnosca, Gudo, and Sementina) and three southern localities (Castel San Pietro, Coldrerio, and Novazzano). In Lombardy, two main localities are confirmed so far. Map of Europe showing the close-up map with the Insubric Region that encompasses the area of the great lakes illustrated here in light blue. (Close-up map with localities of *J. ailantifolia* based on 'Italy_topographic_map-blank.svg' by Eric Gaba, CC BY-SA 3.0, Commons.wikimedia.org. Map of Europe based on 'Blank map of Europe (with disputed regions).svg' by Maix, CC BY-SA 3.0, Commons.wikimedia.org.).

could be *J. ailantifolia*. In Veneto casual young trees of *J. cinerea* were reported near Melara (Rovigo) along the Po river (Masin 2014; Galasso et al. 2018; Argenti et al. 2019). The photographs published by Argenti et al. (2019) could match *J. ailantifolia*, but a check is also required in this case. If confirmed, the presence of the Japanese walnut would be compatible with a float of nuts from trees certainly present further upstream.

Elsewhere in Central Europe, the species is reported to occasionally escape in Belgium, southern Germany, and perhaps in western France. In Belgium it is known for only one station, referred as *J. mandshurica* s.l. (Filip Verloove, Meise Botanic Garden, pers. comm.). In Germany, escaped individuals of *J. ailantifolia* are reported from a couple localities in North Rhine-Westphalia (Gausmann et al. 2017). In France, the species is not considered as established, but occasional and not naturalized (INPN <https://inpn.mnhn.fr/>; accessed 18 February 2021). It includes reports from individuals that were planted in Alsace in 1959 under the synonym *J. sieboldiana* (Geissert 2002). To date, however, the taxon is considered to be absent from the Alsatian territory, and more broadly from the Grand Est region, former regions of Alsace, Lorraine and Champagne-Ardenne (Jérôme Hog, Conservatoire Botanique d'Alsace, pers. comm.; Amblard et al., in press), and from the whole France (Tison & de Foucault 2014). The species has

not been reported in the wild in Austria (Christian Gilli, University of Vienna, pers. comm.). According to the distribution map displayed on Euro+Med plant database (Uotila 2011), *J. ailantifolia* is a 'casual alien' in Poland, an alien with 'status unknown' in Latvia, and 'in large-scale cultivation' in Belarus, Lithuania and Ukraine, while *J. mandshurica* is an alien with 'status unknown' in Estonia and Central European Russia, and in large-scale cultivation' in Lithuania and Ukraine.

Biological and ecological aspects

Habitat ecology – The trees in Gnosca, Novazzano, and Piario area grow in cool mesophilic environments. In Gnosca, the soils are acidic and the understory is covered with *Equisetum hyemale* L. typical of floodplain forests in general, and clear forests on soils with variable humidity in particular (Delarze et al. 2015). Trees found in Sementina appear as an exception as they occurred on the mountain side together with abandoned open woods with *Castanea sativa* Mill.; but, did not appear to form a rich renewal in the understory. The stand in Piario grows in an ash wood of *Fraxinus excelsior* L. subsp. *excelsior*, while the plant found in Ambria developed on an artificial river bank. *Juglans* trees are well known for their allelopathic effects (reviewed in Willis 2000). In its natural range on Japan and Sakhalin, the

tree is widely distributed. It grows in different types of mixed riparian forests (Tamura & Hayashi 2008).

Phenology – In 2020, leaf emergence occurred early in April together with development of the inflorescences (fig. 2E). Leaves were fully expanded by mid-June (fig. 2G). Flowering occurred in April (figs. 2E-F). While *J. mandshurica* is heterodichogamous, with some individuals flowering first male then female and *viceversa* in other individuals (Bai et al. 2006), it was beyond the goal of our study to verify this in *J. ailantifolia*. Fruits develop in summer (fig. 2G) and become mature and ready to fall by October (fig. 2H). On the ground, the exocarp (husk) rots exposing the woody mesocarp, i.e., the nut, which remains in the ground for longer time as an “empty shell” (fig. 2I). Germination tests show that nuts germinate after about 40 days (Bonner 2008a). In 2021, frost in Spring affected some trees by damaging (“burning”) young leaves and young female inflorescences, in some cases, completely compromising flower development (fig. 2L).

Interactions with animals – Flowers of *Juglans* are wind pollinated, but fruits could be dispersed by mammals. In its natural range, fruits of *J. ailantifolia* are a major food source for both Japanese squirrel (*Sciurus lis* Temminck, 1844) and Japanese field mouse (*Apodemus speciosus* Temminck, 1844). Both animals contribute to the species’ dispersal through scatter-hoarding. Tamura & Hayashi (2008) showed that squirrels preferred larger fruits than mice, triggering evolutionary processes through this plant-animal interaction. Japanese areas outside the range of the Japanese squirrel showed significant smaller fruits, since they are harvested and thus dispersed by field mice. In Ticino, several nuts found on the ground appeared to have been gnawed by rodents, perhaps squirrels (B.M. and A.R., personal observation).

On leaves, we observed no herbivory damages, except in a young tree in early summer 2020, with damages probably caused by phytophagous insects (fig. 2M). Indeed, on these leaves we found several adult individuals of the native and polyphagous weevil species *Polydrusus formosus* (Mayer, 1797) (Coleoptera: Curculionidae) that was using the leaves as a mating site (fig. 2N). This weevil species is abundant in Spring and early Summer, but it is a little less abundant in Ticino than in the North of the Alps (Christophe Germann, pers. comm.).

During the gridling experiment (see below), dying trees with characteristic external leftovers of the alien xylophagous black stem borer *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) were discovered on almost all treated trees (fig. 4G). It was, however, not possible to capture a voucher specimen. In a first phase, holes were found in the inner part of the rings; in a second phase, also in the lower part of the trunk. This is a species of ambrosia beetle in the family Curculionidae native to eastern Asia, but is an invasive alien in Europe and North America (CABI 2019). Although not reported to occur in Canton Ticino, two other alien curculionid bark beetles are noteworthy to mention here in relation to *Juglans* species. The first one is the Asian *Dryocoetes himalayensis* Strohmeier, 1908 that has so far been found only North of the Swiss Alps (Sanchez et al.

2020). Although the host in Switzerland is unknown, elsewhere in its alien range in Europe it was found on *J. nigra* (Foit et al. 2017). The other species is the walnut twig beetle, *Pityophthorus juglandis* Blackman, 1928 from northern Mexico and southern US that is specific to Juglandaceae trees. It has been recently reported to occur in northern Italy (Piedmont) as the first place in Europe and outside the rest of its alien range in the US (Montecchio & Faccoli 2014) and it is currently still absent from Canton Ticino (Lucia Pollini, Natural History Museum of Canton Ticino, pers. comm.). This beetle forms an insect-pathogen complex responsible for the thousand cankers disease, as it inoculates the phloem with a fungal pathogen, *Geosmithia morbida* M. Kolařík, Freeland, C. Utley & Tisserat (Kolařík et al. 2011). In its alien range of distribution, it seems to prefer *J. nigra*, while *J. ailantifolia*, *J. cinerea*, *J. mandshurica*, and our archaeophyte *J. regia* are less suitable hosts (Hefty et al. 2018).

Vegetative regeneration test

Vitality – Only five weeks after the treatment with the three-ring gridling method, five trees (17%) were already dead; after three months 11 trees (37%) had died, and all others displayed a low vitality. One year after (June 2020) all but one treated tree had died (fig. 4A, C-D). The exception was a tree to which the gridling had not been done properly (rings were not closed completely) and displayed a normal vitality. *Juglans ailantifolia* displayed a relatively low regenerative capacity, as their vitality declined fast after the three-ring gridling method was applied, and trees died within one year (fig. 4D). Other alien tree species like *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle take much more time to die after the application of the three-ring gridling method (Wunder et al. 2019), although it has to be mentioned that the tested trees of *J. ailantifolia* were of small dimensions. In September 2020, a dozen trees had fallen. Dying trees were attacked by xylophagous insects, such as *Xylosandrus germanus* (fig. 4G, found in 20 trees) and xylophagous fungi (fig. 4H).

Resprouting capacity – Resprouting capacity of *J. ailantifolia* in reaction to gridling was weak (fig. 4B). The number of basally resprouting shoots or basal sprouts (fig. 4E) fell continuously from 12-18 (average 8) in July 2019 to no such shoots in September 2020. As for the maximum height of these basal shoots, there was a decrease in the first control year from 25-75 cm (mean of 56 cm) in July to 5-65 cm (mean of 19 cm) in September 2019, then an increase to 40-120 cm (mean of 57 cm, but only 13 of 30 trees) in June and a decrease to no shoots in September 2020, i.e., ending the second year of control (fig. 4B). It must be noted, that suckers can develop, if trees are cut at the foot (data not shown). Two months after the three-ring treatment, half of the trees began to close the top ring in order to heal the wound (fig. 4E). This behavior is also known in other alien species. For example, *A. altissima* closes the wound from top to bottom with bark (Forest Service of Canton Ticino, unpublished data), whereas *J. ailantifolia* develops a new woody structure made of a spongy tissue (fig. 4F).

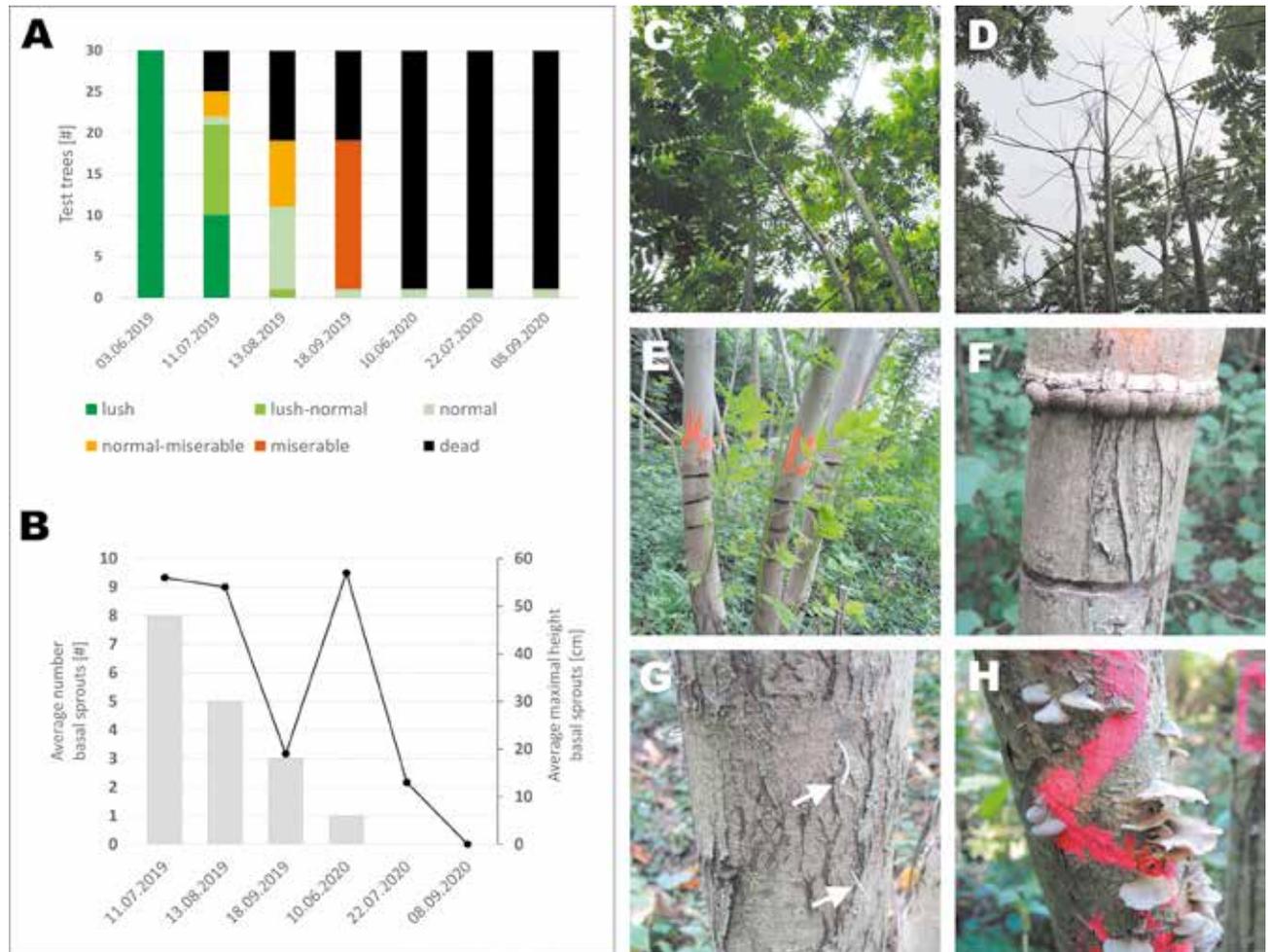


Figure 4: Three-ring girdling experiment on *Juglans ailantifolia*. A-B. Results of the experimental plot at the site in Gnosca (Switzerland). A) Vitality after girdling, described in categories by the aspect of the foliage (from lush to miserable) and tree death. B) Resprouting capacity in time, as indicated by the mean number and the mean maximum height of basal sprouts. C) Individuals with intact foliage at the beginning of the experiment (3 June 2019). D) The same individuals, dead and lacking foliage (8 September 2020). E) Basal resprouting as a reaction to the girdling (11 July 2019). F) Spongy bark tissue closing the top ring of the girdling experiment (observed in ca. 50% of treated individuals). G) Dying tree with typical signs by the xylophagous alien beetle *Xylosandrus germanus*. H) Dying individual attacked by xylophagous fungi.

Invasion potential

When such a conspicuous leafy tree is found in a site in which it formed a rich renewal in the understory, it is understandable that the question raises as whether this species can become invasive. In the following, we discuss the spread potential and impact potential, consisting of features about reproduction, dispersal and recent geographic spread according to the criteria catalogue of Info Flora (2014). The species reproduces only sexually, and sets the first seeds at a minimum of 10 years (Bonner 2008a). Individuals in the wild produce most likely less than 1'000 nuts/tree (each nut contains one seed) and should not be compared with *Juglans* trees farmed for nut production. It is unclear whether a seed bank is formed. We mainly found old “empty” nut halves, and studies on seed storage and seed longevity suggest that *Juglans* nuts would rarely retain viability for more than 10 years with current storage technology (Bonner 2008b). Furthermore, Spring frost may affect the early flowering of *J. ailantifolia* and cause flowers to abort (fig. 2L).

Dispersal by natural vectors is most likely by gravity, hence nearby the mother plant (fig. 2I). Even if nuts

are dispersed by squirrels, their spread would be close. The rich renewal observed in the understory of the site in Gnosca is not to be compared with dense monoclinal stands of invasive alien plants, like *Reynoutria japonica* Houtt. or *Prunus serotina* Ehrh. This situation is somewhat artificial, as it was possible due to the high density of cultivated trees as a private (then abandoned) plantation. However, nuts can float, meaning that nuts from trees close to streams, rivers, lakes, or in floodplains could be dispersed by water, which is considered a dispersal vector for long distances (over 1 km) (Info Flora 2014). This is the case in New Zealand, where the species has spread in the Waikato Region, for example along Mangapiko and Mangaohoi streams on public and private land, and has been targeted by local groups and also reported on local media (Cursey 2010; Te Awamutu Courier 2020). The Waikato Region is the only place known to us where the species has been reported as an unwanted weed. It is banned from propagation or sale and is listed in the governmental management category of ‘site-led pest plants’, i.e., where the outcome for the programme is to exclude, eradicate, contain, reduce or control the pest that is capable of

causing damage to a place and its values (Waikato Regional Council 2019, p. 25). Although New Zealand adopts a hard line against alien species to protect its unique biota, we should keep their case in mind, as there is some degree of climatic similarity between the lowlands of Canton Ticino and Lombard Prealps and the Waikato Region, characterized by relatively warm temperatures in the summer (20-25°C mean daily maximum temperature), relatively cold temperatures during the winter (0-8°C mean daily minimum temperature), and relatively abundant rainfall throughout the year (Chappell 2014).

Dispersal of *J. ailantifolia* by human activities is most likely very low, as it is not a garden ornamental in Switzerland and Italy. The plant is unable to set roots and resprout from pruned foliage and shoots and to give rise to a new stand in this way. The fact that the species occurs in the wild in few places where it has been overlooked for many decades, and that few adult trees of second and third generation exist far from cultivated mother plants, indicates the geographic spread of *J. ailantifolia* in southern Switzerland and northern Italy has been slow in the last decades. This could also be explained by the fact that the species does best in a relatively narrow range of environmental conditions, that are rather uncommon in the Insubric area.

As it was not possible for us to quantitatively assess the impact of *J. ailantifolia* on native species, we discuss potential impacts based on the current vegetation observed at Gnosca, probably the site with the most favorable conditions to the species. However, we were unable to infer any relevant impact on native species, because we must bear in mind that this site was an artificially created and then abandoned private plantation. Actually, the dominant presence of *Equisetum hyemale* in the undergrowth rather suggests that the native understory alluvial vegetation was able to colonize the site after the plantation was abandoned, hence despite the presence of the alien species and its seedling recruitment. While further studies are needed to understand any potential impacts of *J. ailantifolia* from wild stands, such as in Piario, it is unlikely to expect hybridization with the archaeophyte *J. regia*. This was not the case in the United States: as *J. ailantifolia* and its cultivar *Cordiformis* were introduced already in the mid-19th century and became widely cultivated for the heart-shaped nuts, they have hybridized with the native *J. cinerea* (Hoban et al. 2009) originating *J. ×bixbyi* Rehder to such an extent to raise concern for its conservation (Farlee et al. 2010; Pike et al. 2020). No hybrids seem to occur with *J. regia* (Farlee et al. 2010), although *J. hopeiensis* Hu seems to have originated as a hybrid between *J. regia* and *J. mandshurica* (Mu et al. 2017).

In sum, the biological characteristics, spread history, and current observable impacts indicate that the potential spread and impact of *J. ailantifolia* in Switzerland and Italy is low and do not support its classification as an invasive species. Nevertheless, because nuts can be dispersed along waterways, we recommend to control its spread close to alluvial habitats, streams, rivers or lakes, as well as avoid any cultivation of this tree in or nearby these habitats. Given its ability to resprout,

if trees are cut to the foot or girdled, it is necessary to control for suckers and resprouting of basal shoots. We recommend to prefer *J. regia* for timber plantings and native tree species for reforestation.

ACKNOWLEDGMENTS

We are grateful to Nicola Bomio-Pacciorini, Giovanni Galli, and Gisella Novi for help with the girdling experiment; to Lucia Pollini and Christophe Germann for identification of *Polydrusus formosus*; to Arnaud Albert, Michael Hassler, Jérôme Hog, Christian Gilli, Emmanuelle Sarat, and Filip Verloove for information on *J. ailantifolia* in their countries; to Pierino Bigoni, Germano Federici, Rizzieri Masin, and Alberto Selvaggi for information on alien *Juglans* in Lombardy, Piedmont and Veneto, and for the Lombard map; to Giovanni Galipò and Duccio Baldassini for information from Vallombrosa; and to David Frey for valuable comments that improved this manuscript.

LITERATURE CITED

- Amblard P., Bonassi J., Nguefack J., Hog J. & Rambaud M. In press. Catalogue de la flore vasculaire de la région Grand Est (version: janvier 2021). CBNBP/MNHN, PLFCBNNE, CBA, Région Grand-Est.
- Aradhya M.K., Potter D., Gao F. & Simon C.J. 2007. Molecular phylogeny of *Juglans* (Juglandaceae): a biogeographic perspective. *Tree Genetics & Genomes*, 3: 363-378. <https://doi.org/10.1007/s11295-006-0078-5>
- Aradhya M.K., Potter D., Gao F. & Simon C.J. 2005. Cladistic biogeography of *Juglans* (Juglandaceae) based on chloroplast DNA intergenic spacer sequences: 143-170. In: Motley T.J., Zerega N & Cross H, eds. Darwin's harvest: origin, evolution and conservation of crop plants. New York, NY, USA, Columbia University Press.
- Argenti C., Masin R., Pellegrini B., Perazza G., Prosser F., Scortegagna S. & Tasinazzo S. 2019. Flora del Veneto dalle Dolomiti alla laguna veneziana. Vols 1-2. Sommacampagna (Verona), Cierre edizioni.
- Bai W.N., Zeng Y.F., Liao W.J., & Zhang D.Y. 2006. Flowering phenology and wind-pollination efficacy of heterodichogamous *Juglans mandshurica* (Juglandaceae). *Annals of Botany*, 98: 397-402. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl111>
- Bai W.N., Wang W.T. & Zhang D.Y. 2016. Phylogeographic breaks within Asian butternuts indicate the existence of a phytogeographic divide in East Asia. *New Phytologist*, 209: 1757-1772. <https://doi.org/10.1111/nph.13711>
- Banfi E. & Galasso G. 2010. La flora esotica lombarda. Milano, Museo di Storia Naturale di Milano, 274 pp. + Cd-Rom.
- Bonali F. 2020. Notulae 436-447. *Pagine Botaniche*, 42-43: 67-68. In: Galasso G. & Banfi E., eds. Notulae ad plantas advenas Longobardiae spectantes: 9 (425-566).
- Bonner F.T. 2008a. *Juglans* L. - walnut: 601-606. In: Bonner F.T. & R.P. Karrfalt, eds. The Woody Plant Seed Manual. USDA Forest Service Agriculture Handbook 727, 1221 pp.
- Bonner F.T. 2008b. Storage of Seeds: 86-96. In: Bonner F.T. & R.P. Karrfalt, eds. The Woody Plant Seed Manual. USDA Forest Service Agriculture Handbook 727, 1221 pp.

- CABI. 2019. Datasheet report for *Xylosandrus germanus* (black timber bark beetle). URL: <https://www.cabi.org/isc/datasheetreport/57237> [accessed 18 February 2021]
- Carrière E.A. 1878. *Juglans ailantifolia*. Revue Horticole, 50: 414-415.
- Chappell P.R. 2014. The climate and weather of Waikato. NIVA Science And Technology Series, 61: 1-38.
- Cursey M. 2010. Valuing community action on the ground. Hamilton, Waikato Biodiversity Forum, 14 pp.
- De Langhe J. 2006-2012. Juglandaceae. Vegetative key to species cultivated in Western Europe. Genth, Ghent University Botanical Garden, 6 pp. URL: <http://www.plantentuin.ugent.be> [accessed 28 February 2021]
- Delarze R., Gonseth Y., Eggenberg S. & Vust M. 2015. Lebensräume der Schweiz. Basel, Ott Verlag, 456 pp.
- Dong W., Xu C., Li W., Xie X., Lu Y., Liu Y., Jin X. & Suo Z. 2017. Phylogenetic resolution in *Juglans* based on complete chloroplast genomes and nuclear DNA sequences. *Frontiers in Plant Science*, 8: 1148. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01148>
- Farlee L., Woeste K., Ostry M., McKenna J. & Weeks S. 2010. Identification of butternuts and butternut hybrids. FNR-420-W. West Lafayette, IN, Purdue University Cooperative Extension Service, 11pp.
- Federici G., Banfi E. & Galasso G. 2013. Notula 195. *Pagine Botaniche*, 36: 51. In: Galasso G. & Banfi E., eds. *Notulae ad plantas advenas longobardiae spectantes: 3* (141-208).
- Foit J., Kašák J., Májek T., Knížek M., Hoch G. & Steyder G. 2017. First observations on the breeding ecology of invasive *Dryocoetes himalayensis* Strohmeyer, 1908 (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in its introduced range in Europe. *Journal of Forest Science*, 63: 290-292. <https://doi.org/10.17221/3/2017JFS>
- Galasso G. & Banfi E. 2020. Notulae ad plantas advenas Longobardiae spectantes: 9 (425-566). *Pagine Botaniche*, 42-43: 67-114.
- Galasso G., Bartolucci F., Conti F., Martellos S., Moro A., Pennesi R., Peruzzi L., Pittao E. & Nimis P. 2020. L'inventario della flora spontanea italiana e il nuovo Portale della Flora d'Italia. *Natura*, 110: 47-56. In: Alessandrello A. & Azuma M., eds. *Al Museo per scoprire il mondo. La ricerca scientifica e le mostre temporanee*. Museo di Storia Naturale di Milano 2014-2019.
- Galasso G., Conti F., Peruzzi L., Ardenghi N.M.G., Banfi E., Celesti-Grappo L., ... & Bartolucci F. 2018. An updated checklist of the vascular flora alien to Italy. *Plant Biosystems*, 152: 556-592. <https://doi.org/10.1080/11263504.2018.1441197>
- Gausmann P., Haeupler H. & Adolphi K. 2017. Escapes of *Aralia elata*, *Fraxinus pennsylvanica* and *Juglans ailantifolia* in the Central Ruhr Basin. *Floristische Rundbriefe*, 51: 108-127.
- GBIF. 2019. *Juglans ailantifolia* - <https://www.gbif.org/occurrence/2423245352> [accessed 18 February 2021]
- Geissert F. 2002. *Carya ovata* (Mill.) K. Koch et autres Juglandacées dans la région de Haguenau. Remarques et souvenirs paléontologiques. *Bulletin de l'Association des Amis du Jardin Botanique du Col de Saverne*, 1: 14-25.
- Grimshaw J.M. 2003. Notes on the temperate species of *Juglans*. *International Dendrology Society Yearbook*, 2003: 107-130.
- Hefty A.R., Aukema B.H., Venette R.C., Coggeshall M.V., McKenna J.R. & Seybold S.J. 2018. Reproduction and potential range expansion of walnut twig beetle across the Juglandaceae. *Biological Invasions*, 20: 2141-2155. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1692-5>
- Hoban S.M., McCleary T.S., Schlarbaum S.E. & Romero-Severson J. 2009. Geographically extensive hybridization between the forest trees American butternut and Japanese walnut. *Biological Letters*, 5: 324-327. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.02030.x>
- Huxley A., Griffiths M., & M. Levy M. 1992. *The New Royal Horticultural Society Dictionary of Gardening*. London, Macmillan Press, 3000 pp.
- Info Flora. 2014. *Kriterienkatalog / Catalogue des critères*. S. Buholzer, M. Nobis, N. Schoenenberger & S. Rometsch. Bern, Info Flora, 7pp. URL: <https://www.infoflora.ch/de/neophyten/kriterienkatalog.html>
- Juillierat P., Bäumler B., Bornand C., Gygax A., Jutzi M., Möhl A., ... & Eggenberg S. 2017. Checklist 2017 der Gefäßpflanzenflora der Schweiz / de la flore vasculaire de la Suisse / della flora vascolare della Svizzera. Bern, Info Flora. URL: https://www.infoflora.ch/it/assets/content/documents/download/Annotated_Checklist_Infoflora2017s.pdf
- Kolařík M., Freeland E., Utley C. & Tisserat N. 2011. *Geosmithia morbida* sp. nov., a new phytopathogenic species living in symbiosis with the walnut twig beetle (*Pityophthorus juglandis*) on *Juglans* in USA. *Mycologia*, 103: 325-332. <https://doi.org/10.3852/10-124>
- Lu A., Stone D.E. & Grauke L.J. 1999. Juglandaceae. Vol. 4: 277-285. In: Wu Z.Y., Raven P.H., eds. *Flora of China*. Saint Louis, MO, Missouri Botanical Garden Press; Beijing, Science Press.
- Mangili S., Schoenenberger N., Selldorf P., Sasu I., Haritz C., Borsari A., Marazzi B. & Frey D. 2020. Note floristiche ticinesi 2020: ritrovamento di tre neofite nuove per la Svizzera e di due nuove per il Cantone Ticino. *Bollettino della Società Ticinese di Scienze Naturali*, 108: 83-91. <https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:25191>
- Manning W.E. 1957. The genus *Juglans* in Mexico and Central America. *Journal of the Arnold Arboretum*, 38: 121-150. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.9100>
- Manning W.E. 1960. The genus *Juglans* in South America and the west indies. *Brittonia*, 12: 1-26. <https://doi.org/10.2307/2805331>
- Manning W.E. 1978. The classification within the Juglandaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 65: 1058-1087. <https://doi.org/10.2307/2398782>
- Martellos S., Bartolucci F., Conti F., Galasso G., Moro A., Pennesi R., Peruzzi L., Pittao E. & Nimis P.L. 2020. FlorItaly – the portal to the Flora of Italy. *PhytoKeys*, 156: 55-71. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.156.54023>
- Masin R. 2014. Indagini sulla flora del Polesine (Italia nord-orientale). *Natura Vicentina*, 17: 5-157.
- MeteoSvizzera. 2012. Rapporto sul clima – Cantone Ticino 2012, rapporto di lavoro MeteoSvizzera, pp. 63. URL: https://www4.ti.ch/fileadmin/DT/temi/aria/clima/01_Rapporto_clima_Ticino.pdf
- MeteoSvizzera. 2021. Blog. 5 aprile 2021: Gelida lotta fra titani. URL: <https://www.meteosvizzera.admin.ch/home/attualita/meteosvizzera-blog/meteosvizzera-blog.subpage.html/it/data/blogs/2021/4/coulee-arctique.html>

- Miller R.B. 1976. Wood anatomy and identification of species of *Juglans*. Botanical Gazette, 137: 368-377. <https://doi.org/10.1086/336886>
- Montecchio L. & Faccoli M. 2014. First record of thousand cankers disease *Geosmithia morbida* and walnut twig beetle *Pityophthorus juglandis* on *Juglans nigra* in Europe. Plant Disease 98: 696. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-13-1027-PDN>
- Mu X.-Y., Sun M., Yang P.F. & Lin Q.W. 2017. Unveiling the identity of wenwan walnuts and phylogenetic relationships of Asian *Juglans* species using Restriction Site-Associated DNA-Sequencing. Frontiers in Plant Science, 8: 1708. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01708>
- Mu X.-Y., Tong L., Sun M., Zhu Y.-X., Wen J., Lin Q.-W. & Liu B. 2020. Phylogeny and divergence time estimation of the walnut family (Juglandaceae) based on nuclear RAD-Seq and chloroplast genome data. Molecular Phylogenetics and Evolution, 147: 106802. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2020.106802>
- Ohba H. 2006. Juglandaceae. Flora of Japan Vol. 2a: 4-6. In: Iwatsuki K., Boufford D.E. & Ohba H. eds. Flora of Japan. Tokyo, Kodansha Ltd, 550 pp.
- Pike C., Williams M., Brennan A., Woeste K., Jacobs J., Hoban S., Moore M. & Romero-Severson J. 2020. Save our species: a blueprint for restoring butternut (*Juglans cinerea*) across Eastern North America. Journal of Forestry, fvaa053. <https://doi.org/10.1093/jofore/fvaa053>
- Roloff A. & Bärtels A. 2018. Flora der Gehölze: Bestimmung, Eigenschaften und Verwendung. Stuttgart, Ulmer, 912 pp.
- Sanchez A., Chittaro Y., Germann C. & Knížek M. 2020. Annotated checklist of Scolytinae and Platypodinae (Coleoptera, Curculionidae) of Switzerland. Alpine Entomology, 4: 81-97. <https://doi.org/10.3897/alpento.4.50440>
- Schoenenberger N., Rötlişberger J. & Carraro G. 2014. La flora esotica nel Cantone Ticino. Bollettino della Società Ticinese di Scienze Naturali, 102: 13-30.
- Siniscalco C., Barni E. & Soldano A. 2009. Regional experts: Piedmont. In: Celesti-Grappo L., Pretto F., Brundu G., Carli E. & Blasi C., eds. A thematic contribution to the National Biodiversity Strategy. Plant invasion in Italy, an overview. Rome, Ministry for the Environment Land and Sea Protection, Nature Protection Directorate, 32 pp. + Cd-Rom.
- Stanford A.M., Harden R. & Parks C.R. 2000. Phylogeny and biogeography of *Juglans* (Juglandaceae) based on matK and ITS sequence data. American Journal of Botany, 87: 872-882. <https://doi.org/10.2307/2656895>
- Sutton J. 2019. '*Juglans*' from the website Trees and Shrubs Online (<https://treesandshrubsonline.org/articles/juglans/>). [accessed 27 September 2020]
- Tamura N. & Hayashi F. 2008. Geographic variation in walnut seed size correlates with hoarding behaviour of two rodent species. Ecological Research, 23: 607-614. <https://doi.org/10.1007/s11284-007-0414-8>
- Te Awamutu Courier. 2020. Stream care group calling on public to help eradicate invasive tree. NZ Herald, published online on 30 May 2020. URL: <https://www.nzherald.co.nz/te-awamutu-courier/news/stream-care-group-calling-on-public-to-help-eradicate-invasive-tree/L6QGUMI4NKN6Q6Y3D4FMOLUOP4/> [accessed 1 February 2021]
- Thiers B. 2021+. Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. URL: <http://sweetgum.nybg.org/ih/> [accessed 2 March 2021]
- Tison J.-M. & de Foucault B. 2014. Flora Gallica. Flore de France. Mèze, Biotope Éditions, 1195 pp.
- Uotila P. 2011. Juglandaceae. In: Euro+Med Plantbase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. URL: <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/> [accessed 2 March 2021]
- Waikato Regional Council. 2019. Waikato Regional Pest Management Plan 2019/20 Operational Plan. Document # 14386158. Waikato Regional Council Policy Series 12: 1-29. URL: <https://www.waikatoregion.govt.nz/assets/WRC/WRC-2019/RPMP-Operational-Plan.pdf> [accessed 1 February 2021]
- Walker H.-S. 2013. Die Walnuss im Kanton Freiburg. Bulletin der Freunde des Botanischen Gartens Fribourg 1/2013. URL: <https://walwal.ch/wp-content/uploads/Die-Walnuss-im-Kanton-Freiburg.pdf>
- Whittemore A.T. & Stone D.E. 1997. *Juglans* Linnaeus. Flora of North America North of Mexico, Vol. 3: 425-428. In: Flora of North America Editorial Committee, eds. Flora of North America North of Mexico. Vol. 3. New York, NY, Oxford University Press, 616 pp. http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=116860
- Willis R.J. 2000. *Juglans* spp., juglone and allelopathy. Allelopathy Journal, 7: 1-55.
- Wunder J. Knüsel S. & Conedera M. 2019. Götterbaum-Ringelungsexperiment (2014-2019). Schlussbericht. Birmensdorf, Cadenazzo, Eidg. Forschungsanstalt WSL.
- Zhang B.-W., Xu L.-L., Li N., Yan P.-C., Jiang X.-H., Woeste K.E., Lin K., Renner S.S., Zhang D.-Y. & Bai W.-N. 2019. Phylogenomics reveals an ancient hybrid origin of the Persian Walnut. Molecular Biology and Evolution, 36: 2451-2461. <https://doi.org/10.1093/molbev/msz112>

La diffusione di piante esotiche nelle foreste suburbane e considerazioni sul loro impatto sugli ecosistemi boschivi

Luca Gaggini*, Hans-Peter Rusterholz e Bruno Baur

Institut für Natur-, Landschafts- und Umweltschutz (NLU), Universität Basel,
St. Johanns-Vorstadt 10, 4056 Basel, Svizzera

* lucagaggini@bluewin.ch

Riassunto: L'urbanizzazione è tra le principali cause dell'omogeneizzazione della biodiversità e favorisce la diffusione di specie alloctone negli ambienti naturali. Questo studio esamina l'influsso degli insediamenti suburbani e della composizione del paesaggio circostante sulla diffusione di piante alloctone nelle foreste della Svizzera meridionale e nordoccidentale. Nell'ambito di questo progetto sono stati condotti rilevamenti della vegetazione in foreste adiacenti a un insediamento e in foreste lontane dagli insediamenti, registrando il numero e l'abbondanza di specie vegetali indigene e alloctone (esotiche). In entrambe le regioni di studio è stato rilevato un maggior numero di specie alloctone nelle foreste adiacenti agli insediamenti rispetto alle foreste più lontane. Questi risultati evidenziano il ruolo degli insediamenti quale fonte per la diffusione di specie alloctone nelle foreste suburbane. Inoltre, la presenza di specie alloctone era influenzata positivamente dalla vicinanza di strade e dalla percentuale di giardini nelle vicinanze, dimostrando come la composizione del paesaggio giochi un ruolo nella diffusione di piante alloctone. Questi effetti erano più marcati nella Svizzera meridionale, una regione con un clima invernale più mite e con una più lunga tradizione di importazione di piante esotiche rispetto alla Svizzera nordoccidentale. Infine sono presentati in sintesi gli effetti di una neofita, *Impatiens glandulifera*, sui funghi del suolo e sulla diversità di specie vegetali nelle foreste, a livello epigeo e ipogeo.

Parole chiave: composizione del paesaggio, giardini, *Impatiens glandulifera*, neofite (invasive), piante alloctone, piante ornamentali, urbanizzazione

The spread of non-native plants into suburban forests and insights into their impact on forest ecosystems

Abstract: Urbanization is one of the main causes for biotic homogenization and also promotes the dispersal of non-native species into natural habitats. This study examined the influence of suburban settlements and of the surrounding landscape composition for the spread of non-native plants into adjacent forests in Southern and Northwestern Switzerland. For this purpose, field surveys were conducted and the number and abundance of native and non-native (exotic) species were recorded in forest sites situated adjacent to settlements and in control sites far from settlements. In both study regions, non-native species were found in higher number and larger abundance in forests adjacent to settlements than in forests far away from settlements. These findings highlight the role of settlements as an effective source for the spread of non-native plant species into suburban forests. In addition, the occurrence of non-native plants was positively affected by the proximity of roads and by the percentage cover of gardens around the study sites, showing that the composition of the surrounding landscape matrix also affects the establishment of non-native plants. These effects were more pronounced in Southern Switzerland, a region with milder winter climate and a longer history of introductions of non-native plants than Northwestern Switzerland. Finally, the impacts of a non-native species, *Impatiens glandulifera*, on soil fungi and on above- and belowground plant diversity in forests are presented in a synthesis.

Keywords: alien plants, gardens, *Impatiens glandulifera*, (invasive) neophytes, landscape composition, ornamental plants, urbanization

INTRODUZIONE

L'introduzione e la diffusione di specie di piante alloctone in una nuova regione è una delle principali minacce per la biodiversità locale (Pejchar & Mooney 2009). Le specie alloctone possono avere effetti negativi sugli ecosistemi modificando la diversità di specie, la struttura della comunità e le interazioni fra gli organismi, portando a volte a un'estinzione locale di specie indigene (Vilà et al. 2011; Pysek et al. 2012). Negli ultimi decen-

ni, sempre più specie di piante esotiche hanno invaso le foreste dell'Europa centrale (Lambdon et al. 2008; Kowarik 2010). L'urbanizzazione è una delle cause dell'omogeneizzazione della biodiversità e promuove la diffusione di specie esotiche. La diffusione di piante alloctone negli ambienti naturali (p. es. nelle foreste) è influenzata positivamente dalla vicinanza e dalle dimensioni degli insediamenti umani (Gavier-Pizarro et al. 2010; Sullivan et al. 2005). Alcuni elementi del paesaggio possono giocare un ruolo nell'invasione di pian-

te alloctone negli ambienti naturali (Gonzalez-Moreno et al. 2013a), come ad esempio i giardini, che ospitano una grande varietà di specie esotiche ornamentali (Sullivan et al. 2005; Smith et al. 2006). Le infrastrutture stradali possono avere un effetto nella diffusione di piante alloctone, fungendo da corridoi per la loro dispersione (Von der Lippe et al. 2005; Vakhlamova et al. 2016). Numerose piante esotiche sono state introdotte nell'Europa centrale a scopo ornamentale o orticolo da regioni climatiche più calde (Kowarik 2010). Il riscaldamento climatico può favorire la loro espansione in regioni in cui prima non avrebbero potuto sopravvivere (Von der Lippe et al. 2005; Walther et al. 2001). Sebbene diversi studi abbiano esaminato i meccanismi alla base delle invasioni di piante alloctone negli ambienti naturali in zone urbane, in Europa raramente si è studiato il ruolo degli insediamenti e delle caratteristiche del paesaggio circostante (matrice) sulla diffusione di specie alloctone nelle foreste (González-Moreno et al. 2013a,b).

Lo scopo del presente studio, che è parte di una tesi di dottorato in botanica condotta all'Università di Basilea, era di valutare gli effetti della vicinanza degli insediamenti umani sull'abbondanza di specie vegetali alloctone nelle foreste situate in due regioni distinte della Svizzera, una nella sua parte meridionale (regione di Lugano) e una nella parte nordoccidentale (regione di Basilea). La Svizzera meridionale ha una lunga storia di introduzioni di piante alloctone, come si evince ad esempio dalle pagine di Schröter (1936), è esposta a una pressione più elevata sia dai giardini, che ospitano tendenzialmente più specie alloctone, sia dall'area mediterranea, e ha un clima invernale più mite rispetto alla Svizzera nordoccidentale (tale differenza climatica può favorire le specie termofile o comunque più sensibili alla temperatura). Per questi motivi ci si aspetta una maggiore frequenza di piante alloctone nelle foreste vicine agli insediamenti nella Svizzera meridionale rispetto a quella nordoccidentale. In particolare si ipotizza che: a) Il numero e la percentuale di specie alloctone sono maggiori nelle foreste della Svizzera meridionale rispetto alla Svizzera nordoccidentale; b) La vicinanza agli insediamenti e la composizione del paesaggio circostante influenzano il numero e la percentuale di

specie alloctone presenti nelle foreste; c) Il numero e l'abbondanza di piante alloctone nelle foreste situate in prossimità degli insediamenti umani sono più alti al margine e diminuiscono verso l'interno della foresta. Oltre a meglio conoscere le vie di diffusione delle piante alloctone negli ambienti naturali, è molto importante valutare e comprendere il loro impatto sulla biodiversità e sul funzionamento degli ecosistemi. Diversi studi hanno esaminato gli effetti delle piante alloctone (invasive) sulla biodiversità a livello epigeo, mentre l'impatto sulla diversità ipogea è stato molto spesso trascurato. La suddetta tesi di dottorato contiene, oltre allo studio già citato e oggetto del presente contributo, altri tre studi, che hanno lo scopo di esaminare gli effetti di una neofita invasiva, *Impatiens glandulifera* Royle (Balsamina ghiandolosa), a) sulle comunità di funghi e batteri del suolo, b) sulla crescita delle ife dei funghi delle ectomicorrize e c) sulla ricchezza di specie vegetali presenti a livello epigeo e ipogeo nelle foreste. Questi tre studi sono stati condotti nella Svizzera nordoccidentale (regione di Basilea), ma questa pianta annuale, originaria dell'Himalaya e introdotta in Europa nel 1839 a scopo ornamentale, è ben presente anche nel Canton Ticino sin dal 1936 (Jäggi 1936). In Svizzera la specie è presente quasi ovunque, fatta eccezione per le zone d'alta montagna. In Ticino è presente lungo i principali fiumi e nei fondovalle, in particolare del Sopraceneri. Sebbene *I. glandulifera* sia tipicamente legata ai margini dei fiumi, da circa 20 anni or sono ha iniziato a diffondersi nelle foreste. Questo fenomeno è stato osservato in tutta l'Europa Centrale ed è in accelerazione (Čuda et al. 2020). Ciò dimostra un'ampia tolleranza ambientale della specie.

I risultati di questi tre studi sugli effetti di *I. glandulifera* nelle foreste sono presentati sotto forma di sintesi alla fine dell'articolo (v. "Sintesi degli altri temi trattati").

MATERIALI E METODI

Superfici di studio

Lo studio è stato condotto in 15 foreste di latifoglie situate in due regioni della Svizzera, sette nella regione di Lugano (Svizzera meridionale (Ticino); località



Figura 1: Esempi di una superficie di studio adiacente agli insediamenti (sinistra) e della corrispondente superficie di controllo, lontana dagli insediamenti e vicina a un prato (destra) (foto: L. Gaggini).

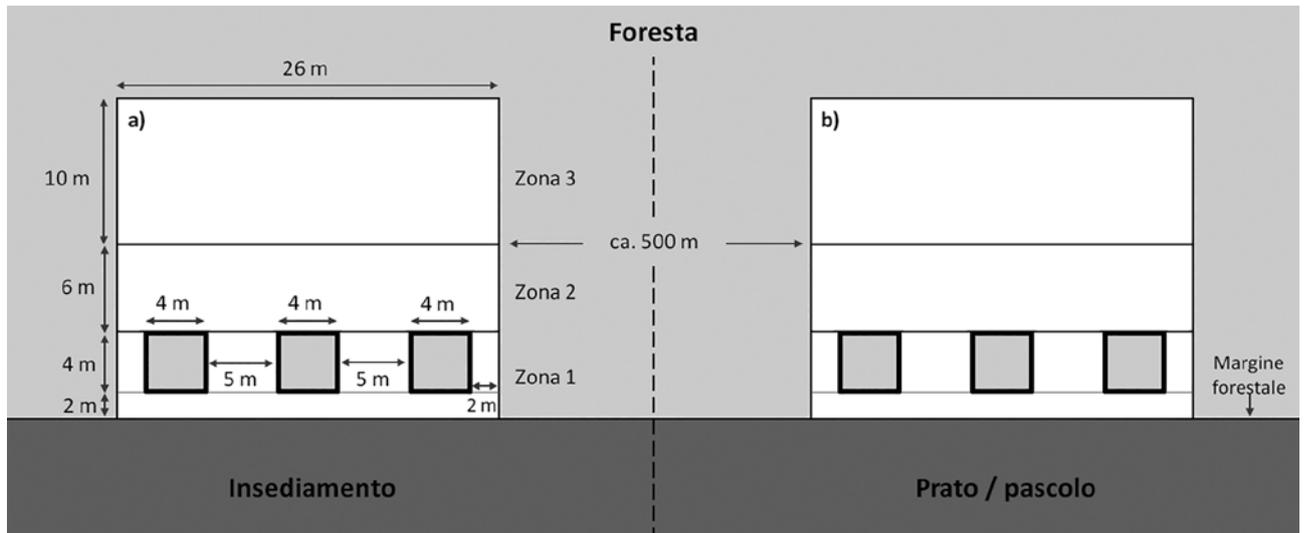


Figura 2: Design sperimentale per esaminare il ruolo degli insediamenti sulla diffusione di piante alloctone nelle foreste. (a) Superficie di studio adiacente agli insediamenti, (b) Superficie di controllo, lontana dagli insediamenti e adiacente a un prato o a un pascolo.

di Arasio, Breganzona, Carabbia, Lamone, Pazzallo, Ponte Capriasca, Vezia) e otto nella regione di Basilea (Svizzera nordoccidentale; località di Biel-Benken BL, Hofstetten SO, Liestal BL, Münchenstein BL, Oberwil BL, Pratteln BL, Reinach BL, Therwil BL). Le due regioni sono situate a 200 km di distanza. In entrambe, le foreste selezionate erano situate in un'area di 5 km x 15 km e nel piano altitudinale collinare, tra i 313 e i 536 m s.l.m. In ogni regione, le foreste avevano una distanza minima tra loro di 800 m.

Per esaminare gli effetti della prossimità agli insediamenti sulla presenza e l'abbondanza di specie alloctone, in ogni foresta sono state definite due superfici di studio (Fig. 1), una adiacente agli insediamenti, l'altra vicino a un prato o a un pascolo e lontana dagli insediamenti (controllo). Le superfici adiacenti agli insediamenti avevano una distanza di 200-960 m (media 500 m) dalla superficie di controllo. In ogni regione, le superfici adiacenti agli insediamenti e le rispettive superfici di controllo avevano caratteristiche pedologiche, altitudinali, di pendenza e forestali simili.

In ogni superficie di studio è stata definita in modo casuale un'area di 26 m x 22 m, suddivisa in tre zone (Fig. 2). La zona n° 1 adiacente al margine della foresta, larga 6 m, era seguita dalla zona n° 2, larga 6 m, e dalla zona n° 3, larga 10 m. Tre quadrati di studio (4 m x 4 m) sono stati installati in fila nella zona 1, con una distanza di 5 m tra loro e una distanza di 2 m dal margine della foresta (Fig. 2).

Rilievi della vegetazione

La composizione di specie vegetali è stata determinata su due livelli differenti (quadrati e zone). A livello dei quadrati, il numero e l'abbondanza di specie di piante indigene ed esotiche sono stati determinati all'interno dei tre quadrati di 4x4 m. Sono state determinate tutte le specie di piante nello strato erbaceo (piante erbacee e legnose alte fino a 40 cm) e nello strato arbustivo (piante legnose con un'altezza tra i 40 cm e i 2.5 m), sono state stimate (precisione 5%) la copertura totale della vegetazione, della lettiera, del legno morto e del suolo nudo ed è stata misurata la circonferenza (cm)

degli alberi all'altezza del petto. Limitandosi a esaminare la vegetazione all'interno dei soli quadrati, alcune specie alloctone rischierebbero di non essere rilevate, dal momento che molte di esse sono distribuite in modo irregolare e non uniforme nelle foreste. Per questo motivo, oltre ai quadrati sono state esaminate in ogni superficie di studio anche le tre zone, registrando il numero e l'abbondanza di specie alloctone, sia nello strato erbaceo, sia nello strato arbustivo. La loro abbondanza è stata classificata in cinque gruppi (1-5 / 6-10 / 11-50 / 51-100 / >200 individui). Questi rilievi a livello delle zone permettono anche di valutare gli effetti della distanza dal margine della foresta sull'abbondanza di piante alloctone. Sono pure state rilevate la composizione e l'abbondanza delle specie, così come la circonferenza degli alberi presenti nelle tre zone.

Le specie sono state identificate e classificate come indigene o alloctone sulla base di Fitschen (2007) e Lauber et al. (2012). I rilievi della vegetazione sono stati eseguiti tra aprile e settembre 2014, una volta in primavera e una in autunno.

Caratteristiche del suolo

Per determinare le caratteristiche del suolo nelle superfici di studio, tra agosto e settembre 2014 sono stati prelevati 5 campioni in ogni zona di ciascuna superficie di studio utilizzando un cilindro di metallo (profondità 5 cm, diametro 5 cm, volume 100 cm³). I campioni di terreno ottenuti in ogni zona sono stati uniti, per un totale di 90 campioni (3 zone x 15 località x 2 superfici di studio). I campioni di terreno sono stati setacciati (maglia: 2 mm) ed essiccati per 48 h a 50°C. L'umidità (%) è stata determinata utilizzando il rapporto tra peso fresco e peso secco, il pH è stato determinato in acqua distillata (1:2.5 suolo:acqua), e il contenuto totale di materia organica (%) è stato determinato essiccando il suolo a 750°C per 16 h.

Caratteristiche del paesaggio

Per ogni superficie di studio è stata determinata la distanza dalla strada più vicina (in m) e, tramite fotografie aeree, sono state determinate le percentuali di

copertura di foreste, terreni agricoli, infrastrutture stradali, edifici e giardini in un raggio di 100 m attorno ad ogni superficie di studio, con l'ausilio della funzione di conteggio dei pixel di Adobe Photoshop, versione 10.0.1 (precisione 1%).

Analisi dei dati

Le analisi statistiche sono state eseguite con il software R (R Foundation for Statistical Computing 2014, versione 3.1.2). I dati delle due regioni di studio sono stati analizzati separatamente. Per analizzare l'effetto della prossimità agli insediamenti e delle caratteristiche dei quadrati di studio sul numero totale di specie e sul numero e percentuale di specie alloctone sono stati utilizzati dei *linear mixed-effect models* (LME). Onde evitare la pseudoreplicazione, la prossimità agli insediamenti è stata annidata nella località e inclusa come fattore fisso, mentre i quadrati di studio sono stati annidati nelle superfici di studio come fattore casuale. Le caratteristiche dei quadrati di studio sono state incluse come cofattori. Tre caratteristiche dei quadrati sono state escluse poiché intercorrelate. Le caratteristiche del suolo non sono state incluse nei modelli perché non differivano tra le superfici adiacenti agli insediamenti e le superfici di controllo in entrambe le regioni.

Siccome le caratteristiche del paesaggio differivano tra le superfici adiacenti agli insediamenti e le superfici di controllo (*Principal Components Analysis*; dati non pubblicati), per analizzare i loro effetti sulla ricchezza di specie a livello dei quadrati di studio sono stati utilizzati modelli LME separati. I quadrati di studio sono stati annidati nelle superfici di studio, quest'ultime annidate nella località, ed entrambi inclusi come fattori casuali, mentre le caratteristiche del paesaggio sono state incluse come cofattori. Tre caratteristiche del paesaggio sono state escluse dai modelli poiché intercorrelate.

A livello di superficie di studio, sono state condotte delle analisi LME simili per studiare gli effetti delle caratteristiche del paesaggio sull'abbondanza di specie alloctone nelle tre zone. Per il numero di individui di piante alloctone sono stati utilizzati i valori medi. Le superfici di studio sono state annidate nella località e incluse come fattori casuali, mentre le caratteristiche del paesaggio sono state incluse come cofattori. Dato che le analisi LME condotte a livello di superficie di studio hanno dato risultati simili alle analisi a livello dei quadrati, vengono presentati solo i risultati a livello dei quadrati di studio.

Per valutare se la distanza dal margine della foresta influenzi il numero e l'abbondanza di specie alloctone nelle foreste sono stati utilizzati dei *generalized linear models* (GLM) *with quasi-Poisson distributed errors*. La prossimità agli insediamenti (annidata nella località) e le zone sono state incluse come fattori fissi, mentre l'area basale degli alberi come cofattore. Tutti i modelli sono stati ridotti progressivamente (Crawley 2007).

Tutte le analisi statistiche sono state condotte sia per lo strato erbaceo, sia per lo strato arbustivo.

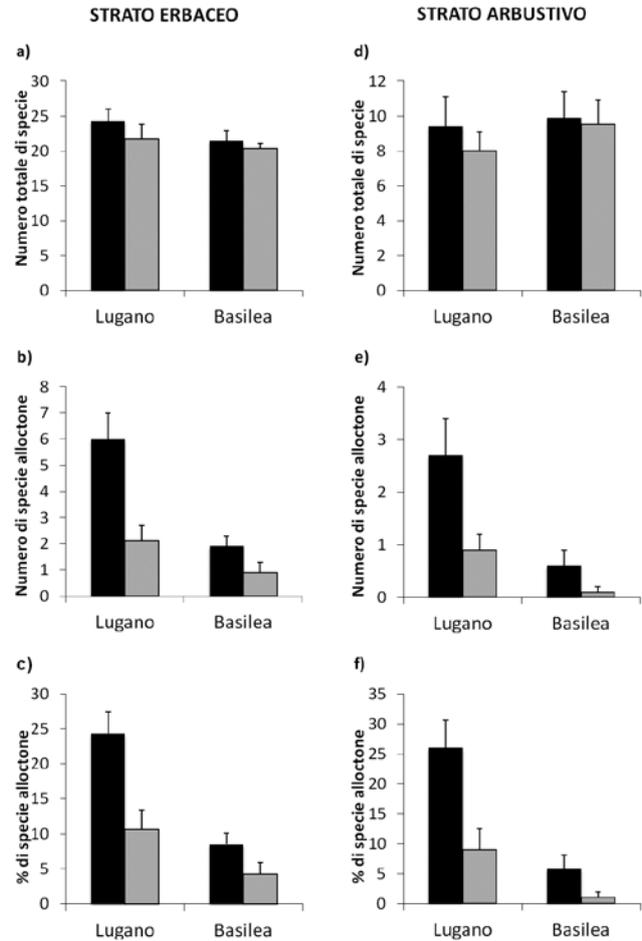


Figura 3: Numero totale di specie (a, d), numero di specie alloctone (b, e) e percentuale di specie alloctone (c, f) rilevate nello strato erbaceo (a, b, c) e nello strato arbustivo (d, e, f) nelle superfici di studio adiacenti agli insediamenti (nero) e nelle superfici di controllo lontane dagli insediamenti (grigio) nelle regioni di Lugano (N = 7+7) e Basilea (N = 8+8). Valori medi \pm Errore Standard.

RISULTATI

Ricchezza di specie

Regione di Lugano

Nell'insieme delle superfici di studio nella Svizzera meridionale, nello strato erbaceo sono state rilevate 102 specie di piante, di cui 79 (77.5%) nelle superfici adiacenti agli insediamenti (I) e 69 (67.6%) nelle superfici di controllo lontane dagli insediamenti (C). In totale, 25 specie (24.5%) erano alloctone (I: 22, C: 12). Nello strato arbustivo sono state rilevate 44 specie (I: 30, C: 29), di cui 14 (31.8%) erano alloctone (I: 12, C: 4).

Regione di Basilea

Nella Svizzera nordoccidentale sono state rilevate 72 specie vegetali nello strato erbaceo, di cui 63 (87.5%) nelle superfici adiacenti agli insediamenti, e 52 (72.2%) nelle superfici di controllo. In totale, 12 specie (16.7%) erano alloctone (I: 10, C: 6). Delle 30 specie rilevate nello strato arbustivo (I: 24, C: 24), 5 (16.7%) erano alloctone (I: 4, C: 1).

Le due regioni di studio avevano in comune 39 specie.

Tabella 1: Riassunto analisi LME (*linear mixed-effect model*) sugli effetti della prossimità agli insediamenti sul numero totale di specie vegetali, sul numero di specie alloctone e sulla percentuale di specie alloctone rilevate nello strato erbaceo (a) e nello strato arbustivo (b) nelle superfici di studio della regione di Lugano (N = 7+7). I dati sono stati analizzati a livello dei quadrati di studio (“-”: Escluso dal modello dopo riduzione progressiva).

	Numero totale di specie	Numero di specie alloctone	Percentuale di specie alloctone
(a) Strato erbaceo			
Località	$F_{6,21} = 3.41, P = 0.017$	$F_{6,23} = 4.42, P = 0.004$	$F_{6,23} = 4.61, P = 0.003$
Prossimità agli insediamenti	$F_{7,21} = 3.32, P = 0.015$	$F_{7,23} = 9.87, P < 0.001$	$F_{7,23} = 11.02, P < 0.001$
Copertura vegetazione (%)	$F_{1,21} = 1.65, P = 0.212$	–	–
Area basale alberi (m ²)	$F_{1,21} = 2.48, P = 0.130$	–	–
(b) Strato arbustivo			
Località	$F_{6,23} = 6.08, P = 0.001$	$F_{6,22} = 3.92, P = 0.008$	$F_{6,22} = 2.95, P = 0.029$
Prossimità agli insediamenti	$F_{7,23} = 2.32, P = 0.060$	$F_{7,22} = 3.51, P = 0.011$	$F_{7,22} = 3.41, P = 0.013$
Copertura vegetazione (%)	–	$F_{1,22} = 1.98, P = 0.174$	$F_{1,22} = 3.62, P = 0.070$
Area basale alberi (m ²)	–	–	–

Tabella 2: Riassunto analisi LME (*linear mixed-effect model*) sugli effetti della prossimità agli insediamenti sul numero totale di specie vegetali, sul numero di specie alloctone e sulla percentuale di specie alloctone rilevate nello strato erbaceo (a) e nello strato arbustivo (b) nelle superfici di studio della regione di Basilea (N = 8+8). I dati sono stati analizzati a livello dei quadrati di studio (“-”: Escluso dal modello dopo riduzione progressiva).

	Numero totale di specie	Numero di specie alloctone	Percentuale di specie alloctone
(a) Strato erbaceo			
Località	$F_{7,27} = 0.94, P = 0.491$	$F_{7,27} = 3.37, P = 0.010$	$F_{7,27} = 1.21, P = 0.332$
Prossimità agli insediamenti	$F_{8,27} = 1.91, P = 0.099$	$F_{8,27} = 5.93, P < 0.001$	$F_{8,27} = 2.95, P = 0.017$
Copertura vegetazione (%)	–	–	–
Area basale alberi (m ²)	–	–	–
(b) Strato arbustivo			
Località	$F_{7,25} = 13.16, P < 0.001$	$F_{7,26} = 0.91, P = 0.513$	$F_{7,26} = 0.77, P = 0.615$
Prossimità agli insediamenti	$F_{8,25} = 3.32, P = 0.010$	$F_{8,26} = 1.42, P = 0.237$	$F_{8,26} = 1.12, P = 0.385$
Copertura vegetazione (%)	$F_{1,25} = 11.02, P = 0.003$	$F_{1,26} = 2.76, P = 0.108$	$F_{1,26} = 4.12, P = 0.053$
Area basale alberi (m ²)	$F_{1,25} = 6.95, P = 0.014$	–	–

Specie alloctone più frequenti e loro caratteristiche

Le specie alloctone rilevate più frequentemente sono state *Prunus laurocerasus* (in 10 superfici di studio, in entrambe le regioni), *Lamium galeobdolon* subsp. *argentatum* (8 superfici di studio, in entrambi le regioni), e *Trachycarpus fortunei* (8 superfici di studio, nella regione di Lugano); cinque sono catalogate in Svizzera nella lista nera (InfoFlora 2014) come specie invasive (*Ailanthus altissima*, *Prunus laurocerasus*, *Prunus serotina*, *Robinia pseudoacacia*, *Trachycarpus fortunei*) e due nella watch list delle specie da sorvegliare (*Impatiens balfourii*, *Phytolacca americana*). Delle 42 specie rilevate in totale, 11 erano specie arboree, 16 arbustive o rampicanti e 15 erbacee.

Effetti della prossimità agli insediamenti

Regione di Lugano

Nella regione di Lugano il numero totale di specie, così come il numero e la percentuale di specie alloctone, erano più alti nelle foreste adiacenti agli insediamenti rispetto alle foreste lontane dagli insediamenti (controlli). Ciò vale sia per lo strato erbaceo, sia per lo strato arbustivo (Fig. 3; Tab. 1).

Regione di Basilea

Nella regione di Basilea il numero totale di specie nello strato erbaceo non era influenzato dalla vicinanza agli insediamenti (Fig. 3; Tab. 2). Invece, il numero e la percentuale di specie alloctone erano più alti nelle foreste adiacenti agli insediamenti rispetto alle foreste lontane dagli insediamenti (Fig. 3; Tab. 2). Per quanto riguarda lo strato arbustivo, la ricchezza di specie era influenzata dalla vicinanza agli insediamenti. Essa era più alta nei quadrati di studio con una maggiore copertura della vegetazione (correlazione per ranghi di Spearman: $r_s = 0.44, N = 16, P = 0.002$) ed era influenzata dall'area basale degli alberi, un indicatore della disponibilità di luce (Fig. 3; Tab. 2).

Effetti della composizione del paesaggio circostante

Regione di Lugano

Nella regione di Lugano il numero totale di specie nello strato erbaceo era influenzato dalla percentuale di infrastrutture stradali nelle vicinanze (Tab. 3). Inoltre, sia il numero, sia la percentuale di specie alloctone nello strato erbaceo erano più alti vicino alle strade e

nelle foreste circondate da un'alta percentuale di giardini (Tab. 3). Nello strato arbustivo, sia il numero, sia la percentuale di specie alloctone erano più alti nelle foreste circondate da un'alta percentuale di giardini (Tab. 3).

Regione di Basilea

Nella regione di Basilea, il numero e la percentuale di specie alloctone nello strato erbaceo erano influenzati dalla percentuale di foreste nelle vicinanze (Tab. 4). Inoltre, sia il numero, sia la percentuale di specie alloctone erano più alti in foreste circondate da un'alta percentuale di infrastrutture stradali (Tab. 4). Al contrario, il numero totale di specie non era influenzato da nessuna delle caratteristiche del paesaggio circostante (Tab. 4). Nello strato arbustivo, il numero totale di specie era più alto nel caso in cui un'alta percentuale di foreste circondava la superficie di studio (Tab. 4).

Effetti della distanza dal margine boschivo

Regione di Lugano

Nella regione di Lugano, sia il numero di individui di piante alloctone, sia il numero di specie alloctone nello strato erbaceo erano più alti in prossimità degli insediamenti e del margine boschivo, ed erano influenzati dall'area basale degli alberi (Fig. 4; Tab. 5). Risultati simili sono stati rilevati per lo strato arbustivo (Tab. 5).

Regione di Basilea

Per quanto riguarda gli effetti della distanza dal margine boschivo sul numero di individui e di specie alloctone, nella regione di Basilea si sono riscontrati risultati simili alla regione di Lugano (Fig. 4; Tab. 6).

Tabella 3: Riassunto analisi LME (*linear mixed-effect model*) sugli effetti delle caratteristiche del paesaggio circostante sul numero totale di specie vegetali, sul numero di specie alloctone e sulla percentuale di specie alloctone rilevate nello strato erbaceo (a) e nello strato arbustivo (b) nelle superfici di studio della regione di Lugano (N = 7+7). I dati sono stati analizzati a livello dei quadrati di studio (“-”: Escluso dal modello dopo riduzione progressiva).

	Numero totale di specie	Numero di specie alloctone	Percentuale di specie alloctone
(a) Strato erbaceo			
Distanza dalla strada più vicina (m)	–	$F_{1,33} = 16.29, P < 0.001$	$F_{1,33} = 22.31, P < 0.001$
Copertura foreste (%)	–	$F_{1,33} = 2.10, P = 0.157$	$F_{1,33} = 2.04, P = 0.163$
Copertura infrastrutture stradali (%)	$F_{1,35} = 4.39, P = 0.043$	–	–
Copertura giardini (%)	–	$F_{1,33} = 10.61, P = 0.003$	$F_{1,33} = 7.72, P = 0.009$
(b) Strato arbustivo			
Distanza dalla strada più vicina (m)	$F_{1,34} = 1.64, P = 0.210$	$F_{1,34} = 1.91, P = 0.175$	$F_{1,33} = 1.79, P = 0.190$
Copertura foreste (%)	–	–	$F_{1,33} = 1.39, P = 0.248$
Copertura infrastrutture stradali (%)	–	–	–
Copertura giardini (%)	$F_{1,34} = 2.14, P = 0.152$	$F_{1,34} = 10.98, P = 0.002$	$F_{1,33} = 6.99, P = 0.012$

Tabella 4: Riassunto analisi LME (*linear mixed-effect model*) sugli effetti delle caratteristiche del paesaggio circostante sul numero totale di specie vegetali, sul numero di specie alloctone e sulla percentuale di specie alloctone rilevate nello strato erbaceo (a) e nello strato arbustivo (b) nelle superfici di studio della regione di Basilea (N = 8+8). I dati sono stati analizzati a livello dei quadrati di studio (“-”: Escluso dal modello dopo riduzione progressiva).

	Numero totale di specie	Numero di specie alloctone	Percentuale di specie alloctone
(a) Strato erbaceo			
Distanza dalla strada più vicina (m)	$F_{1,41} = 1.41, P = 0.242$	–	–
Copertura foreste (%)	–	$F_{1,39} = 5.93, P = 0.020$	$F_{1,39} = 4.32, P = 0.044$
Copertura infrastrutture stradali (%)	–	$F_{1,39} = 7.65, P = 0.009$	$F_{1,39} = 6.59, P = 0.014$
Copertura giardini (%)	–	$F_{1,39} = 2.62, P = 0.114$	$F_{1,39} = 1.04, P = 0.314$
(b) Strato arbustivo			
Distanza dalla strada più vicina (m)	–	–	$F_{1,40} = 1.05, P = 0.311$
Copertura foreste (%)	$F_{1,41} = 12.22, P = 0.001$	$F_{1,40} = 1.07, P = 0.306$	–
Copertura infrastrutture stradali (%)	–	$F_{1,40} = 3.52, P = 0.068$	$F_{1,40} = 2.16, P = 0.149$
Copertura giardini (%)	–	–	–

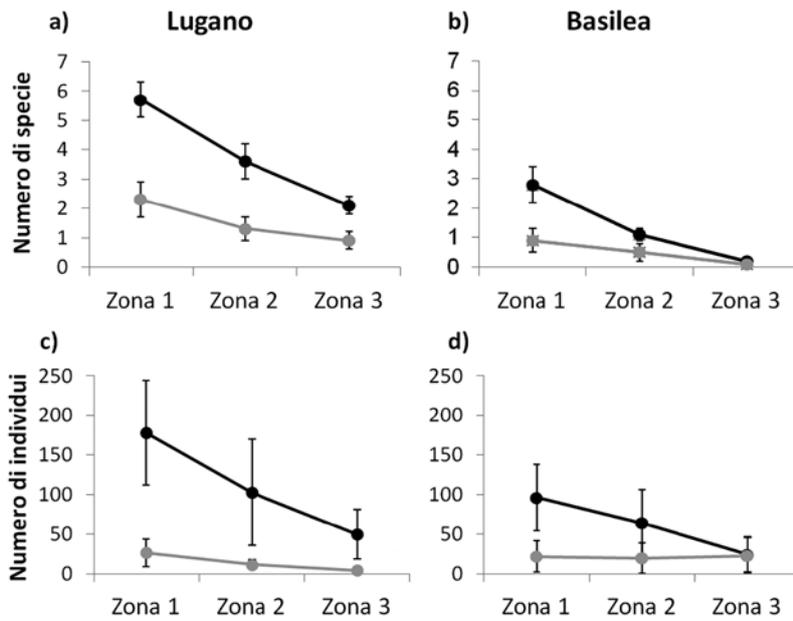


Figura 4: Numero di specie alloctone (a, b) e di individui di piante alloctone (c, d) nello strato erbaceo delle superfici di studio adiacenti agli insediamenti (nero) e delle superfici di controllo lontane dagli insediamenti (grigio) nelle regioni di Lugano (a, c) e Basilea (b, d). Valori medi \pm Errore Standard. La zona 1 è posta al margine forestale, mentre la zona 3 è nella parte più interna della foresta. I numeri sono valori medi su un'area di 156 m² (i valori della zona 3 sono stati relazionati alla grandezza delle zone 1 e 2). Nello strato arbustivo si sono riscontrati risultati simili (dati non pubblicati).

Tabella 5: Riassunto analisi GLM (*generalized linear model*) sugli effetti della prossimità agli insediamenti e della distanza dal margine della foresta sul numero di individui e sul numero di specie alloctone nello strato erbaceo (a) e nello strato arbustivo (b) nelle superfici di studio della regione di Lugano (N = 7+7). I dati sono stati analizzati a livello delle zone (tre zone per ogni superficie di studio).

	Numero di individui di piante alloctone	Numero di specie alloctone
(a) Strato erbaceo		
Località	$F_{6,35} = 23.63, P < 0.001$	$F_{6,35} = 4.87, P = 0.002$
Prossimità agli insediamenti	$F_{7,25} = 20.19, P < 0.001$	$F_{7,25} = 8.09, P < 0.001$
Distanza dal margine (zona)	$F_{2,33} = 22.13, P < 0.001$	$F_{2,33} = 22.97, P = 0.003$
Area basale alberi (m ²)	$F_{1,32} = 27.64, P < 0.001$	$F_{1,32} = 10.98, P < 0.001$
(b) Strato arbustivo		
Località	$F_{6,35} = 5.45, P = 0.001$	$F_{6,35} = 4.45, P = 0.003$
Prossimità agli insediamenti	$F_{7,25} = 11.28, P < 0.001$	$F_{7,25} = 4.04, P = 0.004$
Distanza dal margine (zona)	$F_{2,33} = 8.05, P = 0.002$	$F_{2,33} = 17.21, P < 0.001$
Area basale alberi (m ²)	$F_{1,32} = 14.27, P < 0.001$	$F_{1,32} = 5.03, P = 0.034$

Tabella 6: Riassunto analisi GLM (*generalized linear model*) sugli effetti della prossimità agli insediamenti e della distanza dal margine della foresta sul numero di individui e sul numero di specie alloctone nello strato erbaceo (a) e nello strato arbustivo (b) nelle superfici di studio della regione di Basilea (N = 8+8). I dati sono stati analizzati a livello delle zone (tre zone per ogni superficie di studio) (“-”: Escluso dal modello dopo riduzione progressiva).

	Numero di individui di piante alloctone	Numero di specie alloctone
(a) Strato erbaceo		
Località	$F_{7,40} = 15.81, P < 0.001$	$F_{7,40} = 3.51, P = 0.008$
Prossimità agli insediamenti	$F_{8,29} = 15.76, P < 0.001$	$F_{8,29} = 11.74, P < 0.001$
Distanza dal margine (zona)	$F_{2,38} = 6.67, P = 0.004$	$F_{2,38} = 45.56, P < 0.001$
Area basale alberi (m ²)	$F_{1,37} = 16.70, P < 0.001$	$F_{1,37} = 10.38, P = 0.003$
(b) Strato arbustivo		
Località	$F_{7,40} = 12.05, P < 0.001$	$F_{7,40} = 15.16, P < 0.001$
Prossimità agli insediamenti	$F_{8,30} = 12.61, P < 0.001$	$F_{8,29} = 10.46, P < 0.001$
Distanza dal margine (zona)	$F_{2,38} = 27.18, P < 0.001$	$F_{2,38} = 33.52, P < 0.001$
Area basale alberi (m ²)	-	$F_{1,37} = 3.53, P = 0.070$

DISCUSSIONE

Lo studio mostra come le foreste adiacenti agli insediamenti ospitano un numero più alto di specie alloctone rispetto alle foreste lontane dagli insediamenti. Questo effetto è stato riscontrato in entrambe le regioni di studio. L'abbondanza di piante alloctone è influenzata da fattori quali le infrastrutture stradali e la percentuale di giardini nelle vicinanze. Inoltre, il numero e l'abbondanza di piante alloctone diminuisce dal margine forestale verso l'interno della foresta. Gli effetti della vicinanza agli insediamenti sulla presenza di piante alloctone sono più marcati nella Svizzera meridionale rispetto alla Svizzera nordoccidentale.

Effetti della prossimità agli insediamenti

Anche altri studi condotti in Nuova Zelanda (Sullivan et al. 2005), Nordamerica (Kuhman et al. 2010) e Spagna (Gonzalez-Moreno et al. 2013b) hanno mostrato come la prossimità agli insediamenti influenzi la ricchezza e l'abbondanza di specie alloctone nelle foreste. Ciò può essere spiegato dal fatto che i giardini sono una fonte di piante esotiche (Sullivan et al. 2005; Marco et al. 2008). A ciò si aggiunge l'effetto di disturbo causato dalle strade, dagli insediamenti e dalle attività ricreative di chi abita nelle vicinanze, che promuovono la diffusione di specie alloctone nelle foreste (Gavier-Pizarro et al. 2010; McWilliam et al. 2010).

Effetti della composizione del paesaggio circostante

La maggiore ricchezza di specie alloctone nelle foreste vicine alle strade può essere spiegata dal fatto che le strade sono un fattore di disturbo, creano nuovi margini e frammentano le aree naturali (Allen et al. 2013). Le strade possono fungere da corridoi per la diffusione di specie alloctone e facilitano così la loro espansione nelle foreste (Vakhlamova et al. 2016). I veicoli giocano un ruolo importante nella diffusione di semi delle piante alloctone (Von der Lippe et al. 2005). Questi effetti aumentano, laddove la copertura delle infrastrutture stradali attorno alle superfici di studio è maggiore.

Nella regione di Lugano, la ricchezza e l'abbondanza di specie alloctone nelle foreste erano positivamente influenzate dalla percentuale di giardini nelle vicinanze: ciò può essere spiegato dall'enorme varietà di piante ornamentali esotiche presenti nei giardini, che li rendono un'importante fonte di neofite (Marco et al. 2008).

Effetti della distanza dal margine boschivo

Questo studio ha mostrato come il numero e l'abbondanza di piante alloctone diminuiscano dal margine verso l'interno della foresta nelle superfici adiacenti agli insediamenti, supportando i risultati di studi precedenti (Honnay et al. 2002; Vilà & Ibanez 2011). Elementi di disturbo che possono favorire la diffusione di specie alloctone (p. es. attività ricreative, depositi di rifiuti da giardino, accesso alle foreste da parte dei residenti) si concentrano perlopiù nei margini forestali, più che essere distribuiti uniformemente in tutta la foresta.

Differenze tra strato erbaceo e arbustivo

Tra le specie alloctone rilevate più frequentemente in entrambe le regioni di studio v'erano soprattutto specie arboree e arbustive. Come osservato da Smith et al. (2006), la maggior parte degli arbusti coltivati nei giardini appartengono a specie alloctone. Arbusti e alberi producono maggiori quantità di biomassa, che molto spesso vengono depositate illegalmente nelle foreste (Rusterholz et al. 2012). In effetti, nell'80% delle superfici di studio adiacenti agli insediamenti sono stati rilevati depositi illegali di rifiuti da giardino (dati non pubblicati). È inoltre interessante notare che i semi di molte delle piante alloctone rilevate nelle foreste adiacenti agli insediamenti vengono dispersi dal vento (es. *Acer pseudoplatanus* var. *purpurascens*, *Fraxinus potamophila*) o dagli uccelli (es. *Prunus laurocerasus*, *Trachycarpus fortunei*), due metodi di dispersione che permettono una disseminazione a distanze elevate.

Tra le piante alloctone rilevate vi sono numerose specie sempreverdi (*Ligustrum japonicum*, *Lonicera pileata*, *Mahonia aquifolium*, *Prunus laurocerasus*, *Trachycarpus fortunei*, *Viburnum rhytidophyllum*), che testimoniano un processo di laurofillizzazione (Walther 2000).

Differenze regionali

Il numero totale di specie rilevate nelle superfici di studio nella regione di Lugano era di 1.5 volte più alto rispetto alle superfici di studio nella regione di Basilea. Il numero di specie alloctone nella regione di Lugano era addirittura di 2 volte (nello strato erbaceo) e 3 volte (nello strato arbustivo) maggiore rispetto alla regione di Basilea. La maggiore ricchezza di specie alloctone nella regione di Lugano è caratteristica per la Svizzera meridionale (Schönenberger et al. 2014). Le foreste nella regione di Lugano sono state esposte alla pressione di piante alloctone per un periodo più lungo rispetto alla regione di Basilea, dove l'invasione è ancora in uno stadio iniziale. È interessante notare come il numero medio di specie alloctone trovate nelle foreste adiacenti agli insediamenti nella regione di Basilea sia pari al numero di specie alloctone trovate nelle foreste lontane dagli insediamenti nella regione di Lugano.

Queste differenze regionali possono essere spiegate dal clima più caldo e dagli inverni più miti nella Svizzera meridionale, che facilitano la diffusione e lo stabilirsi di piante ornamentali nelle foreste (Walther et al. 2001); ciò vale in particolare per le specie più sensibili alle temperature. Gli inverni miti sono infatti tra i principali fattori responsabili dei cambiamenti nella composizione dei vegetali nelle foreste (Carraro et al. 1999). I giardini privati nella Svizzera meridionale tendono ad ospitare un maggior numero di piante esotiche rispetto ai giardini della Svizzera nordoccidentale, rispecchiando la più lunga storia di introduzioni di piante esotiche nella Svizzera meridionale già illustrata da Schröter (1936). Tutto ciò potrebbe contribuire a spiegare il ben più avanzato processo di invasione nelle foreste della Svizzera meridionale.

La conoscenza derivante dall'invasione più avanzata nella Svizzera meridionale può fornire una base per sviluppare dei piani di gestione e prevenzione nella

Svizzera settentrionale, dove l'attuale riscaldamento climatico porterà verosimilmente a un aumento di piante alloctone.

SINTESI DEGLI ALTRI TEMI TRATTATI

Effetti dell'*Impatiens glandulifera* sulla diversità di funghi e batteri del suolo nelle foreste

Oltre a meglio conoscere le vie di diffusione delle neofite negli ambienti naturali, è altrettanto importante valutare e comprendere il loro impatto sulla biodiversità e sul funzionamento degli ecosistemi. Diversi studi hanno esaminato gli effetti delle neofite invasive sulla biodiversità a livello epigeo, mentre l'impatto sulla diversità ipogea e il suo ruolo per il funzionamento degli ecosistemi sono stati spesso trascurati. Per questo motivo, lo scopo del secondo studio era di determinare gli effetti di una neofita invasiva, *Impatiens glandulifera* (Balsamina ghiandolosa), sulle comunità di funghi e batteri del suolo nelle foreste. Per farlo sono stati raccolti campioni di terra in foreste colonizzate da *I. glandulifera* e in foreste dove essa era assente. Con l'ausilio di analisi genetiche (T-RFLP: *terminal restriction fragment length polymorphism*) sono state determinate la diversità e la composizione delle comunità fungine ipogee. Inoltre, è stata analizzata l'attività dei batteri nel suolo con la tecnica delle 'Biolog Ecoplates'. Le foreste colonizzate da *I. glandulifera* erano caratterizzate da una più alta diversità di specie e da una composizione alterata delle comunità fungine del suolo. L'attività dei batteri nel suolo in presenza della neofita era più bassa in primavera. Questi possono essere effetti indiretti dell'alterazione delle proprietà del suolo indotte dalla pianta, combinate con il rilascio di una sostanza allelopatica (naftochinone) nel suolo. Tutto questo può avere conseguenze sulla decomposizione e sul ciclo di sostanze nutritive nelle foreste.

Effetti dell'*I. glandulifera* sulla crescita dei funghi della micorrizza nelle foreste

I funghi del suolo adempiono svariate funzioni dell'ecosistema. In particolare, i funghi delle micorrize sviluppano delle relazioni mutualistiche con le radici della maggior parte delle piante, giocando un ruolo fondamentale per l'assorbimento di acqua e sali minerali dal suolo, nonché per la diversità delle comunità vegetali e per il funzionamento dell'ecosistema boschivo. Il terzo studio aveva lo scopo di analizzare gli effetti di *I. glandulifera* sulla crescita delle ife dei funghi delle ectomicorrize, sulla loro diversità genetica e sulla diversità degli altri funghi del suolo nelle foreste. A tale scopo sono stati definiti sul campo dei transetti lunghi 3 metri, posti al margine di popolamenti di *I. glandulifera* (1.5 metri all'interno e 1.5 metri all'esterno). Lungo ognuno di questi transetti sono stati sotterrati 15 sacchetti riempiti di sabbia che permettevano unicamente la crescita di ife fungine al loro interno (*ingrowth mesh bags*). Oltre a determinare la lunghezza delle ife fungine allo stereomicroscopio, la loro diversità genetica è stata analizzata tramite analisi T-RFLP. La presenza di *I. glandulifera* ha ridotto drasticamente

(dal 30% all'80%) la crescita delle ife fungine e modificato la composizione delle comunità dei funghi del suolo, senza però alterarne la diversità. Ciò può avere effetti negativi sul ciclo delle sostanze nutritive e sulla stabilità del suolo.

Effetti dell'*I. glandulifera* sulla diversità di piante a livello epigeo e ipogeo nelle foreste

Trascurando il fatto che gran parte degli ecosistemi ha più del 50% della biomassa vegetale sotto terra, la maggior parte degli studi che ha investigato gli effetti delle neofite invasive sulla diversità di specie vegetali si è concentrata sulla vegetazione epigea. Lo scopo del quarto studio era di esaminare gli effetti di *I. glandulifera* sulla ricchezza di specie vegetali presenti nello strato ipogeo nelle foreste. Sono stati delimitati dei quadrati di studio sia in foreste colonizzate sia in foreste non colonizzate da *I. glandulifera*. In ciascun quadrato sono stati condotti dei rilevamenti della vegetazione per determinare la diversità di specie a livello epigeo. Per determinare la ricchezza ipogea di specie sono stati raccolti dei campioni di radici, che sono stati analizzati tramite analisi genetica FAFLP (*fluorescent amplified fragment length polymorphism*) basata su due regioni del DNA dei cloroplasti. Nelle foreste colonizzate da *I. glandulifera* è stata riscontrata una riduzione del 30% nel numero di specie vegetali a livello epigeo rispetto a foreste dove la neofita era assente, mentre nello strato ipogeo il numero di specie è risultato invariato, indipendentemente dalla presenza di *I. glandulifera*. La composizione della comunità vegetale differiva tra foreste invase e non invase, sia a livello epigeo sia a livello ipogeo. Molte geofite e specie arboree sono state rilevate a livello ipogeo ma non a livello epigeo nelle foreste invase. La biomassa delle radici era fortemente ridotta (dal 35% al 55%) nelle foreste invase da *I. glandulifera*, e questo può influenzare negativamente la stabilità del suolo e la produttività delle foreste. Questi risultati mostrano come l'impatto di una pianta invasiva possa differire tra le comunità vegetali ipogee e epigee.

CONCLUSIONE

Le foreste coprono approssimativamente un terzo del territorio europeo e forniscono importanti servizi ecosistemici. Negli ultimi decenni, sempre più specie alloctone hanno invaso le foreste dell'Europa centrale. Le piante alloctone possono rappresentare una minaccia per la biodiversità e il funzionamento degli ecosistemi. Questo studio documenta il ruolo fondamentale degli insediamenti umani e della composizione del paesaggio circostante nella diffusione di piante alloctone nelle foreste. Con la crescente urbanizzazione e il riscaldamento climatico, la diffusione di specie alloctone nelle foreste tenderà ad aumentare in futuro. Le foreste vicino ai centri abitati sono più vulnerabili. È importante dunque favorire la vegetazione indigena nei giardini e, laddove si coltivino piante esotiche, dare la preferenza a specie che non abbiano il potenziale di diffondersi negli ambienti naturali.

Sull'esempio di *I. glandulifera*, e concentrandosi sulla biodiversità ipogea, si è dimostrato inoltre come una neofita invasiva annuale abbia il potenziale di alterare le comunità di piante, funghi e batteri nel suolo. Conseguentemente, i servizi e le funzioni dell'ecosistema nelle foreste invase, come ad esempio il ciclo delle sostanze nutritive, la produttività e la stabilità del suolo, possono essere alterati. La rimozione di popolamenti esistenti di *I. glandulifera* e la prevenzione di una sua ulteriore diffusione sono importanti premesse per proteggere la diversità di specie indigene e il funzionamento degli ecosistemi boschivi.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano D. Binggeli, P. Gaggini, R. Gaggini-Melliger, M. Plag, R. Schneider, H. Tan e A. Leoni-Tavoli per l'assistenza sul campo e in laboratorio, e i revisori per l'attenta rilettura del manoscritto.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Allen J.M., Leininger T.J., Hurd J.D., Gelfand A.E. & Silander J.A. 2013. Socioeconomics drive woody invasive plant richness in New England, USA, through forest fragmentation. *Landscape Ecology*, 28: 1671-1686.
- Carraro G., Gianoni P. & Mossi R. 1999. Climatic influence on vegetation changes: a verification on regional scale of the Laurophyllisation. In: Klötzli F., Walther G.R. (eds.), Conference on recent shifts in vegetation boundaries of deciduous forests, especially due to general global warming. Basel, Birkhäuser, pp. 31-51.
- Crawley M.J. 2007. *The R Book*. Chichester, Wiley.
- Čuda J., Skálová H. & Pyšek, P. 2020. Spread of *Impatiens glandulifera* from riparian habitats to forests and its associated impacts: insights from a new invasion. *Weed Research*, 60: 8-15.
- Fitschen J. 2007. *Gehölzflora*. Wiebelsheim, Quelle and Meyer, 902 pp.
- Gavier-Pizarro G.I., Radeloff V.C., Stewart S.I., Huebner C.D. & Keuler N.S. 2010. Rural housing is related to plant invasions in forests of southern Wisconsin, USA. *Landscape Ecology*, 25: 1505-1518.
- González-Moreno P., Pino J., Carreras D., Basnou C., Fernández-Rebollar I. & Vilà M. 2013a. Quantifying the landscape influence on plant invasions in Mediterranean coastal habitats. *Landscape Ecology*, 28: 891-903.
- González-Moreno P., Pino J., Gassó N. & Vilà M. 2013b. Landscape context modulates alien plant invasion in Mediterranean forest edges. *Biological Invasions*, 15: 547-557.
- Honnay O., Verheyen K. & Hermy M. 2002. Permeability of ancient forest edges for weedy plant species invasion. *Forest Ecology and Management*, 161: 109-122.
- Info Flora 2014. Lista Nera e Watch List 2014 (stato agosto 2014). <https://www.infloflora.ch/it/neofite/liste-e-schede.html> (ultima consultazione: 30.11.2020).
- Jäggi M. 1936. Un'avventizia nuova nella flora ticinese: *Impatiens roylei* Waters. *Bollettino della Società Ticinese di Scienze Naturali*, 30-31: 31-33.
- Kowarik I. 2010. *Biologische Invasionen, Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa*. Stuttgart, Eugen Ulmer KG, 492 pp.
- Kuhman T.R., Pearson S.M. & Turner M.G. 2010. Effects of land-use history and the contemporary landscape on non-native plant invasion at local and regional scales in the forest-dominated southern Appalachians. *Landscape Ecology*, 25: 1433-1445.
- Lambdon P., Pysek P., Basnou C., Hejda M., Arianoutsou M., Essl F., ... & Hulme P.E. 2008. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia*, 80: 101-149.
- Lauber K., Wagner G. & Gygas A. 2012. *Flora Helvetica*. Bern, Haupt, 1656 pp.
- Marco A., Dutoit T., Deschamps-Cottin M., Mauffrey J.F., Venetier M. & Bertaudière-Montes V. 2008. Gardens in urbanizing rural areas reveal an unexpected floral diversity related to housing density. *Comptes Rendus Biologies*, 331: 452-465.
- McWilliam W., Eagles P., Seasons M. & Brown R. 2010. Assessing the degradation effects of local residents on urban forests in Ontario, Canada. *Journal of Arboriculture*, 36: 253.
- Pejchar L. & Mooney H.A. 2009. Invasive species, ecosystem services and human well-being. *Trends in Ecology & Evolution*, 24: 497-504.
- Pysek P., Jarosik V., Hulme P.E., Pergl J., Hejda M., Schaffner U. & Vilà M. 2012. A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environments. *Global Change Biology*, 18: 1725-1737.
- Rusterholz H. P., Wirz D., & Baur B. 2012. Garden waste deposits as a source for non-native plants in mixed deciduous forests. *Applied Vegetation Science*, 15: 329-337.
- Schönenberger N., Röthlisberger J. & Carraro G. 2014. La flora esotica del Cantone Ticino (Svizzera). *Bollettino della Società Ticinese di Scienze Naturali*, 102: 13-30.
- Schröter C. 1936. *Flora des Südens*. Zürich, Rascher, 151 pp.
- Smith R.M., Thompson K., Hodgson J.G., Warren P.H. & Gaston K.J. 2006. Urban domestic gardens (IX): composition and richness of the vascular plant flora, and implications for native biodiversity. *Biological Conservation*, 129: 312-322.
- Sullivan J.J., Timmins S.M. & Williams P.A. 2005. Movement of exotic plants into coastal native forests from gardens in northern New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology*, 29: 1-10.
- Vakhlamova T., Rusterholz H.P., Kanibolotskaya Y. & Baur B. 2016. Effects of road type and urbanization on the diversity and abundance of alien species in roadside verges in Western Siberia. *Plant Ecology*, 217: 241-252.
- Vilà M., Espinar J.L., Hejda M., Hulme P.E., Jarosik V., Maron J.L., ... & Pysek P. 2011. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters*, 14: 702-708.
- Vilà M. & Ibáñez I. 2011. Plant invasions in the landscape. *Landscape Ecology*, 26: 461-472.
- Von der Lippe M., Samuel I. & Kowarik I. 2005. Cities as drivers for biological invasions – the role of urban climate and traffic. *Erde-Berlin*, 136: 123.
- Walther G.R. 2000. *Laurophyllisation in Switzerland*. Tesi di dottorato, Eidgenössische Technische Hochschule ETH Zürich.
- Walther G.R., Carraro G. & Klötzli F. 2001. Evergreen broad-leaved species as indicators for climate change. In: Walther G.R., Burga C.A., Edwards P.J. (eds.), "Fingerprints" of Climate Change. New York, Springer, pp. 151-162.

Problematiche legate alla presenza di *Salvinia molesta* D. S. Mitch. in specchi d'acqua e gestione della specie in Cantone Ticino, Svizzera

Bärbel Koch^{1*} e Guido Maspoli²

¹ Via Chiusa 5, 6863 Besazio, Svizzera

² Ufficio cantonale della natura e del paesaggio, Dipartimento del territorio, Via Franco Zorzi 13, 6500 Bellinzona, Svizzera

* baerbel.koch@hotmail.com

Riassunto: *Salvinia molesta* D.S. Mitch è una felce acquatica flottante (pleustofita) originaria del sud-est del Brasile, da dove si è diffusa nelle acque dolci di tutte le regioni tropicali e subtropicali con conseguenti gravi problemi economici e ambientali. Nel 2018 è stata trovata in diversi stagni del Mendrisiotto nel Cantone Ticino. Considerato l'elevato potenziale invasivo, è stata monitorata e rimossa manualmente nel corso del 2019 e del 2020. Nel 2019 sono stati eliminati quasi 5'000 individui da nove stagni nei Comuni di Chiasso e Novazzano. Durante i controlli del 2020 la specie non è più stata rilevata. Nel corso dei due anni sono state accertate almeno due immissioni di materiale vegetale alloctono, probabilmente esuberanti derivati da acquari. I focolai di *S. molesta* nel Mendrisiotto sono stati eliminati e i successivi controlli hanno mostrato che la specie ha potuto essere eradicata con successo.

Parole chiave: Eradicazione, Felce, Neofita invasiva, Salviniaceae

Monitoring and management of the aquatic neophyte *Salvinia molesta* D. S. Mitch. in nine ponds in Mendrisiotto (Canton of Ticino, Switzerland)

Abstract: *Salvinia molesta* D.S. Mitch. is a floating aquatic fern (pleustophyte) native to south-eastern Brazil, from where it has spread to freshwaters throughout tropical and subtropical regions resulting in serious economic and environmental problems. In 2018, it was found in several ponds in Mendrisiotto in the Canton of Ticino. Given its high invasive potential, it was monitored and removed manually during 2019 and 2020. In 2019, almost 5'000 individuals were removed from nine ponds in the municipalities of Chiasso and Novazzano. During the 2020 monitoring, the species was no longer detected. In the course of the two years, at least two releases of alien plant material were observed, probably from aquaria. The plants of *S. molesta* in the region of Mendrisiotto were eliminated and subsequent monitoring showed that the species has been successfully eradicated.

Keywords: Eradication, Fern, Invasive neophyte, Salviniaceae

INTRODUZIONE

Le piante acquatiche invasive sono una delle principali minacce per gli ecosistemi d'acqua dolce, poiché influiscono negativamente sulla diversità biologica e sulla qualità dell'acqua, con significative ripercussioni anche a livello socio-economico in molte parti del mondo (Francis & Chadwick 2012; Havel et al. 2015). Diversi di questi organismi si stanno espandendo rapidamente come conseguenza del commercio e degli spostamenti internazionali, del cambiamento climatico e dell'uso intensivo delle aree naturali (Keller & Lodge 2007; Paddilla & Williams 2004).

Anche in Svizzera sono sempre di più le neofite acquatiche osservate in ambienti naturali. Alcune di esse mostrano un comportamento invasivo e si propagano fortemente minacciando l'equilibrio delle zone umide. Infatti, oltre la metà delle specie presenti in questi ambienti fortemente minacciati (Delarze et al. 2016) sono iscritte nella Lista rossa delle piante vascolari (Bornand et al. 2016). Attualmente, sulla lista svizzera delle neofi-

te invasive che causano danni importanti alla diversità biologica, alla salute pubblica e/o all'economia («Lista Nera») si trovano sette specie acquatiche: cabomba della Carolina (*Cabomba caroliniana*), peste d'acqua comune (*Elodea canadensis*), peste d'acqua di Nuttall (*Elodea nuttallii*), soldinella reniforme (*Hydrocotyle ranunculoides*), porracchia a fiori grandi (*Ludwigia grandiflora*), porracchia simile a un'euforbia (*Ludwigia peploides*) e millefoglio americano (*Myriophyllum aquaticum*; Info Flora 2014). Di queste, solo *E. canadensis*, *E. nuttallii* e *M. aquaticum* sono attualmente presenti in Svizzera, mentre le altre specie non sono ancora state osservate, ma vista la loro presenza nei Paesi limitrofi e il loro elevato potenziale invasivo, sono state aggiunte a titolo precauzionale. Nell'estate del 2018, è stata riscontrata in diversi stagni del Mendrisiotto una presenza importante di un'altra specie acquatica problematica, l'erba pesce gigante (*Salvinia molesta* D.S. Mitch.) (Mangili et al. 2020). La specie era stata osservata per la prima volta in Svizzera nel 2009 già nella stessa regione, ma da allora è stata segnalata solo occasionalmente (Schoenenberger et al.

2014; Mangili et al. 2020). *Salvinia molesta* è una felce acquatica della famiglia delle Salviniacee, a cui appartengono due generi, *Azolla* e *Salvinia*, quest'ultimo dedicato all'abate e letterato fiorentino Anton Maria Salvini (1653-1729). Le specie di questi due generi sono acquatico flottanti, diverse delle quali cosmopolite. L'unica specie indigena in Europa è l'erba pesce (*Salvinia natans* (L.) All.), protetta a livello nazionale in diversi Paesi europei (Prelli 2000; Seitz et al. 2018). Nel Canton Zurigo viene attualmente combattuta l'azolla maggiore (*Azolla filiculoides* Lam) (com. pers. Muriel Bendel), un'altra specie alloctona con elevato potenziale invasivo, poiché produce spore che svernano con successo, anche racchiuse nel ghiaccio.

Qui di seguito viene presentata *S. molesta* e le problematiche legate a una sua presenza in specchi d'acqua, così come le misure intraprese negli stagni del Mendrisiotto per evitare una possibile diffusione di questa specie alloctona dopo la sua comparsa nel 2018. Considerato l'elevato potenziale invasivo, già nell'autunno dello stesso anno le autorità competenti hanno eliminato sistematicamente tutti gli individui presenti negli stagni a Torrazza (Novazzano) e in maniera più grossolana a Pau (Coldrerio). Con lo scopo di monitorare la situazione dopo questi interventi ed eradicare la specie da tutti gli specchi d'acqua del Mendrisiotto, nove stagni sono stati monitorati regolarmente nell'arco del 2019 e 2020.

MATERIALI E METODI

I nove stagni del Mendrisiotto dove nel 2018 era stata rilevata la specie sono stati monitorati nel corso del 2019 e del 2020 (Tab. 1). Nel 2019, gli stagni sono stati visitati 9 volte tra inizio giugno e fine settembre, a intervalli di due settimane, come raccomandato da Buccomino et al. (2010). Nel 2020, in base all'esperienza dell'anno precedente, è stato deciso di prolungare il periodo dei rilevamenti, ma diminuire la frequenza di visita, controllando gli stagni tra inizio aprile e inizio novembre, per un totale di otto passaggi. Le piante di *S. molesta* trovate sono state contate e rimosse a mano o con l'aiuto di un retino, sono state fatte seccare ed eliminate con i rifiuti domestici.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Morfologia di *Salvinia molesta* D. S. Mitch.

Salvinia molesta è una felce acquatica galleggiante (pleustofita) (Fig. 1A), con fusto orizzontale poco ramificato e fronde posizionate in tre verticilli, di cui due galleggianti e una sommersa. Le due fronde galleggianti, in posizione opposta, possiedono una lamina da oblunga a obovata-orbicolare, tipicamente di colore verde con un bordo che tende al marrone negli esemplari più maturi (Fig. 1B). Sulla pagina superiore delle fronde galleggianti si trova un denso strato di papille unicellulari che formano un filamento con quattro tricomi fusi all'apice (Fig. 1C) (Barthlott et al. 2009). L'intera superficie della pagina superiore, ad eccezione delle quattro cellule dove s'incontrano i tricomi, è ricoperta di cristalli di cera, che la rendono idrorepellente, diversamente dalla pagina inferiore che è invece a contatto con l'acqua (Barthlott et al. 2010). La fronda sommersa si divide in lacinie filiformi, che fungono da radici e stabilizzano l'intera struttura. All'inserzione della fronda sommersa partono anche gli sporocarpi, a forma di uovo con una punta all'apice e di 1 mm di diametro, che possono formare catene molto lunghe. Soprattutto nelle fasi di crescita iniziali, la specie può essere confusa con *Salvinia natans*, i cui tricomi sulle fronde galleggianti non sono fusi all'estremità e si trovano quasi direttamente sulla superficie della foglia poiché il filamento è ridotto (Barthlott et al. 2009).

Ecologia e biologia

Salvinia molesta prospera in acque dolci calde e ricche di sostanze nutritive. Tollera solo bassi gradi di salinità e non può quindi crescere in ambienti marini e salmastri (Oliver 1993). Cresce in modo ottimale a una temperatura dell'acqua compresa tra i 20°C e i 30°C (GISD 2021). Predilige le zone tropicali, subtropicali o temperate calde e cresce in acque stagnanti o a scorrimento lento come stagni, laghi, fossi, canali e fiumi con corrente lenta. In inverno, riesce a sopravvivere alle gelate leggere e continua a crescere anche a 10°C (Thomas & Room 1986).

La specie passa attraverso tre fasi di crescita distinte, che variano morfologicamente e il cui sviluppo è determinato dalle condizioni ambientali (CABI 2021; Oliver 1993): i) nel primo stadio di crescita la pianta possiede singole ramificazioni con piccole foglioline di 0.5 - 0.8 cm di diametro e lamine appiattite (Fig. 1D), la crescita

Tabella 1: Stagni visitati alla ricerca della *Salvinia molesta* nel 2019 e 2020.

Sigla	Comune	Località	Coordinate X	Coordinate Y
A	Chiasso	Via Stoppa	723 869	077 405
B1	Novazzano	Cava d'argilla	720 823	078 238
B2	Novazzano	Cava d'argilla	720 835	078 225
B3	Novazzano	Cava d'argilla	720 862	078 189
C1	Novazzano	Torrazza, Pra Signora	720 837	077 735
C2	Novazzano	Torrazza, Pra Signora	720 834	077 728
C3	Novazzano	Torrazza, Pra Signora	720 831	077 714
C4	Novazzano	Torrazza, Pra Signora	720 820	077 700
D	Coldrerio	Pau	720 234	079 327



Figura 1: Erba pesce gigante, *Salvinia molesta* (A), dettaglio della foglia (B; © foto Françoise Alsaker), i filamenti con i quattro tricomi fusi all'apice visti al binocolare (C) e piccola piantina difficile da individuare tra la vegetazione acquatica galleggiante (D).

è lenta, ma le piante possiedono ramificazioni fini che si disgregano facilmente portando alla creazione di nuove piante e favorendo la colonizzazione; ii) nel secondo stadio la pianta possiede una catena lineare di ramificazioni con foglie più grandi, di 2-4 cm, e leggermente piegate e iii) nel terzo stadio (anche definito «fase tappeto») le lunghe piante con foglie profondamente piegate formano un grappolo vegetativo compatto di 15-20 cm. Man mano che le piante sviluppano ramificazioni laterali, possono incastrarsi una con l'altra producendo un denso tappeto galleggiante (McFarland et al. 2004). Se continuano a crescere possono creare tappeti vegetali, che con più piante sovrapposte possono raggiungere uno spessore perfino di 1 m! (Thomas & Room 1986). Poiché si tratta di un pentaploide nato probabilmente come ibrido tra due altre specie di *Salvinia*, mostra irregolarità durante la meiosi che impediscono la formazione di spore fertili, risultando in piante sterili con sporocarpi che contengono sporangi vuoti o spore deformate (GISD 2021; Oliver 1993). Le piante possono quindi propagarsi esclusivamente per via vegetativa a

partire da frammenti di fusto con gemme. Singole piante raggiungono una lunghezza fino a 30 cm.

Distribuzione geografica

Salvinia molesta è originaria del sud-est Brasile. È stata osservata per la prima volta al di fuori del suo areale di distribuzione originario nel 1939, in Sri Lanka (Oliver 1993). A distanza di 80 anni, è diffusa in tutto il mondo ed è considerata invasiva in molti Paesi: nel Nord America, in Europa, in Asia, nell'Oceania e in Africa (CABI 2021). In Europa, è stata osservata in Austria, Belgio, Danimarca, Francia, Germania, Gran Bretagna, Italia, Olanda, Portogallo e Spagna (CABI 2021; Hill & Coetzee 2017). In Italia la presenza è documentata da oltre 40 anni e finora è stata osservata a Pisa, Cagliari e Roma (Buccomino et al. 2010).

Invasività e danni causati

Salvinia molesta è una pianta aggressiva e molto competitiva: cresce rapidamente ed è in grado di diffondersi su lunghe distanze grazie alle correnti d'acqua, mediante

animali o quale contaminante di attrezzature o barche. In condizioni ottimali, può crescere e riprodursi molto rapidamente, raddoppiando la superficie occupata in pochi giorni (Oliver 1993). Alti livelli di nutrienti stimolano fortemente la crescita. I densi e spessi tappeti galleggianti che si formano sulla superficie bloccano la luce e riducono il contenuto di ossigeno nell'acqua. In questo modo *S. molesta* altera gli ecosistemi acquatici invasi, influenzando negativamente la qualità dell'acqua e la diversità di specie (Buccomino et al. 2010; Motitsoe et al. 2020). Può inoltre ridurre o impedire l'accesso all'acqua per lo svago e ridurre l'attrattiva di specchi d'acqua. Dove raggiunge densità elevate può rappresentare una grave minaccia per le attività socio-economiche che dipendono da corpi idrici aperti, fluenti e/o di alta qualità, tra cui la generazione di corrente elettrica, la pesca e il trasporto in barca. Favorisce inoltre la proliferazione di zanzare, vettori di diverse malattie tra cui malaria e febbre dengue (Oliver 1993). Nel 2013 *S. molesta* è stata aggiunta alla lista IUCN delle 100 peggiori specie invasive a livello mondiale (Luque et al. 2013).

Monitoraggio e gestione di *Salvinia molesta* in Cantone Ticino

Durante il 2019, nei nove stagni del Mendrisiotto sono stati rilevati ed eliminati in totale 4'934 individui di *S. molesta* (Tab. 2). Nei controlli eseguiti nel corso del 2020, la specie non è più stata osservata. Nel 2018, *S. molesta* era presente anche allo stagno di fitodepurazione del vivaio di Lattecaldo (Breggia). Questo specchio d'acqua non faceva parte di quelli monitorati nel 2019 e 2020 poiché gestito separatamente. Tuttavia, nel corso degli ultimi anni, anche in questo stagno la specie

non è più stata ritrovata: ricerche eseguite a primavera 2021 hanno dato esito negativo.

A metà settembre 2019, a Torrazza, nel Comune di Novazzano, c'è stato un improvviso ritrovamento di numerosi nuovi individui di *S. molesta*. Siccome galleggiavano con altre specie acquatiche non indigene, si suppone che ci sia stata un'immissione volontaria. Nel 2020, nella medesima località sono state trovate altre piante alloctone senza però *S. molesta*.

Diversi stagni sono seccati temporaneamente durante il 2019 (Tab. 2). Lo stagno a Chiasso viene normalmente messo in secca durante l'inverno, anche se rimangono parti umide dove vi è molta vegetazione emersa, e poi riempito all'inizio della primavera. A causa della pandemia in corso e per rendere il parco urbano meno attrattivo, il Comune di Chiasso ha deciso di lasciare a secco lo stagno per quasi tutta l'estate 2020.

Salvinia molesta e altre neofite acquatiche in Cantone Ticino

Salvinia molesta è una delle specie acquatiche invasive più problematiche al mondo e sono molti gli studi finalizzati a trovare un metodo efficace per il contenimento o l'eradicazione (Buccomino et al. 2010; Hill & Coetzee 2017; McFarland et al. 2004; Motitsoe et al. 2020; Owens et al. 2004). La sua presenza nel Cantone Ticino è verosimilmente dovuta a immissioni intenzionali, che in questo studio sono state accertate in almeno due occasioni in località Torrazza a Novazzano. Poiché anche a Chiasso e in località Cava d'argilla a Novazzano la specie era accompagnata da un'altra specie acquatica alloctona, *Pistia stratiotes*, la probabilità che la presenza di *S. molesta* in questi stagni sia dovuta a immissioni è molto alta. Pure nello stagno del vivaio

Tabella 2: Numero di piante di *Salvinia molesta* rilevate ed eliminate nei nove stagni del Mendrisiotto (sigle A1-D; vedi Tab. 1) nel 2019/2020. S = stagno completamente secco. I = immissione di materiale vegetale acquatico.

	Data	A	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	D
2019	01.06.2019	672	-	188	88	70	155	9	62	-
	12.06.2019	576	-	175	28	3	147	-	-	-
	29.06.2019	376	-	26	S	2	20	S	-	-
	18.07.2019	808	-	48	S	-	1	S	-	-
	30.07.2019	226	-	8	S	-	S	S	S	-
	19.08.2019	169	-	2	S	-	-	-	-	-
	02.09.2019	120	-	-	S	-	-	-	-	-
	16.09.2019	73	-	2	S	-	I/453	-	I/228	-
	04.10.2019	90	-	3	S	-	56	-	50	-
	Totale	3110	0	452	116	75	832	9	340	0
2020	06.04.2020	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	05.05.2020	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	02.06.2020	S	-	-	-	-	-	I	-	-
	03.07.2020	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	08.08.2020	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	10.09.2020	S	-	-	-	-	-	-	-	-
	04.10.2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	02.11.2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Totale	0	0	0	0	0	0	0	0	0

di Lattacaldo sono state accertate immissioni volontarie che spiegano la presenza della specie (com. pers. Silvio Robbiani). Attualmente la presenza di *S. molesta* nel nostro Cantone può considerarsi come avventizia (Mangili et al. 2020).

Nel corso dei monitoraggi sono state trovate anche altre specie acquatiche alloctone prontamente eliminate, probabilmente introdotte assieme a *S. molesta*. Durante il monitoraggio nel 2019, in tre stagni è stata trovata un'altra pianta acquatica alloctona, anch'essa utilizzata come pianta ornamentale per acquari: la lattuga acquatica (*Pistia stratiotes* L.). In totale sono stati eliminati 39 individui di *P. stratiotes*, di cui 19 nella località Cava d'argilla a Novazzano, 9 a Torrazza a Novazzano e 11 a Chiasso. *P. stratiotes* è anch'essa specie liberamente flottante e appartiene alla famiglia delle Aracee. Originaria delle zone tropicali e subtropicali dell'Africa, dell'America del Nord e dell'America del Sud, crea dense infestazioni che possono causare una riduzione della penetrazione della luce e dell'ossigeno disciolto, originando problematiche simili a quelle descritte per *S. molesta*. Il resto della vegetazione alloctona trovata nel 2019, chiaramente immessa poiché galleggiava apertamente sulla superficie dell'acqua, consisteva perlopiù in specie provenienti da acquari, spesso ibridi, probabilmente *Riccia* sp., *Potamogeton* sp. e *Hygrophila difformis*. Nel 2020 è invece stata rilevata una versione ornamentale di *Ludwigia* sp. (probabilmente di *L. palustris*). Poiché poco visibile, quando è stata notata, la *Ludwigia* era già ben radicata. È stata immediatamente eliminata, vista anche la presenza nel Cantone Ticino della specie indigena e in pericolo d'estinzione (CR) *L. palustris* (Bornand et al. 2018).

Metodi di controllo

Per il controllo di *S. molesta*, sono noti metodi meccanici, fisici, chimici e biologici. In molti specchi d'acqua tropicali, dove la specie crea superfici molto estese si usano barriere galleggianti e reti metalliche, viene modificato l'habitat sottoponendolo a prolungati periodi di siccità e/o esposizione a temperature molto fredde (McFarland et al. 2004) o vengono utilizzati erbicidi (CABI 2021; Sartain & Mudge 2018). Inoltre, dove è diventata una vera e propria piaga, è stato usato con successo in molti Paesi per il controllo biologico anche il curculionide *Cyrtobagus salviniae*, che si nutre volentieri dei germogli e delle giovani foglie (Martin et al. 2018; Oliver 1993). Rilasciato nello Septik lake in Papua Nuova Guinea, *C. salviniae* ha ridotto la copertura di *S. molesta* da ca. 250 a 2 km², distruggendo 2 milioni di tonnellate in due anni (Thomas & Room 1986). La rimozione manuale del materiale vegetale quale metodo di controllo sembra essere efficace, ma è molto onerosa nel caso di superfici ampie. In generale, questo approccio è pratico solo durante i primi stadi di invasione (McFarland et al. 2004). Il programma di rimozione manuale condotto negli stagni del Mendrisiotto nell'arco del 2019 si è rivelato efficace per questi piccoli specchi d'acqua. Durante i controlli eseguiti nel 2020 la specie non è più stata rilevata ed è quindi verosimilmente stata eradicata. Con misure analoghe, nel corso del 2009 *S. molesta* è stata eradicata da uno specchio

d'acqua in una depressione carsica a Pozzo del Merro nel Comune di Sant'Angelo Romano a Roma (Buccomino et al. 2010). Le eliminazioni eseguite hanno mostrato che gli individui più maturi sono più semplici sia da individuare sia da eliminare. Quando gli esemplari di *S. molesta* sono molto giovani, si confondono facilmente con altre piante acquatiche flottanti indigene (*Lemna* sp., *Spirodela polyrrhiza*; Fig. 1D). Inoltre, in questo stadio i fusti si spezzano facilmente, rendendo l'eliminazione più difficile e allo stesso tempo portando alla creazione di piccoli frammenti che possono formare nuove piante. La difficoltà a eliminare completamente *S. molesta* aumenta proporzionalmente con la quantità di altra vegetazione acquatica presente nello specchio d'acqua. Spesso le piantine restano incastrate sotto la vegetazione delle rive, dove rimane una certa umidità. L'alta e densa vegetazione acquatica ai bordi dello stagno a Chiasso, ha reso assai difficile il ritrovamento e, di conseguenza, l'eliminazione di *S. molesta*. Nelle altre località l'eliminazione ha funzionato meglio. È tuttavia chiaro che, anche alle nostre latitudini, la specie è in grado di svilupparsi rapidamente: in uno degli stagni a Novazzano (Cava d'argilla), nel 2018 in circa un mese e mezzo la specie è passata da una ventina a più di 250 individui ricoprendo l'intera superficie di ca. 40 m² (dati non mostrati). La temperatura ottimale di crescita si situa tra 20°C e 30°C, ma *S. molesta* continua a crescere anche a 10°C e può sopravvivere alle gelate leggere (Thomas & Room 1986). Le gemme vengono uccise se esposte per più di due ore a temperature inferiori a -3°C o superiori a 43°C (Whiteman & Room 1991), le foglie possono invece sopravvivere a temperature sotto lo zero se si trovano sotto la superficie dell'acqua e lo specchio d'acqua non gela interamente (Owens et al. 2004). Per essere uccisa con il gelo, è necessario che si formi ghiaccio all'interno della pianta e Owens et al. (2004) l'hanno ottenuto con una temperatura di -16°C per 48 ore. Questo va considerato nell'ottica che durante l'inverno nella nostra regione e soprattutto nel Mendrisiotto tali temperature non si raggiungono e gli eventi di gelo sono sempre più rari. Sebbene il potenziale di naturalizzazione di *S. molesta* in Europa sembri essere piuttosto limitato, è stato riconosciuto l'elevato rischio fitosanitario per la regione del Mediterraneo (Hill & Coetzee 2017). Singoli individui possono morire rapidamente per essiccamento, ma piantine collocate su un substrato umido all'ombra della vegetazione sono rimaste vitali per più di un anno (Oliver 1993). È quindi pensabile che la siccità temporanea di diversi degli stagni monitorati abbia influito positivamente sull'eradicazione in queste località.

Malgrado la rimozione manuale abbia funzionato bene in questo caso, questa tecnica è praticabile solo nelle prime fasi dell'invasione e su superfici di dimensioni relativamente ridotte (Oliver 1993). Inoltre, poiché si propaga unicamente per via vegetativa, a differenza di altre specie acquatiche invasive che hanno una banca di semi persistente, l'eradicazione dovrebbe essere possibile (Hill & Coetzee 2017). Nonostante ciò, come per molte altre specie acquatiche invasive, la prevenzione è il metodo più efficace ed economico per limitarne la diffusione.

Canali di diffusione e prevenzione

Salvinia molesta è commercializzata come pianta ornamentale per acquari e stagni da giardino e per la fitodepurazione. Spesso contamina anche altri prodotti in vendita per l'acquariofilia. La specie compare regolarmente online sui siti di vendita di piante acquatiche e viene talvolta confusa, volutamente o inconsapevolmente, con altre specie, soprattutto con *Salvinia natans* o *Salvinia auriculata* (Buccomino et al. 2010; Hill & Coetzee 2017). Questi esemplari sono tra le fonti più probabili di ritrovamenti in natura, a seguito di rilasci accidentali o intenzionali durante la pulizia e lo svuotamento di acquari e stagni. Inoltre, la specie può essere importata e trasferita da un corpo d'acqua all'altro anche con attrezzature per le attività di svago (barche, canoe, pesca) contaminate (EPPO 2017). Per evitare introduzioni in natura e diffusioni accidentali o deliberate è quindi di particolare importanza assicurare che i prodotti per acquari o stagni da giardino non siano contaminati e sensibilizzare la popolazione sulla tematica. Ad esempio, in Inghilterra, negli Stati Uniti e in Canada, sono state sviluppate delle campagne informative per aumentare la consapevolezza degli utenti riguardo a contaminazioni di attrezzature e barche (Hill & Coetzee 2017). Come azione di sensibilizzazione, a seguito delle immissioni avvenute negli stagni di Novazzano, le autorità competenti hanno deciso di affiggere un cartello informativo all'entrata della zona protetta per scoraggiare possibili nuove immissioni. L'acquariofilia è infatti la principale causa di introduzione di specie acquatiche alloctone nel mondo e il commercio globale ha notevolmente aumentato il rischio per gli ecosistemi d'acqua dolce, poiché le piante acquatiche invasive sono facilmente reperibili e acquistabili (Keller & Lodge 2007; Martin & Coetzee 2011; Padilla & Williams 2004). Diversi Paesi in tutto il mondo hanno introdotto divieti d'importazione e/o di vendita di questa specie. Malgrado in Europa l'influenza negativa della specie è molto contenuta, anche qui sono stati presi alcuni provvedimenti: nei Paesi Bassi le piantine di *S. molesta* in vendita devono essere munite di un'etichetta di avvertimento che informa i clienti sui rischi associati all'invasività della pianta, così da ridurre il rischio di un rilascio nell'ambiente, mentre in Spagna la specie è inclusa nella lista degli organismi proibiti (EPPO 2017). A livello europeo, dall'agosto del 2019 *S. molesta* è entrata a far parte della «Union list», l'elenco delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale (Regolamento UE 2019/1262).

CONCLUSIONI

L'individuazione precoce e la tempestiva applicazione di misure di eliminazione sono fattori chiave per un'eradicazione efficace di nuovi focolai di *S. molesta* e di altre piante acquatiche invasive. Soprattutto nel caso di un limitato numero di località e piccoli specchi d'acqua, una completa rimozione di tutte le piante a corto termine è possibile. Fattori meteorologici, come la siccità in estate o i giorni di gelo in inverno, influenzano la sopravvivenza e la diffusione della specie sul

nostro territorio. Tuttavia, il periodo invernale sempre più mite aumenta il potenziale di naturalizzazione di questa specie alle nostre latitudini, mettendo a rischio la fauna e la flora delle zone umide.

RINGRAZIAMENTI

Lo studio è stato commissionato dall'Ufficio della natura e del paesaggio del Cantone Ticino. Si ringrazia Muriel Bendel per la conferma della determinazione, per la condivisione di varia letteratura riguardante *S. molesta* e per i commenti costruttivi a una versione precedente di questo manoscritto, Adi Möhl per i consigli riguardanti la *Ludwigia* e Silvio Robbiani per le informazioni riguardanti lo stagno del vivaio a Lattecaldo. Un grazie a Sofia Mangili e Mauro Jermini per i commenti al testo.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Barthlott W., Schimmel T., Wiersch S., Koch K., Brede M., Barczewski M., ... & Bohn H.F. 2010. The *Salvinia* paradox: superhydrophobic surfaces with hydrophilic pins for air retention under water. *Advanced Materials*, 22: 2325-2328.
- Barthlott W., Wiersch S., Colic Z. & Koch K. 2009. Classification of trichome types within species of the water fern *Salvinia*, and ontogeny of the egg-beater trichomes. *Botany*, 87: 830-836.
- Bornand C., Gyax A., Juillerat P., Jutzi M., Möhl A., Rometsch S., ... & Eggenberg S. 2018. Lista Rossa Piante vascolari. Specie minacciate in Svizzera. Ufficio federale dell'ambiente, Berna e Info Flora, Ginevra. Pratica ambientale n. 1621, 178 pp.
- Buccomino G., Buonfiglio V. & Vinci M. 2010. *Salvinia molesta* D.S. Mitch.: considerazioni sulle misure di controllo e gestione della specie aliena invasiva nel Pozzo del Merro (Stant'Angelo Romano - Roma). *Annali del Museo civico di Rovereto*, 26: 359-372.
- CABI. 2021. *Salvinia molesta* (Kariba weed). <http://www.cabi.org/isc/datasheet/48447> [ultima consultazione il 16 gennaio 2021].
- Delarze R., Eggenberg S., Steiger P., Bergamini A., Fivaz F., Gonseth Y., ... & Stucki P. 2016. Liste rouge des milieux de Suisse. Abrégé actualisé du rapport technique 2013 sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne, 33 p.
- EPPO. 2017. Data sheets on pests recommenden for regulation - *Salvinia molesta* D.S. Mitch. European and Mediterranean Plant Protection Organization. *EPPO Bulletin*, 47: 531-536.
- Francis R.A. & Chadwick M.A. 2012. Invasive alien species in freshwater ecosystems: a brief overview. In *A handbook of global freshwater invasive species*, Earthscan, London, New York (ed. R. A. Francis), pp. 3-19.
- GISD. 2021. Global Invasive Species Database - *Salvinia molesta*. <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=569> [ultima consultazione il 16 gennaio 2021].
- Havel J.E., Kovalenko K.E., Thomaz S.M., Amalfitano S. & Kats L.B. 2015. Aquatic invasive species: challenges for the future. *Hydrobiologia*, 750: 147-170.

- Hill M.P. & Coetzee J.A. 2017. Information on measures and related costs in relation to species considered for inclusion on the Union list: *Salvinia molesta*. Technical note prepared by IUCN for the European Commission. <https://circabc.europa.eu/sd/a/a56c8c1c-f2bf-4b13-99d0-cbcd2651be41/TSSR-2016-003%20Salvinia%20molesta.pdf> [ultima consultazione il 16 gennaio 2021].
- InfoFlora. 2014. Lista Nera e Watch List (stato agosto 2014). https://www.infoflora.ch/it/assets/content/documents/neofite/neofite_varie/Lista%20nera_Watch%20List_2014_v2020_05_18.pdf [ultima consultazione il 19 gennaio 2021].
- Keller R.P. & Lodge D.M. 2007. Species invasions from commerce in live aquatic organisms: problems and possible solutions. *BioScience*, 57: 428-436.
- Luque G.M., Bellard C., Bertelsmeier C., Bonnaud E., Genovesi P., Simberloff D. & Courchamp F. 2013. The 100th of the world's worst invasive alien species. *Biological Invasions*: DOI 10.1007/s10530-013-0561-5.
- Mangili S., Schoenenberger N., Selldorf P., Sasu I., Haritz C., Borsari A., Marazzi B. & Frey D. 2020. Note floristiche ticinesi 2020: ritrovamento di tre neofite nuove per la Svizzera e di due nuove per il Cantone Ticino. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 108: 83-91.
- Martin G.D. & Coetzee J.A. 2011. Pet stores, aquarists and the internet trade as modes of introduction and spread of invasive macrophytes in South Africa. *African Journal Online*, 37: 371-380.
- Martin G.D., Coetzee J.A., Weyl P.S.R., Parkinson M.C. & Hill M.P. 2018. Biological control of *Salvinia molesta* in South Africa revisited. *Biological Control*, 125: 74-80.
- McFarland D.G., Nelson L.S., Grodowitz M.J., Smart R.M. & Owens C.S. 2004. *Salvinia molesta* D.S. Mitchell (Giant Salvinia) in the United States: A review of species ecology and approaches to management. Final report. Vicksburg, Mississippi: US Army Corps of Engineers - Engineer Research and Development Center, 35 pp.
- Motitsoe S.N., Coetzee J.A., Hill J.M. & Hill M.P. 2020. Biological control of *Salvinia molesta* (D.S. Mitchell) drives aquatic ecosystem recovery. *Diversity*, 12, 204. DOI: 10.3390/d12050204.
- Oliver J.D. 1993. A review of the biology of Giant salvinia (*Salvinia molesta* Mitchell). *Journal of Aquatic Plant Management*, 31: 227-231.
- Owens C.S., Smart R.M. & Stewart R.M. 2004. Low temperature limits of Giant Salvinia. *Journal of Aquatic Plant Management*, 42: 91-94.
- Padilla D.K. & Williams S.L. 2004. Beyond ballast water: aquarium and ornamental trades as sources of invasive species in aquatic ecosystems. *Frontiers in Ecology and Environment*, 2: 131-138.
- Prelli R. 2000. *Les Fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale*. Belin, Paris.
- Sartain B.T. & Mudge C.R. 2018. Evaluation of 12 foliar applied non-aquatic herbicides for efficacy against giant salvinia (*Salvinia molesta*). *Journal of Aquatic Plant Management*, 56: 107-112.
- Schoenenberger N., Röthlisberger J. & Carraro G. 2014. La flora esotica del Cantone Ticino (Svizzera). *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 102: 13-30.
- Seitz B., Ristow M., Meissner J., Machatzi B. & Sukopp H. 2018. Rote Liste und Gesamtartenliste der etablierten Farn- und Blütenpflanzen von Berlin. In: *Der Landesbeauftragte für Naturschutz und Landschaftspflege / Senatsverwaltung für Umwelt, Klima und Verkehr (Hrsg.): Rote Listen der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere von Berlin*, 118 pp.
- Thomas P.A. & Room P.M. 1986. Taxonomy and control of *Salvinia molesta*. *Nature*, 320: 581-584.
- Whiteman J.B. & Room P.M. 1991. Temperatures lethal to *Salvinia molesta* Mitchell. *Aquatic Botany*, 40: 27-35.

I sirfidi quali bioindicatori per la valutazione degli habitat con il metodo Syrph the Net: tre casi studio in Cantone Ticino, Svizzera

Bärbel Koch^{1*}, Isabella Forini-Giacalone² e Lucia Pollini Paltrinieri¹

¹ Museo cantonale di storia naturale, Viale Carlo Cattaneo 4, 6901 Lugano, Svizzera

² Er Strada del Tasign 51c, 6513 Monte Carasso, Svizzera

* baerbel.koch@ti.ch

Riassunto: L'approccio Syrph the Net (StN) è uno strumento che usa i ditteri sirfidi come bioindicatori e permette di valutare l'integrità ecologica degli habitat. Questo metodo nel Cantone Ticino è stato applicato per la prima volta nel 2018/19 con tre progetti pilota al Parco delle Gole della Breggia, nella Riserva delle Bolle di Magadino e nell'area candidata a Parco nazionale del Locarnese. Con un campionamento standardizzato sono stati raccolti sirfidi mediante 18 tende Malaise sull'arco di un anno e i dati sono stati utilizzati per calcolare l'integrità funzionale StN degli habitat indagati nelle tre aree. Tra aprile 2018 e maggio 2019 sono stati campionati 4716 individui appartenenti a 141 specie. Oltre ad ampliare le conoscenze sulla sirfidofauna del nostro territorio, aggiungendo 26 nuove specie alla lista ticinese e 2 a quella svizzera, l'applicazione del metodo StN ha permesso di identificare possibili disfunzioni e raccogliere informazioni utili per valutare la gestione delle tre aree indagate. Nonostante i limiti dovuti alla metodologia, i tre studi pilota hanno permesso di riconoscere le potenzialità di questo strumento per la valutazione degli ecosistemi naturali e la conservazione della biodiversità.

Parole chiave: ditteri, monitoraggio, Sud delle Alpi, Syrphidae

Hoverflies as bioindicators for habitat assessment using the Syrph the Net method: three case studies in the Canton of Ticino, Switzerland

Abstract: The Syrph the Net (StN) approach is a tool that uses hoverflies as bioindicators and allows the assessment of habitat ecological integrity. This method was applied for the first time in the Canton of Ticino in 2018/19 with three pilot projects at the Parco delle Gole della Breggia, the Bolle di Magadino Reserve and the Locarno National Park candidate area. Using standardised sampling, hoverflies were collected by means of 18 Malaise tents over a period of one year and the data were used to calculate the functional integrity StN of the habitats investigated in the three areas. Between April 2018 and May 2019, 4716 individuals belonging to 141 species were sampled. In addition to expanding the knowledge of the hoverfly fauna of our territory, by adding 26 new species to the Canton of Ticino list and 2 to the Swiss list, the application of the StN method allowed to identify possible dysfunctions and to collect useful information to evaluate the management of the three investigated areas. Despite the limitations due to the methodology, the three pilot studies allowed to recognise the potential of this tool for the assessment of natural ecosystems and the conservation of biodiversity.

Keywords: Diptera, monitoring, southern Alps, Syrphidae

INTRODUZIONE

La conoscenza della biodiversità di un ambiente è la premessa principale per comprendere il grado di conservazione e la stabilità ecologica di un ecosistema, informazioni essenziali in ambito di protezione della natura. Tuttavia, il rilevamento della diversità biologica nel suo insieme è impossibile (McGeoch 1998; Noss 1990), ragione per cui vengono spesso utilizzati indicatori biologici, la cui diversità rispecchia bene quella di una gamma più ampia di diversità tassonomica (Howard et al. 1998; Prendergast et al. 1993).

Il metodo Syrph the Net (StN) è un approccio sviluppato a partire dagli anni 1990, che permette di valutare l'integrità di ecosistemi naturali e identificare possibili disfunzioni, mettendo a disposizione di gestori di

ambienti naturali uno strumento per promuovere il mantenimento della biodiversità (Speight 2017). StN utilizza i sirfidi come indicatori della biodiversità (Burgio & Sommaggio 2007; Corazza 2012) e dell'integrità funzionale di un ecosistema grazie alla loro ecologia diversificata e al loro stretto legame con l'habitat e le microstrutture, come ad esempio il legno morto o i nidi di insetti sociali (Sommaggio, 1999; Sommaggio & Burgio 2014). Infatti, il presupposto principale del metodo StN è la stretta associazione tra sirfidofauna e un determinato ambiente, fattore che permette di predire negli habitat indagati la composizione specifica dei sirfidi. Un confronto tra le specie potenziali e quelle effettivamente presenti nel sito indagato, rilevate attraverso un campionamento standardizzato, permette quindi di valutare se la biodiversità sia effettivamente mantenuta

e l'ambiente risulta integro (Speight et al. 2000). Inoltre, l'assenza di determinate specie potenziali può indicare possibili disfunzioni dell'ecosistema indagato e permette quindi di valutare il sito anche da un punto di vista gestionale. I sirfidi si prestano bene per questo genere di indagine anche perché sono campionabili con una tecnica standard, la determinazione alla specie è possibile e la loro biologia ed ecologia è ben conosciuta (Sommaggio 1999; Speight et al. 2000). Attualmente si hanno buone informazioni riguardo all'ecologia di più dell'80% delle circa 900 specie di sirfidi presenti in Europa (Speight 2020).

Il metodo StN è stato utilizzato in Italia (Corazza 2012; Maritano & Sommaggio 2020; Velli et al. 2010), in Spagna (Ricarte Sabater 2009) e in Francia, specialmente nelle Riserve naturali (ad es. Claude & Langlois 2016; Descaves 2016; Sarthou & Sarthou 2010; Vanappelghem et al. 2020). Di recente vi sono stati studi anche in Svizzera (Bessat et al. 2018; Pétremand et al. 2017; Ziouar 2014) e in particolare citiamo quello eseguito alla Riserva della Grande Cariçaie, sul lato sud del lago di Neuchâtel (Fisler et al. 2018; Fisler et al. 2019). Poiché nel Cantone Ticino questo metodo non era mai stato utilizzato, abbiamo voluto applicarlo alla realtà del nostro territorio per valutarne il potenziale e i limiti. Per l'esecuzione sono stati selezionati tre siti in diverse regioni del territorio cantonale – il Parco delle Gole della Breggia, la Riserva della Bolle di Magadino e i quercocastagneti nell'area candidata a Parco nazionale del Locarnese – con l'obiettivo di:

- i) conoscere la comunità di sirfidi di queste aree e ampliare le conoscenze della sirfidofauna per il Cantone Ticino;
- ii) applicare il metodo StN per valutare l'integrità funzionale degli habitat indagati in questi siti;
- iii) valutare il potenziale e i limiti della metodologia nel nostro territorio.

Il seguente articolo è un riassunto dei rapporti dettagliati e non pubblicati degli studi eseguiti nei tre siti (Forini-Giacalone et al. 2020, Koch et al. 2020 e Pollini Paltrinieri et al. 2020).

MATERIALI E METODI

Il metodo Syrph the Net (StN)

La banca dati StN elenca le esigenze ecologiche di quasi tutte le specie europee di sirfidi conosciute e codifica le loro preferenze di ambienti e strutture (Speight 2017). Il metodo si basa sulla premessa che molte specie di sirfidi sono strettamente legate a un particolare ambiente e alle sue strutture, di modo che è possibile prevedere quale sia la fauna potenziale di sirfidi per ogni tipo di habitat. Sulla base degli ambienti (definiti *macrohabitat*) presenti in una determinata area e della lista regionale di specie, in questo caso del Cantone Ticino, StN estrapola una lista di specie potenziali o cosiddette *specie attese*, che costituiscono la sirfidofauna degli ambienti considerati in ottimo stato di conservazione (Fig. 1). Confrontando questa lista con le specie campionate, cosiddette *specie osservate*, si ottengono tre distinti gruppi di specie: le *specie mancanti* (attese

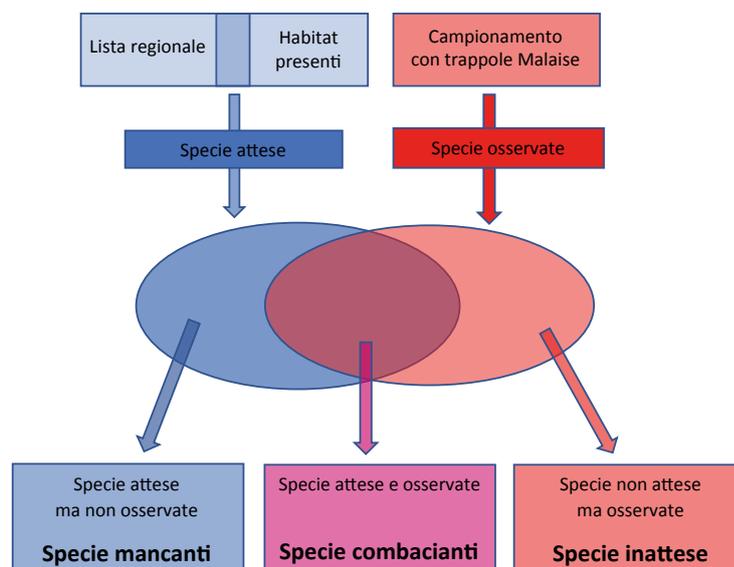


Figura 1: Illustrazione schematica dell'applicazione del metodo Syrph the Net (ripreso da Claude et al. 2013).

ma non osservate), le *specie combacianti* (attese e osservate) ed eventualmente le *specie inattese* (non attese ma osservate).

Con queste informazioni è possibile calcolare due indici percentuali: i) *integrità funzionale*, rapporto tra specie combacianti e specie attese, che serve a valutare lo stato di mantenimento della biodiversità e permette di identificare possibili disfunzioni e ii) *qualità del modello*, rapporto tra specie combacianti e specie osservate, che serve a valutare la precisione della selezione dei macrohabitat. Se la qualità del modello è bassa, significa che i macrohabitat selezionati per il sito sono inadeguati e che probabilmente molte specie sono inattese. Per entrambi gli indici sono state definite da Claude et al. (2013) soglie di valutazione per semplificarne l'interpretazione (Tab. 1). Una dettagliata analisi delle caratteristiche ecologiche delle specie e delle strutture utilizzate allo stadio larvale (definite *microhabitat*), permette inoltre di analizzare l'origine di questi processi alterati e di formulare consigli di gestione per l'ecosistema indagato. I microhabitat costituiscono piccole parti di macrohabitat. Per approfondire la tematica si consiglia di leggere le pubblicazioni di Vanappelghem et al. (2020) e di Corazza (2012).

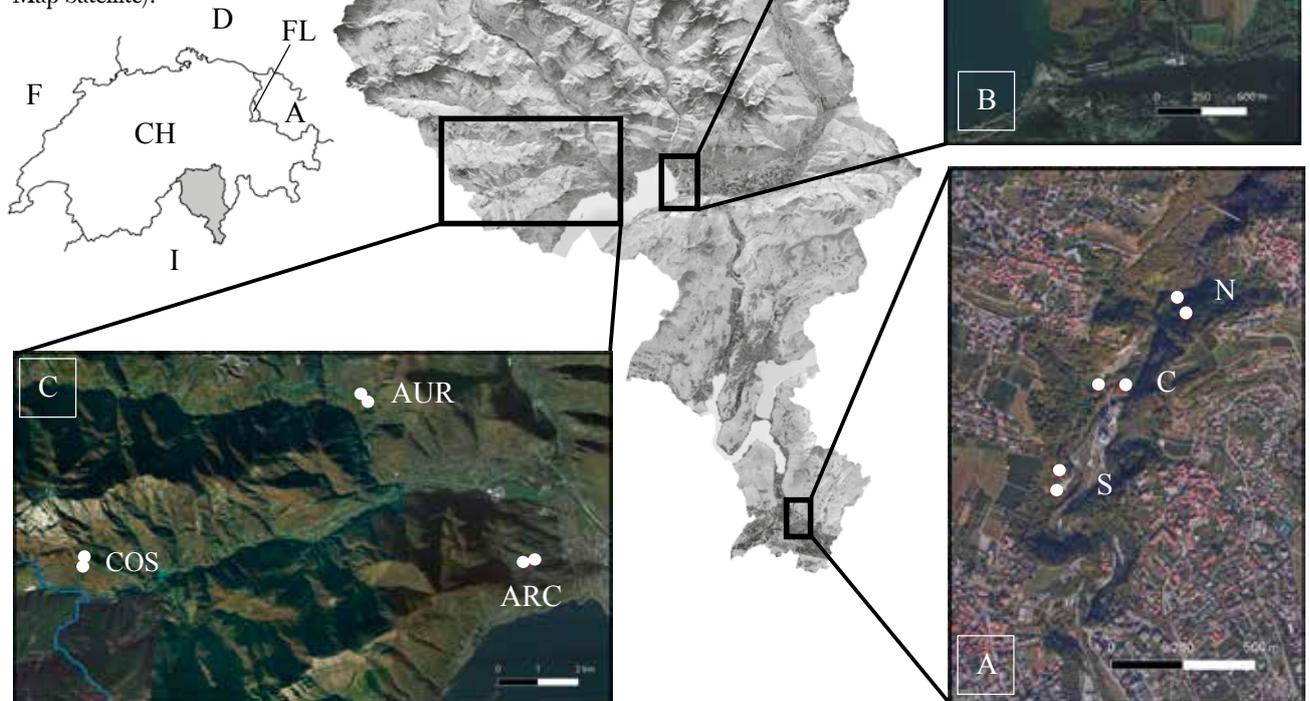
Tabella 1: Soglie di valutazione dei criteri di integrità funzionale e di qualità del modello (ripreso da Claude et al. 2013).

Intervallo	Integrità funzionale	Qualità del modello
0-20%	Molto bassa	Nettamente insufficiente
21-40%	Bassa	Insufficiente
41-50%	Media	Media
51-75%	Buona	Buona
76-85%	Molto buona	Molto buona
86-100%	Eccellente	Eccellente

Aree di studio

Le aree studiate, Parco delle Gole della Breggia (PGB), Riserva delle Bolle di Magadino (BDM) e i quercocastagneti dell'area candidata a Parco nazionale del Lo-

Figura 2: Le tre aree di studio: A) Parco delle Gole della Breggia, B) Riserva delle Bolle di Magadino e C) quercocastagneti dell'area candidata a Parco nazionale del Locarnese. In ogni area sono state selezionate tre stazioni, in ognuna delle quali sono state posate due tende Malaise (punti bianchi). Le sigle corrispondono alle stazioni (ortofoto: © Google Map Satellite).



carnese (PNL), sono situate in tre differenti zone del Cantone Ticino (Fig. 2).

Il Parco delle Gole della Breggia (PGB) si trova nella zona meridionale del Cantone Ticino nei Comuni di Breggia e Castel S. Pietro e si estende su una superficie di circa 65 ha. La maggior parte del territorio è ricoperto da formazioni boschive di latifoglie e le specie arboree più comuni sono il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), il frassino comune (*Fraxinus excelsior*) e la robinia (*Robinia pseudoacacia*). Sono però presenti anche specie termofile come il bagolaro (*Celtis australis*) o il frassino da manna (*Fraxinus ornus*). Il bosco forma un mosaico diversificato con ambienti aperti (prati, vigneti, zone ruderali), affioramenti rocciosi e vari corpi d'acqua (Fiume Breggia, ruscelli, stagni, paludi e canneti di piccole dimensioni). Sono state selezionate 3 stazioni di campionamento (Fig. 2A): i) a sud (S) in una zona umida temporanea attorniata da una zona ruderalesca, ii) in centro (C) in un prato con tre specchi d'acqua in prossimità del Fiume Breggia circondato da un bosco dominato da carpino nero, robinia, frassino, bagolaro e querce e iii) a nord (N) in un bosco misto con parziale dominanza di castagno, carpino nero e diverse specie di acero.

La Riserva delle Bolle di Magadino (BDM) è situata sulla sponda orientale del Lago Maggiore lungo l'ultimo tratto del Fiume Ticino e sulla sponda sinistra del

Fiume Verzasca. Occupa una superficie di 660 ha suddivisa in 3 aree con differenti livelli di protezione (A, B, C) di cui le zone prettamente naturali, in cui sono avvenuti i rilievi, ricoprono solo 200 ha (zona di protezione A) e sono ubicate nei Comuni di Locarno e Magadino. Qui troviamo l'unica foresta di salice bianco (*Salix alba*) ancora presente nel Cantone Ticino, oltre a boschi con farnia (*Quercus robur*), frassino comune (*Fraxinus excelsior*) e ontano (*Alnus glutinosa*). Le zone umide, caratterizzate principalmente da canneti e cariceti, sono affiancate a tipologie prative di vario genere, comprese le dune di sabbia. Le 3 stazioni di campionamento sono posizionate nella zona di protezione A (Fig. 2B): i) meridionale (M) con canneto e bosco di salice bianco, ii) centrale (C) con prato golenale e bosco di salice bianco (Fig. 3D) e iii) settentrionale (S) con bosco di salice bianco, farnia e ontano nero, stagni, lanche del Fiume Ticino e una radura dominata da gramigna altissima (*Molinia arundinacea*).

L'area candidata a Parco nazionale del Locarnese (PNL) ricopre una superficie di 221 km² ed è stata oggetto di un programma di ricerche sulla biodiversità forestale da parte del Museo cantonale di storia naturale tra il 2015 e il 2020 (Rampazzi 2017). Con l'idea di affiancare lo studio a una ricerca già in atto sugli insetti dei quercocastagneti, si è voluto applicare il metodo StN anche in questa zona. Le aree selezionate si trova-

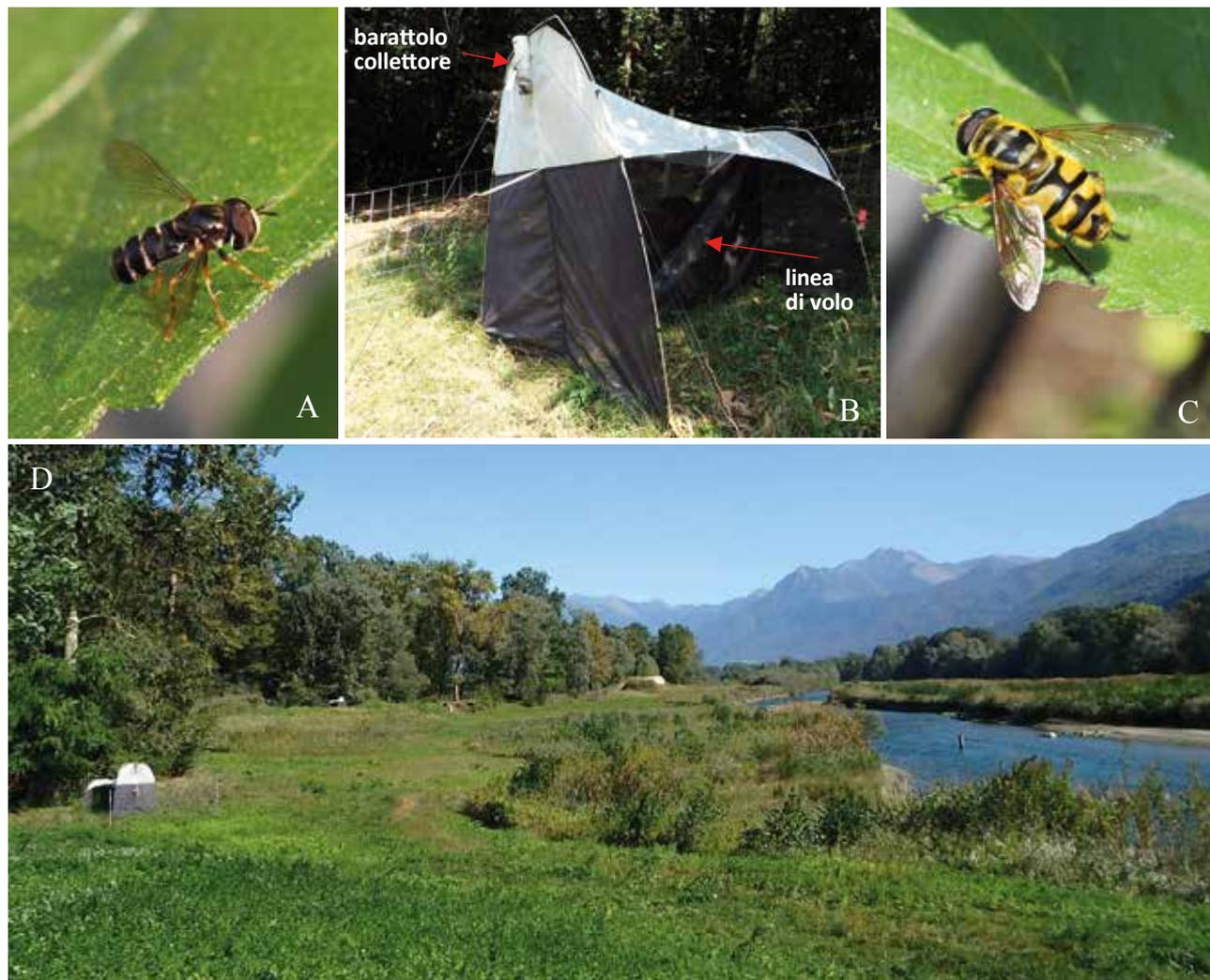


Figura 3: Trappola Malaise utilizzata per campionare sirfidi in modo standardizzato (B), due delle specie di sirfidi catturate - *Paragus pecchiolii* (A) e *Myathropa florea* (C), ed esempio di habitat nella sezione centrale della Riserva delle Bolle di Magadino (D).

Tabella 2: Dettagli del posizionamento delle trappole Malaise. PGB = Parco delle Gole della Breggia, BDM = Bolle di Magadino, PNL = area candidata a Parco nazionale del Locarnese.

Area	Trappola	Località	Comune	Coordinata X	Coordinata Y	Altitudine
PGB	S1	Pian di Scaglia	Castel S. Pietro	722'103	079'250	307
PGB	S2	Pian di Scaglia	Castel S. Pietro	722'114	079'321	307
PGB	C1	Biotopi	Castel S. Pietro	722'246	079'616	303
PGB	C2	Biotopi	Castel S. Pietro	722'333	079'618	291
PGB	N1	Prato delle streghe	Breggia	722'518	079'930	326
PGB	N2	Prato delle streghe	Breggia	722'546	079'873	326
BDM	M1	Piattono	Magadino	709'753	112'356	193
BDM	M2	Piattono	Magadino	709'861	112'317	193
BDM	C1	Bollette	Magadino	709'856	112'736	195
BDM	C2	Bollette	Magadino	709'952	112'771	195
BDM	S1	Bograsso	Locarno	709'908	113'719	195
BDM	S2	Bograsso	Locarno	709'753	112'356	195
PNL	ARC-M1	Arcegno	Losone	701'083	113'173	372
PNL	ARC-M2	Arcegno	Losone	701'026	113'186	392
PNL	AUR-M1	Auessio - Giardino	Onsernone	696'823	117'177	677
PNL	AUR-M2	Auessio - Giardino	Onsernone	696'823	117'177	677
PNL	COS-M1	Costa - Pignello	Centovalli	689'847	112'956	972
PNL	COS-M2	Costa - Pignello	Centovalli	689'850	112'994	987

no in grandi superfici boschive con quercu-castagneti in parte non più gestite. Le tre stazioni di campionamento selezionate si situano (Fig. 2C): i) ad Arcegno (ARC) nel Comune di Losone al di sopra di un vigneto e in prossimità della Riserva forestale del Parco del bosco di Maia che da vent'anni si sviluppa in modo naturale senza l'intervento dell'uomo; ii) in un prato sottogestito al di sopra di Costa di Borgnone (COS) nel Comune di Centovalli con felci, piante a fiore, cataste di legna e ceppaie, circondato da un bosco di faggi e castagni, con qualche ciliegio e iii) in un giardino fiorito di Auressio (AUR) nel Comune di Onsernone con la presenza di diverse strutture come muri a secco e alberi

morti, circondato in parte da felci, boschi con betulle e vecchie piante di castagno e querce.

Metodo di campionamento

Come previsto dal metodo StN, i sirfidi sono stati campionati con trappole Malaise (Fig. 3B; modello Bugdorm ez-Malaise Trap, BT1002). Le tende Malaise sono state posizionate perpendicolarmente rispetto al margine boschivo di modo da catturare i sirfidi sulla loro linea di volo. In ogni stazione sono state posizionate due tende Malaise a una distanza di 50-100 m una dall'altra per un totale di 18 trappole (Tab. 2). Le tende sono state installate ad aprile 2018 e sono rimaste at-

Tabella 3: Macrohabitat e habitat supplementari StN indagati nelle tre aree di studio Parco delle Gole della Breggia (PGB), Bolle di Magadino (BDM) e area candidata a Parco nazionale del Locarnese (PNL). Codici habitat supplementari: 211 = erbe alte in radura o a bordo sentiero, 234 = erbe basse in radura o a bordo sentiero, 712 = pozza permanente, 713 = pozza temporanea, 731 = sorgente, 7441 = sponda di fiume, 7442 = sponda di ruscello, 7462 = bordo di pozza permanente, 75 = affioramento roccioso.

	Codice StN	Macrohabitat	PGB	Habitat supplementari	BDM	Habitat supplementari	PNL	Habitat supplementari
Macrohabitat forestali	11115	Querceto termofilo orientale	x	234, 731, 7441, 7442, 7462, 75				
	11117	Castagneto (<i>Castanea</i>)	x	234			x	234
	1120	Faggeta (<i>Fagus</i>)					x	234
	1123	Querceto acidofilo					x	234
	1131	Foresta con <i>Salix alba/Populus</i>			x	713, 7442, 7462		
	11324	<i>Alnus glutinosa/Fraxinus excelsior</i>			x	713, 7442, 7462		
	11325	Foresta alluvionale con <i>Quercus/Ulmus/Fraxinus</i>	x	211, 7441, 7442, 75	x	713, 7442, 7462		
	133	Saliceto in palude			x	7462		
	15	Foresta di latifoglie sempreverdi	x	7441, 75				
	181	Piantagione di conifere					x	
Macrohabitat delle zone aperte	2311	Prati e pascoli di pianura non migliorati					x	
	23114	Prati e pascoli di pianura non migliorati, alluvionali			x			
	231111	Prati e pascoli di pianura non migliorati, xerici/semi-aridi			x			
	2321	Prati e pascoli migliorati di pianura	x	712, 75	x			
	273	Dune di sabbia non litorale			x			
Macrohabitat colturali	53	Vigneto	x				x	
	56	Giardino con fiori ornamentali, parco urbano					x	
Macrohabitat delle zone umide	613	Palude con <i>Salix</i>	x		x	7462		
	64	Canneto/cariceto	x	731				
	641	Canneto			x	7462		
	642	Cariceto (Magnocariceto)			x	7462		
	643	Letto di fiume temporaneo in secca (con <i>Arundo donax</i>)			x	7462		
	65	Palude			x	7462		

Tabella 4: Numero di specie e di individui catturati nelle aree di studio Parco delle Gole della Breggia (PGB), Bolle di Magadino (BDM) e area candidata a Parco nazionale del Locarnese (PNL).

	Specie totali	Specie incluse nelle analisi StN	Specie per stazione	Individui totali	Individui per stazione	Specie esclusive
PGB	97	93	61 ± 5	1229	410 ± 105	38
BDM	66	61	39 ± 4	2135	712 ± 352	20
PNL	73	71	44 ± 3	1352	451 ± 124	21

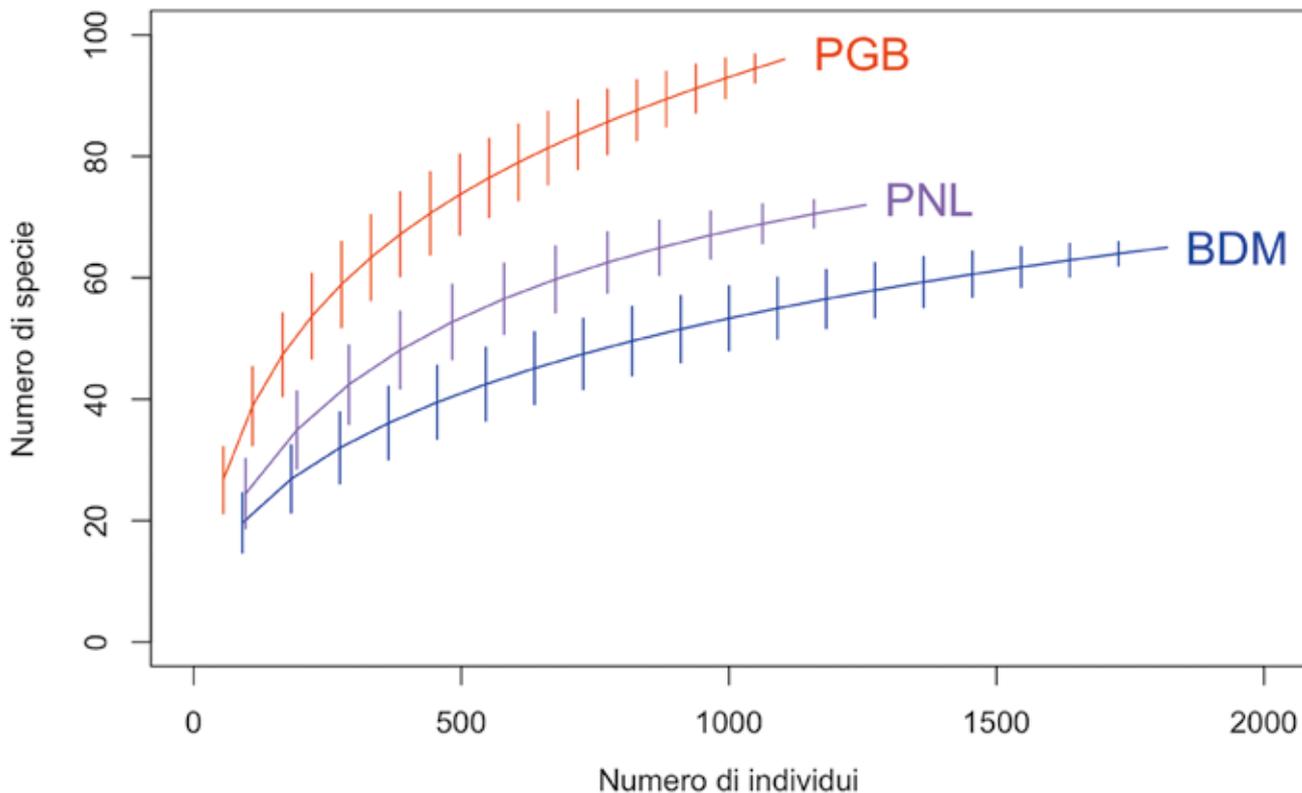


Figura 4: Curve di rarefazione per le tre aree di studio Parco delle Gole della Breggia (PGB), Bolle di Magadino (BDM) e area candidata a Parco nazionale del Locarnese (PNL).

tive da 9 a 13 mesi, a seconda dell'area di campionamento (Appendice 1). Nell'area PNL le trappole sono state ritirate prima dell'inverno 2018/19 a causa della presenza di neve che avrebbe potuto danneggiarle. I barattoli con il materiale entomologico sono stati sostituiti ogni due (in primavera-estate) o ogni quattro (inverno) settimane.

Il materiale è stato identificato da Isabella Forini-Giacalone (BDM), Lucia Pollini Paltrinieri (PNL) e Bärbel Koch (PGB) utilizzando principalmente le pubblicazioni di Speight & Sarthou (2017), Speight (2018), Van Veen (2004) e Bartsch et al. (2009a, b). Per determinati generi si è fatto capo ad articoli specialistici. Le specie di difficile identificazione sono state riviste da Martin Speight, Bruno Tissot, Dominique Langlois o Lisa Fislser. La nomenclatura utilizzata è quella adottata dal Centro svizzero di cartografia della fauna.

Habitat indagati e analisi StN

Essendo i sirfidi piuttosto mobili, si calcola che le trappole intercettino i loro spostamenti all'interno di un raggio di 300 m. Perciò, tutti gli ambienti all'interno di questo raggio sono stati rilevati e classificati secondo il sistema di codifica dei macrohabitat StN (Speight et

al. 2020). I macrohabitat e gli habitat supplementari (come corsi d'acqua o affioramenti rocciosi) ad essi associati e utilizzati nelle analisi StN per i tre siti sono riportati nella tabella 3.

Per le analisi dei dati è stato utilizzato il programma statistico R3.6.1 (R Development Core Team 2019). Per le analisi StN abbiamo utilizzato uno script di Lisa Fislser modificato. In totale 7 specie sono state escluse dalle analisi StN a causa dell'identificazione incerta (*Heringia* sp., *Cheilosia* sp. e *Sphaerophoria* sp.) o perché migratrici e non assegnate ad alcun habitat (*Eristalinus taeniops*, *Eupeodes goeldlini*, *Sphegina sibirica* e *Syrphus rectus*). La chiave di determinazione per distinguere le singole specie dell'aggregato *Merodon constans*-group è stata pubblicata recentemente (Vujic et al. 2020). *Merodon analis*, che finora apparteneva a questo gruppo, nelle analisi StN è stato trattato come *Merodon constans* poiché la loro ecologia è molto simile.

Per la valutazione dello sforzo di campionamento e la comparazione della ricchezza di specie tra le differenti aree di studio (Gotelli & Colwell 2011; Colwell et al. 2012), sono state calcolate delle curve di rarefazione usando il metodo 'rarefaction' della funzione 'specaccum' nel pacchetto R 'vegan'.

Per i dettagli su stazioni di campionamento, metodi e determinazioni delle specie vedere Forini-Giacalone et al. (2020), Koch et al. (2020) e Pollini Paltrinieri et al. (2020).

RISULTATI

Durante il periodo di attività delle trappole (385 giorni al PGB, 386 alle BDM e 211 al PNL) sono stati catturati in totale 4716 individui appartenenti a 141 specie differenti (Appendice 2). La specie più comune nelle 3 aree di studio è *Sphaerophoria scripta* con quasi un quarto di tutti gli individui catturati. Alle BDM e al PNL *Me-*

lanostoma mellinum è la seconda più comune, mentre al PGB è *Paragus pechioni*. Con 97 specie, al PGB si è campionato il maggior numero di specie, rispetto alle 73 del PNL e alle 66 delle BDM (Tab. 4). Invece, con 2135 individui, le BDM hanno avuto più catture rispetto ai 1352 del PNL e ai 1229 del PGB. Ogni singola area ha specie esclusive (Tab. 4). La figura 4 mostra le curve di rarefazione per le tre aree di studio indagate.

Dalle analisi StN, PNL e BDM hanno mostrato un valore di integrità funzionale basso (rispettivamente del 38% e del 36%), mentre il PGB risulta avere una buona integrità ecologica con il 51% (Tab. 5). La qualità del modello risulta invece essere eccellente per tutte e tre le aree di studio.

Tabella 5: Risultati StN generali di integrità funzionale e di qualità del modello per le tre aree di studio Parco delle Gole della Breggia (PGB), Bolle di Magadino (BDM) e area candidata a Parco nazionale del Locarnese (PNL).

	Specie attese	Specie osservate	Specie combacianti	Specie mancanti	Specie inattese	Integrità funzionale	Qualità del modello
PGB	165	93	84	81	9	51% (buona)	90% (eccellente)
BDM	146	61	55	91	6	38% (bassa)	90% (eccellente)
PNL	183	71	65	118	6	36% (bassa)	92% (eccellente)

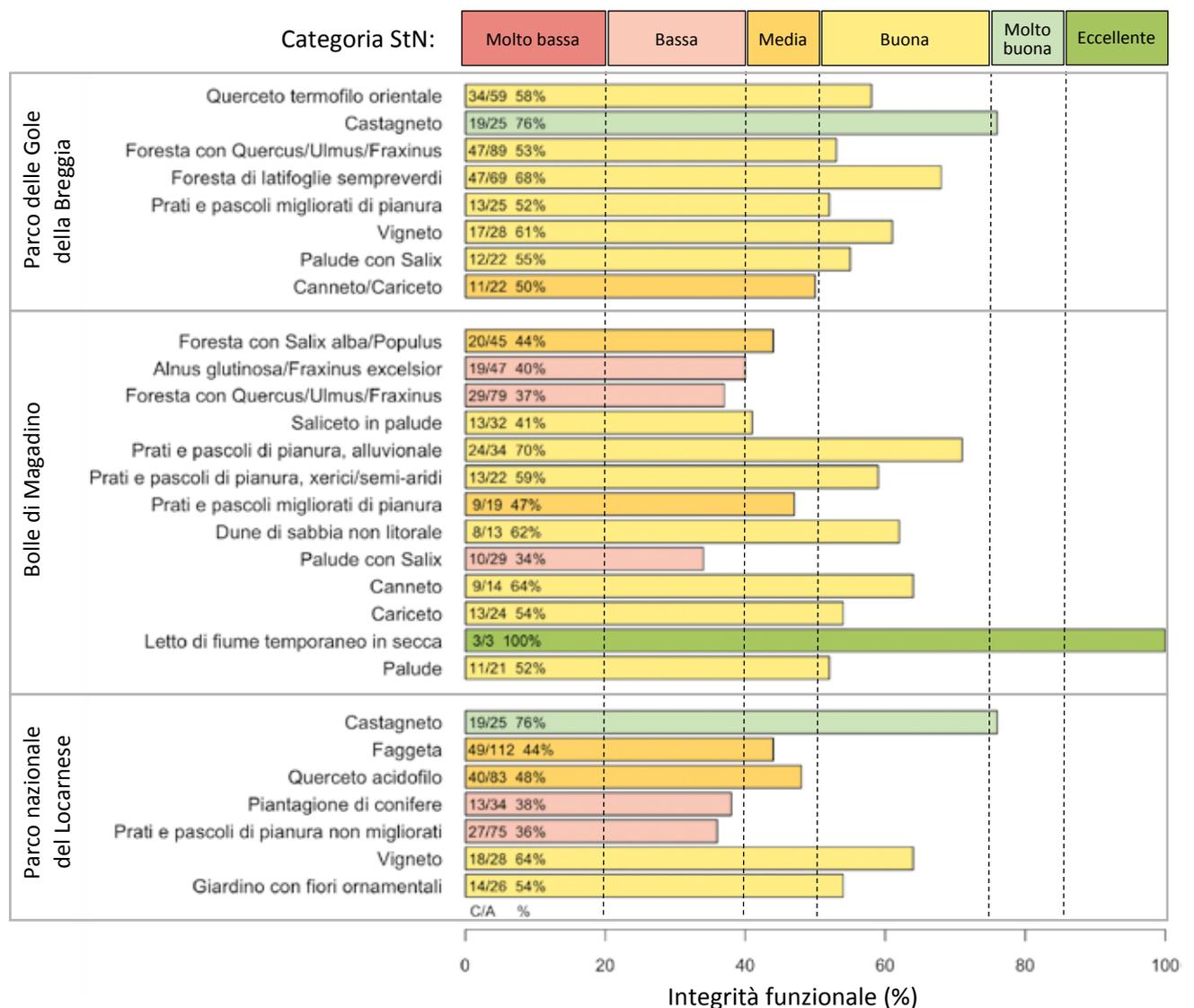


Figura 5: Risultati di integrità ecologica per i macrohabitat StN indagati nelle tre aree di studio Parco delle Gole della Breggia (PGB), Bolle di Magadino (BDM) e area candidata a Parco nazionale del Locarnese (PNL). C = specie combacianti, A = specie attese.

Tabella 6: Percentuale di integrità per i microhabitat StN nelle tre aree di studio.

Macrohabitat		Strutture terrestri											Strutture acquatiche			
		Alberi (in generale)	Alberi senescenti	Alberi maturi	Alberi del sottobosco	Arbusti, cespugli, alberi giovani	Foglie, canopea	Legno morto	Liane, rampicanti	Nidi di insetti sociali	Strato erbaceo	Detriti sulla superficie del suolo	Zona radicale	Piante acquatiche	Sedimenti/detriti sommersi	Terreno saturo d'acqua
Parco delle Gole della Breggia	Querceto termofilo orientale	66	64	60	67	73	71	75	100	67	68	60	54			
	Castagneto	83	80	100	100	100	100	100	100	100	85	100	55			
	Foresta con Quercus/Ulmus/Fraxinus	58	61	42	55	54	58	60	100	25	56	67	50			
	Foresta di latifoglie sempreverdi	67	73	67	67	67	65	67	100	43	79	88	77			
	Prati e pascoli migliorati di pianura										53	63	42			
	Vigneto										78	100	50			
	Palude con Salix										29	53	50	100	63	67
Bolle di Magadino	Canneto/Cariceto									50	63	50	43	43	56	
	Foresta con Salix alba/Populus	50	46	53	42	46	46	86	75	-	43	80	64			
	Alnus glutinosa/Fraxinus excelsior	47	53	41	31	33	33	75	67	-	40	70	73			
	Foresta con Quercus/Ulmus/Fraxinus	38	35	41	38	39	41	60	83	33	45	67	46			
	Saliceto in palude	45	60	47	33	31	31	75	75	-	47	80	71			
	Prati e pascoli di pianura, alluvionale										71	83	73			
	Prati e pascoli di pianura, xerici/semi-aridi										58	100	50			
	Prati e pascoli migliorati di pianura										53	80	33			
	Dune di sabbia non litorale										67	-	0			
	Palude con Salix										33	78	71	40	30	50
	Canneto										75	80	67	67	67	71
	Cariceto										78	75	80	56	44	50
	Letto di fiume temporaneo in secca										100	-	-	100	-	-
Parco Nazionale del Locarnese	Palude									63	57	67	71	50	44	
	Castagneto	83	80	100	100	100	100	100	100	0	77	100	64			
	Faggeta	49	40	55	56	57	57	36	100	25	50	80	43			
	Querceto acidofilo	57	55	60	56	59	59	38	100	0	56	83	46			
	Piantagione di conifere	39	67	39	37	37	36	50	100	-	80	100	100			
	Prati e pascoli di pianura non migliorati										40	31	38			
	Vigneto										78	100	50			
	Giardino con fiori ornamentali										82	29	67			

I macrohabitat del PGB hanno valori di integrità funzionale tra il 50% per il canneto/cariceto e il 76% per il castagneto (Fig. 5). Alle BDM i macrohabitat considerati mostrano integrità funzionali che variano tra il 34% per la palude con *Salix* e il 100% per il letto del fiume in secca. Al PNL, i macrohabitat considerati mostrano integrità funzionali che variano tra il 36% per il prato «non migliorato» (qui si intende un prato scarsamente gestito con sfalci e pascolo, il cui suolo non è stato lavorato con mezzi che ne modificherebbero altrimenti il rilievo) e il 76% per il castagneto.

L'analisi dei microhabitat (Tab. 6) mostra risultati diversificati a dipendenza dell'area di studio e del macrohabitat. Le strutture con una percentuale di integrità elevata sono in generale le liane rampicanti, i detriti sulla superficie del suolo e lo strato erbaceo. Valori generali da bassi a molto bassi sono stati calcolati per i nidi di insetti sociali, per la zona radicale e per alcune classi di determinate tipologie forestali.

DISCUSSIONE

Sirfidofauna e valutazione degli habitat delle tre aree indagate

La sirfidofauna delle tre aree conta in totale 141 specie di sirfidi, corrispondente a circa la metà delle 284 specie attualmente conosciute per la regione del versante Sud delle Alpi e a circa un terzo delle attuali 474 specie svizzere. Due di queste specie, *Merodon gallicus* e *Eristalinus taenioeps* sono state osservate per la prima volta in

Svizzera (Pollini Paltrinieri et al. 2021) e 26 sono nuove per il Cantone Ticino (vedi Appendice 2).

Ogni area di studio ha mostrato delle peculiarità, che sicuramente rispecchiano le differenze insite nella tipologia degli habitat presenti. In particolare, si nota il numero molto elevato di individui catturati alle BDM rispetto alle altre due aree, caratteristica distintiva delle zone umide rispetto ad altri tipi di ecosistemi. Al contrario, con 66 specie catturate, la sirfidofauna della Riserva è decisamente inferiore se comparata a quella del PGB e del PNL con, rispettivamente, 97 e 73 specie. La minore diversità specifica delle BDM è tuttavia un risultato atteso, poiché quale zona umida supporta comunità meno diversificate ma più specializzate e caratteristiche. Inoltre, nonostante il numero elevato di habitat analizzati nella Riserva delle BDM, il numero di specie attese nell'analisi StN è di 146, mentre quelli per il PGB e il PNL contano, rispettivamente, 165 e 187 specie. Queste differenze fra le stazioni sono supportate anche dalle curve di rarefazione, indicanti che un ulteriore sforzo di campionamento avrebbe portato a una lista di specie più esaustiva.

Il valore di 51% ottenuto per il PGB equivale a un buon mantenimento della biodiversità degli ambienti indagati. La situazione è differente per BDM e PNL, dove i valori di 38% e 36% indicano invece una bassa integrità funzionale. La qualità del modello di almeno il 90% per tutte e tre le aree di studio dimostra tuttavia un'appropriata scelta dei macrohabitat. Se confrontati con i valori di altre indagini StN in Nord Italia (Corazza 2012) e in Francia (Vanappelghem et al. 2020),

l'integrità funzionale ottenuta nei tre studi è piuttosto bassa, seppur nella media, considerando che si tratta di aree di dimensioni ridotte. Nonostante ciò, non si può negare che questi valori di integrità funzionale bassi possano indicare una funzionalità ridotta degli habitat naturali indagati e dell'ecosistema generale. L'analisi dei risultati dei microhabitat, che verrà discussa in seguito, permette di avere un'indicazione più dettagliata di tali carenze nel funzionamento.

I macrohabitat forestali mostrano risultati molto diversi, anche a dipendenza dell'area di studio considerata. Mentre al PNL e alle BDM l'integrità funzionale dei vari macrohabitat forestali è medio-bassa, al PGB si situano in genere nella categoria 'buona' probabilmente grazie alla conformazione dell'area e alla gestione forestale passata. Malgrado molti boschi ticinesi, al primo impatto, possano dare una sensazione di naturalità, in realtà sono dei boschi giovani nei quali l'influenza dell'uomo è stata per secoli molto importante (Carraro et al. 2020) e dove spesso solo le superfici meno produttive e inaccessibili erano ricoperte da alberi. Nell'area del PNL, ad esempio, i fianchi delle montagne venivano pascolati intensamente e lo strato erbaceo falciato, diminuendo di fatto l'apporto organico a un suolo già povero. Oltre alla gestione forestale, al PGB l'attività del cementificio Saceba e l'estrazione mineraria hanno influito notevolmente sul paesaggio. Comparando queste due realtà piuttosto simili, il risultato mediocre del PNL è probabilmente da attribuirsi a una certa omogeneità di habitat e a una giovane età dei boschi indagati, ai quali si sommano una uniformità di classe di età degli alberi presenti. Nonostante anche il PGB abbia avuto una gestione passata piuttosto intensa, le formazioni forestali sui dirupi e nelle zone meno accessibili si sono sviluppate più naturalmente, permettendo verosimilmente agli alberi qui presenti di raggiungere uno stadio senescente. Sia al PGB che al PNL il castagneto è l'habitat che ha ottenuto la migliore integrità funzionale. Nel periodo antecedente la seconda guerra mondiale, solo alcune zone con coltivazioni boschive tradizionali, come la selva castanile e il ceduo composto con carpino e quercia, facevano eccezione all'agricoltura e alla selvicoltura intensa (Fürst & Bolgé 2013). Si può ipotizzare che diversi castagni abbiano raggiunto uno stadio senescente, anche se di per sé il castagneto è relativamente povero di specie di sirfidi altamente legate a questo macrohabitat, presentando specie poco specializzate. Specie iconica per questa formazione, campionata sia al PNL che al PGB, è la *Caliprobola speciosa*. La realtà delle BDM è diversa da quella del PNL e PGB e va quindi interpretata in maniera differente. Pur non essendo presenti castagneti e trattandosi di tipologie boschive umide, anche alle BDM i boschi sono stati a lungo sfruttati per il legname e il sottobosco veniva pascolato, perciò sono poche e piccole le superfici con alberi più vecchi di 70 anni (Ceschi 2006). Nonostante la Riserva sia iscritta nella Convenzione di Ramsar e protetta dal 1982, essa è soggetta ad altri influssi antropici: oltre all'isolamento di alcune formazioni boschive rare e alla pressione antropica del territorio circostante, i macrohabitat delle BDM sembrano risentire dello stress idrico dovuto all'arginatura del Fiume Ticino e

alla diga di Sesto Calende che determinano le quote del Lago Maggiore.

Altri studi condotti in zone umide comparabili alle BDM, come la Riserva naturale della Grande Caricaie (Fisler et al. 2019) o la Riserva naturale francese del Lac de Remoray (Claude et al. 2013) hanno mostrato valori di integrità funzionale generalmente più alti. Tuttavia, si tratta di zone umide di una certa estensione, di rispettivamente circa 3000 ha (comprendenti 8 Riserve naturali lungo la riva sud del lago di Neuchâtel) e quasi 800 ha, contro i 200 ha delle BDM, con la presenza di ambienti in parte differenti e campionati su più anni. Anche la disuguale situazione idrologica delle due Riserve svizzere potrebbe essere fonte di risultati tanto differenti: la Grande Caricaie presenta un deficit idrico, mentre alle BDM si ha un surplus intercalato a periodi di deficit idrico. Le zone umide del PGB sono molto piccole e isolate da habitat simili, quindi poco comparabili a zone umide di tale estensione come le Riserve naturali citate sopra. Infatti, il canneto/cariceto mostra valori di integrità funzionale inferiori a quelli delle BDM. Nonostante ciò, tra i sirfidi catturati nelle trappole del PGB si contano specie rare e osservate per la prima volta nel Cantone Ticino come *Lejogaster tarsata* e *Riponnensia splendens*, tipiche delle zone umide e zone con sorgenti, oppure *Melanogaster nuda*, legata in particolare alle paludi calcaree. Le Riserve naturali del Bout du Lac e del Delta de la Dranse, in Alta Savoia, paesaggisticamente più simili alla situazione del PGB, mostrano per i macrohabitat delle zone umide valori più comparabili (Speight & Castella 2011). Anche alle BDM sono state censite specie particolari e legate alle zone umide come *Parhelophilus versicolor*, *Platycheirus occultus* o *Triglyphus primus*. Di tutti i macrohabitat analizzati, l'unico a ottenere un'integrità funzionale 'eccellente' è il letto del fiume in secca, habitat favorito dalla dinamica idrologica nella Riserva con pochi elementi specializzati. Generalmente, i macrohabitat umidi alle BDM mostrano un'integrità funzionale 'medio-buona'. Le zone umide delle BDM e del PGB, seppur con dinamiche specifiche influenzate da fattori come deficit idrico, siccità temporanea o superficie ridotta, mostrano una sirfidofauna molto preziosa che va preservata.

Globalmente, i macrohabitat delle zone aperte o delle zone colturali mostrano un'integrità funzionale soddisfacente. Tra i migliori macrohabitat aperti campionati troviamo al PGB e al PNL il vigneto, e il prato «non migliorato» alluvionale alle BDM. La composizione specifica di questo tipo di ambienti è spesso ridotta, ma in alcuni casi molto specializzata. Questi macrohabitat sono fondamentali per il nutrimento dei sirfidi adulti che svolgono un ruolo molto importante per le zone agricole come impollinatori (Klecka et al. 2018; Szymank 2001) o predatori naturali degli afidi in molte colture (Sunil & Chandish 2013). Spicca, in tutte e tre le aree indagate, la generale carenza di specie del genere *Cheilosia*: delle specie attese alle BDM ne manca il 94% (15 su 16), al PNL l'85% (23 su 27) e al PGB il 70% (16 su 23). L'impressione è che queste specie caratteristiche delle zone aperte prative si osservino sempre meno a basse quote (comm. pers. Lisa Fisler), forse quale conseguenza dell'intensificarsi delle attività agricole. Poi-

ché le larve di molte di queste specie si sviluppano alla base dello stelo o nella zona radicale di specifiche piante erbacee, anche un'alta proporzione di specie erbacee alloctone, osservate soprattutto in alcuni settori delle BDM e del PGB, che riducono o sostituiscono le piante ospiti, potrebbero avere un impatto non trascurabile. Anche dall'analisi dei microhabitat si evidenzia che le superfici prative presentano un'integrità medio-bassa per lo strato erbaceo e per la zona radicale in generale. Grazie alla stretta associazione dei sirfidi con l'ambiente in cui vivono e con le microstrutture utilizzate allo stadio larvale, l'approccio StN può rivelare disfunzioni anche a scala più piccola. Come per i macrohabitat, anche le analisi dei microhabitat mostrano una situazione molto differente nelle tre aree di studio. A livello di strato arboreo è stata riscontrata una carenza importante alle BDM per gli alberi del sottobosco, gli alberi giovani e arbusti in diverse tipologie di macrohabitat forestali. Al PNL una carenza simile si osserva per la piantagione di conifere, ma bisogna specificare che questa tipologia di macrohabitat ha qui una superficie molto limitata. Inoltre, nei boschi del PNL, si nota anche un deficit generale (salvo per il castagneto) per il legno morto, struttura che nelle altre aree mostra risultati più soddisfacenti, e per la faggeta una carenza di alberi senescenti. Globalmente, in tutte le aree sembrano mancare le specie legate agli insetti sociali. Si tratta di poche specie molto specifiche, che al PNL sembrano essere quasi completamente assenti. Per gli altri strati, sono stati ottenuti valori mediamente più bassi per la zona radicale al PGB e al PNL, mentre per lo strato erbaceo e per i detriti sulla superficie del suolo i valori sono generalmente più alti. Le liane rampicanti hanno ottenuto un valore eccellente al PGB e al PNL e valori medio-alti alle BDM. Si tratta tuttavia di poche specie, tra cui molte abbastanza comuni come *Baccha elongata* o *Episyrphus balteatus*. A livello di strutture acquatiche, i risultati ottenuti dipendono piuttosto dalla tipologia dell'habitat ed è difficile trovare tendenze comuni alle tre aree.

Potenziale e limiti della metodologia StN

Nonostante i risultati incoraggianti ottenuti con l'applicazione del metodo StN, le analisi devono sempre essere interpretate con precauzione, tenendo presente i possibili limiti legati al metodo. Anche se è verosimile che gli habitat indagati abbiano delle disfunzioni più o meno accentuate, la mancanza di alcune specie, da cui dipendono i risultati delle analisi, potrebbe essere riconducibile anche ad altri fattori. In primo luogo, non tutte le specie di sirfidi vengono catturate altrettanto bene dalle trappole Malaise: alcune specie di grossa taglia o poco mobili, legate alla canopea, sono raramente catturate con questo metodo e il loro campionamento richiede quindi l'impiego di metodi complementari (Burgio et al. 2015). Inoltre, pur essendo un approccio il più possibile standardizzato, il successo e la composizione delle catture dipendono dai cicli di sviluppo pluriannuali delle specie, così come da fattori aleatori legati alle condizioni meteorologiche. Per questa ragione si raccomanda di campionare sull'arco di più anni, possibilmente durante tutte le stagioni, come nella

maggior parte delle Riserve naturali francesi in cui i campionamenti sono durati 2-3 anni (Vanappelghem et al. 2020). Lo studio nel parco nazionale delle Cévennes, evidenzia bene la variabilità interannuale delle catture: una trappola Malaise posizionata esattamente nello stesso posto per due anni consecutivi ha catturato 77 specie il primo e 98 specie il secondo anno (Descaves 2016). Nel nostro caso, questo è mostrato bene dalle curve di rarefazione calcolate per le tre aree, che indicano come sull'arco di un solo anno non sia stato raggiunto l'asintoto. Nonostante un rilievo su due anni richieda un onere lavorativo aggiuntivo non indifferente, questo permetterebbe di avere una lista di specie più esaustiva e quindi dati più precisi sull'ecosistema studiato. È noto che anche l'ubicazione e la direzione di posa delle trappole è di fondamentale importanza per la corretta intercezione del volo dei sirfidi. A dimostrazione di questo, si può citare la stazione PGB-C, dove due trappole distanti solamente 60 m l'una dall'altra hanno intercettato una 176 individui appartenenti a 47 specie mentre l'altra unicamente 23 individui appartenenti a 14 specie.

Il metodo StN richiede delle conoscenze di base, non sempre applicabili in maniera completa o difficili da rilevare, ma che influenzano il risultato delle analisi. Ad esempio, la lista regionale utilizzata per estrapolare le specie potenzialmente presenti negli ambienti indagati non sempre è esaustiva. Nel Cantone Ticino non è mai stato eseguito un campionamento su larga scala incentrato sui sirfidi e che contempra i vari ambienti presenti sul territorio; la lista attuale, infatti, si basa su puntuali campionamenti di sirfidi, in parte storici, e su ricerche non specificatamente rivolte ai ditteri. Inizialmente per le analisi sono state testate anche la lista completa delle specie svizzere e la lista delle specie del Nord Italia, che hanno però dato risultati non ottimali poiché poco adattate alla realtà ticinese. Altre difficoltà riscontrate, sempre legate all'elaborazione della lista di specie potenziali, sono la scelta e la classificazione di macrohabitat e habitat supplementari. Pur utilizzando categorie definite dal sistema europeo di classificazione degli habitat, l'identificazione dei macrohabitat richiede esperienza e attenzione in casi particolari in cui l'ambiente indagato non coincide appieno con le descrizioni tipiche di questi ambienti. Ad esempio, alle BDM il saliceto assume una forma meno alluvionale in cui sono carenti i pioppi. Al PGB, a seguito dell'alto numero di specie inattese associate al macrohabitat 'foresta di sempreverdi', questo habitat è stato aggiunto nelle analisi, nonostante l'assenza delle specie di *Quercus* che lo caratterizzano, in quanto è certa la presenza di numerose specie arboree accompagnatrici come il carpino nero o il bagolaro.

Malgrado le difficoltà e i limiti metodologici riscontrati, la valutazione degli habitat con l'approccio StN, utilizzando i sirfidi quali bioindicatori, si è rivelato essere uno strumento valido di analisi.

CONCLUSIONI

I tre studi pilota hanno permesso di riconoscere le potenzialità dell'approccio StN quale strumento per la valutazione di un ecosistema naturale e, in particolare, del mantenimento della biodiversità. Una caratteristica interessante si è rivelata essere la possibilità di individuare, anche su piccola scala, le qualità e le lacune degli habitat naturali indagati permettendo di formulare indicazioni per la gestione piuttosto specifiche. Per i futuri monitoraggi si raccomanda di eseguire il campionamento sull'arco di più anni e di migliorare la conoscenza della sirfidofauna del Cantone Ticino, di modo da poter affinare la lista di specie potenziali e rendere i risultati di più facile interpretazione. I tre studi StN hanno aggiunto ben 28 specie alla fauna ticinese, mostrando quanto ci sia ancora da scoprire sul nostro territorio.

L'integrità funzionale in parte mediocre è probabilmente legata sia alla passata gestione intensiva del territorio indagato, che ha prodotto una certa omogeneità degli habitat e una giovane età dei boschi, sia a influenze antropiche ancora in atto, come nel caso delle BDM, dove le dinamiche idriche sono alterate. Anche l'estensione piuttosto limitata degli habitat indagati, spesso frammentati, con superfici esigue e attornati da ambienti urbanizzati poco favorevoli, gioca probabilmente un ruolo determinante. Bisogna inoltre considerare che la mancanza di alcune specie attese potrebbe essere dovuta anche ad altri fattori legati alla riuscita del campionamento come il posizionamento delle trappole, il periodo di cattura o la variabilità annuale delle specie. Malgrado i deficit evidenziati, l'importanza delle aree studiate nella conservazione di specie di sirfidi considerate rare è tuttavia innegabile.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo per il finanziamento il Museo cantonale di storia naturale e le Fondazioni Bolle di Magadino e Parco delle Gole della Breggia, in particolare F. Rampazzi, N. Patocchi e M. Torriani. Grazie a chi ci ha sostenuto sul posto: D. Sargenti, A. Leuenberger, M. Bindella, P. Maddalena e S. Di Sunno; agli esperti per determinazioni e consigli: B. Tissot, D. Langlois, J. Claude, A. Maibach, L. Fisler e M. Speight; a M. Pilati per l'aiuto a impostare questo articolo e a D. Sommaggio per i commenti al testo.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Bartsch H., Binkiewicz E., Klintbjer A., Radén A. & Nasibov E. 2009a. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Tvåvingar: Blomflugor: Erstalinae & Microdantinae. Diptera: Syrphidae: Erstalinae & Microdantinae. 478 pp. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- Bartsch H., Binkiewicz E., Radén A. & Nasibov E. 2009b. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Tvåvingar: Blomflugor: Syrphinae. Diptera: Syrphidae: Syrphinae. 466 pp. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- Bessat M., Speight M.C.D. & Castella E. 2018. Addition de trois nouvelles espèces à la liste des Syrphidae (Diptera) du canton de Genève. Entomo Helvetica, 11: 73-78.
- Burgio G. & Sommaggio D. 2007. Syrphids as landscape bioindicators in Italian agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment, 120: 416-422.
- Burgio G., Sommaggio D. & Birtele D. 2015. I Sirfidi (Ditteri): biodiversità e conservazione. ISPRA, Manuali e Linee Guida 128/2015, 182 pp.
- Carraro G., Gianoni P. & Kemper A. 2020. La vegetazione forestale della Valle Onsernone e le sue tendenze evolutive. Con carta della vegetazione 1:25 000. Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Haupt, 337 pp.
- Ceschi I. 2006. Il bosco del Cantone Ticino. Dipartimento del territorio. Armando Dadò, Locarno, 407 pp.
- Claude J. & Langlois D. 2016. Diagnostic écologique des habitats forestiers de la Réserve Naturelle Nationale du ravin de Valbois (25), 2009-2010, par la méthode "Syrph the Net". Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera) 87, 30 pp., Syrph the Net publications, Dublin.
- Claude J., Tissot B., Mazuez C., Vionnet G., Sarthou J.-P. & Chanal F. 2013. Diagnostic écologique des principaux habitats de la réserve naturelle nationale du Lac de Remoray (25) par la méthode "Syrph the Net". Syrph the Net, the database of European Syrphidae 71, 44 pp. + appendices, Syrph the Net publications, Dublin.
- Colwell R.K., Chao A., Gotelli N.J., Lin S., Mao, C.X., Chazdon R.L. & Longino J.T. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. Journal of Plant Ecology, 5: 3-21.
- Corazza C. 2012. I Ditteri Sirfidi nella bioindicazione della biodiversità. I sirfidi, il database Syrph the Net e una chiave dicotomica ai generi dei sirfidi italiani, A cura di: Carla Corazza. Testi di: Silvia Bertollo, Carla Corazza, Daniele Sommaggio, Martin C.D. Speight. Quaderni della Stazione di Ecologia del Civico Museo di Storia Naturale di Ferrara, 20, pp.165.
- Descaves B. 2016. Diagnostic écologique de forêts de la vallée de la Haute Jonte (Lozère) par la méthode "Syrph the Net". Syrph the Net, the database of European Syrphidae 88, 69 pp., Syrph the Net publications, Dublin.
- Fisler L., Gander A. & Baudraz M. 2018. Méthode Syrph the Net dans la Grande Cariçaie. Rapport annuel 2017 (première année du projet). Association de la Grande Cariçaie, 25 pp.
- Fisler L., Gander A. & Baudraz M. 2019. Méthode Syrph the Net dans la Grande Cariçaie. Rapport annuel 2017-2018. Association de la Grande Cariçaie, 29 pp.

- Forini-Giacalone I., Pollini Paltrinieri L. & Koch B. 2020. I sirfidi (Diptera, Syrphidae) nella Riserva delle Bolle di Magadino - biodiversità e valutazione degli habitat con il metodo Syrph the Net. Fondazione Bolle di Magadino, 60 pp.
- Fürst M. & Bolgé R. 2013. Piano di gestione forestale per il Parco delle Gole della Breggia. Periodo 2014-2023. Bomio & Fürst SA, 49 pp.
- Gotelli N.J. & Colwell R.K. 2011. Estimating species richness. In: Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment, Oxford University Press, United Kingdom, 39-54.
- Howard P.C., Viskanic P., Davenport T.R.B., Kigenyi F.W., Baltzer M., Dickinson C.J., ... & Balmford A. 1998. Complementarity and the use of indicator groups for reserve selection in Uganda. *Nature*, 394: 472-475.
- Klecka J., Hadrava J., Biella P. & Akter A. 2018. Flower visitation by hoverflies (Diptera: Syrphidae) in a temperate plant-pollinator network. *PeerJ Preprints*: <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.26516v1>.
- Koch B., Pollini Paltrinieri L. & Forini-Giacalone I. 2020. I sirfidi (Diptera, Syrphidae) al Parco delle Gole della Breggia - biodiversità e valutazione degli habitat con il metodo Syrph the Net. Fondazione Parco delle Gole della Breggia, 43 pp.
- Maritano U. & Sommaggio D. 2020. Hoverfly diversity in Mareschi alluvial alder forest (Piedmont, Italy), and «Syrph the Net» ecological analysis (Diptera: Syrphidae). *Fragmenta entomologica*, 52: 101-112.
- McGeoch M.A. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Reviews*, 73: 181-201.
- Noss R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4: 355-364.
- Pétremand G., Speight M.C.D., Fleury D., Castella E. & Delabays N. 2017. Hoverfly diversity supported by vineyards and the importance of ground cover management. *Bulletin of Insectology*, 70: 147-155.
- Pollini Paltrinieri L., Koch B. & Forini-Giacalone I. 2020. I sirfidi (Diptera, Syrphidae) dei *Quercus*-castagneti nell'area candidata a parco nazionale del Locarnese (Losone-Arcegno, Onsernone-Auessio, Centovalli-Costa) - Biodiversità e valutazione degli habitat con il metodo Syrph the net. Museo cantonale di storia naturale, 37 pp.
- Pollini Paltrinieri L., Koch B. & Forini-Giacalone I. 2021. Tre nuove specie di Syrphidae (Diptera) segnalate in Svizzera. *Entomo Helvetica*. In press.
- Prendergast J.R., Quinn R.M., Lawton J.H., Eversham B.C. & Gibbons D.W. 1993. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature*, 365: 335-337.
- Rampazzi F. 2017. Lo studio della biodiversità forestale del progetto di Parco nazionale del Locarnese (PNL). Programma di ricerca preliminare sulla biodiversità delle principali formazioni forestali e degli ambienti ecotonali associati (2015-2020). Museo cantonale di storia naturale. Rapporto interno non pubbl., 33 pp.
- Ricarte Sabater A.R. 2009. Syrph the Net como herramienta para la evaluación del estado de conservación de ecosistemas mediterráneos. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 33: 321-336.
- Sarthou V. & Sarthou J.-P. 2010. Evaluation écologique d'écosystèmes forestiers de Réserves Naturelles de Haute-Savoie à l'aide des Diptères Syrphidés. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae* 62, 131 pp., Syrph the Net publications, Dublin.
- Sommaggio D. 1999. Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 343-356.
- Sommaggio D. & Burgio G. 2014. The use of Syrphidae as functional bioindicator to compare vineyards with different managements. *Bulletin of Insectology*, 67: 147-156.
- Speight M.C.D. 2017. The Syrph the Net database of European Syrphidae (Diptera), past, present and future. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera)* 96, 19 pp., Syrph the Net publications, Dublin.
- Speight M.C.D. 2020. Species accounts of European Syrphidae, 2020. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera)* 104, 314 pp., Syrph the Net publications, Dublin.
- Speight M.C.D. & Castella E. 2011. Analyse des Syrphidae (Dipteres) de deux réserves alluviales de Haute-Savoie, en relation avec l'évaluation et la gestion des sites. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae* 67, 35 pp., Syrph the Net publications, Dublin.
- Speight M.C.D., Castella E. & Sarthou V. 2020. Base de données StN: contenu et glossaire des termes 2020. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera)*, Vol. 109, 110 pp., Syrph the Net publications, Dublin.
- Speight M.C.D., Castella E. & Obrdlik P. 2000. Use of the Syrph the Net database 2000. In *Syrph the Net, the database of European Syrphidae* 25. 99 pp., Syrph the Net publications, Dublin. (ed. M. C. D. Speight, E. Castella, P. Obrdlik and S. Ball).
- Speight M.C.D. & Sarthou J.-P. 2017. StN keys for the identification of the European species of various genera of Syrphidae 2017 / Clés StN pour la détermination des espèces Européennes de plusieurs genres des Syrphidae 2017. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera)*, Vol. 99, 139 pp., Syrph the Net publications, Dublin.
- Ssymank A. 2001. Vegetation und Blütenbesuchende Insekten in der Kulturlandschaft. *Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz* 64, Bonn-Bad Godesberg, pp. 513.
- Sunil J. & Chandish R.B. 2013. Syrphid predators for biological control of aphids. *Journal of Biological Control*, 27: 151-170.
- Vanappelghem C., Vandewege R., Debaive N., Claude J., Dussaix C., Garrigue J., ... & Vallet A. 2020. Guide technique de mise en oeuvre d'une étude Syrph the Net - Retours d'expérience de l'Atelier du group inter-réseaux Syrphes. Réserves naturelles de France. *Les cahiers rnf*, nr. 8. 121 pp.
- Van Veen M.P. 2004. Hoverflies of Northwest Europe. Identification keys to the Syrphidae. Utrecht, KNNV Publishing, 247 pp.
- Velli A., Sommaggio D., Maccagnani B. & Burgio G. 2010. Evaluation of environment quality of a preprotected area in Northern Italy using Syrph the Net method. *Bulletin of Insectology*, 63: 217-224.
- Vujic A., Radenkovic S., Likov L., Andric A., Jankovic M., Acanski J., ... & Djan M. 2020. Conflict and congruence between morphological and molecular data: revision of the *Merodon constans*-group (Diptera: Syrphidae). *Invertebrate Systematics*, 34: 406-448.
- Ziouar A. 2014. Evaluation d'espaces naturels à l'aide d'insectes (Diptères Syrphidae), Maîtrise, Université de Genève, 101 pp.

APPENDICE

Appendice 1: Dettagli dei periodi di campionamento con le trappole Malaise.

Periodo	Parco delle Gole della Breggia		Bolle di Magadino		Parco nazionale del Locarnese	
	date	giorni	date	giorni	date	giorni
0	-	-	09.04.2018-23.04.2018	14	-	-
1	20.04.2018-08.05.2018	18	23.04.2018-08.05.2018	15	23.04.2018-09.05.2018	16
2	08.05.2018-22.05.2018	14	08.05.2018-22.05.2018	14	09.05.2018-23.05.2018	14
3	22.05.2018-05.06.2018	14	22.05.2018-04.06.2018	13	23.05.2018-05.07.2018	13
4	05.06.2018-19.06.2018	14	04.06.2018-18.06.2018	14	05.06.2018-20.06.2018	15
5	19.06.2018-03.07.2018	14	18.06.2018-02.07.2018	14	20.06.2018-04.07.2018	14
6	03.07.2018-17.07.2018	14	02.07.2018-16.07.2018	14	04.07.2018-17.07.2018	13
7	17.07.2018-31.07.2018	14	16.07.2018-30.07.2018	14	17.07.2018-30.07.2018	13
8	31.07.2018-14.08.2018	14	30.07.2018-13.08.2018	14	30.07.2018-14.08.2018	15
9	14.08.2018-27.08.2018	13	13.08.2018-27.08.2018	14	14.08.2018-28.08.2018	14
10	27.08.2018-11.09.2018	15	27.08.2018-10.09.2018	14	28.08.2018-12.09.2018	15
11	11.09.2018-25.09.2018	14	10.09.2018-24.09.2018	14	12.09.2018-26.09.2018	14
12	25.09.2018-23.10.2018	28	24.09.2018-22.10.2018	28	25.09.2018-23.10.2018	28
13	23.10.2018-20.11.2018	28	22.10.2018-19.11.2018	28	23.10.2018-19.11.2018	27
14	20.11.2018-19.12.2018	29	19.11.2018-17.12.2018	28	-	-
15	19.12.2018-14.01.2019	25	17.12.2018-14.01.2019	28	-	-
16	14.01.2019-11.02.2019	28	14.01.2019-11.02.2019	28	-	-
17	11.02.2019-11.03.2019	28	11.02.2019-11.03.2019	28	-	-
18	11.03.2019-10.04.2019	30	11.03.2019-08.04.2019	28	-	-
19	10.04.2019-26.04.2019	16	08.04.2019-29.04.2019	22	-	-
20	26.04.2019-10.05.2019	15	-	-	-	-
Totale	20.04.2018-10.05.2019	385	09.04.2018-29.04.2019	386	23.04.2018-19.11.2018	211

Appendice 2: Specie di sirfidi campionati nei tre siti; con numero di individui per specie. ** = nuove specie per la Svizzera, * = nuove specie per il Cantone Ticino.

Specie	Parco delle Gole della Breggia (PGB)				Bolle di Magadino (BDM)				Area candidata Parco nazionale del Locarnese (PNL)			
	S	C	N	TOT	M	C	S	TOT	ARC	COS	AUR	TOT
<i>Baccha elongata</i> (Fabricius, 1775)	7	3	1	11				0	1	1	1	3
<i>Brachyopa pilosa</i> * Collin, 1939	1	2		3				0				0
<i>Brachyopa scutellaris</i> Robineau-Desvoidy, 1843	3	3	5	11				0	1			1
<i>Brachypalpoidea lentus</i> (Meigen, 1822)		1		1				0				0
<i>Brachypalpus chrysites</i> * Egger, 1859				0				0		1		1
<i>Brachypalpus laphriformis</i> (Fallen, 1816)	1	3	6	10			3	3	2	11	3	16
<i>Brachypalpus valgus</i> (Panzer, 1798)	1			1	2			2	1	2		3
<i>Caliprobola speciosa</i> (Rossi, 1790)	2		1	3			2	2		1	1	2
<i>Callicera aurata</i> (Rossi, 1790)		1		1				0				0
<i>Chalcosyrphus nemorum</i> * (Fabricius, 1805)	3	18	4	25	62	21	67	150				0

Specie	Parco delle Gole della Breggia (PGB)				Bolle di Magadino (BDM)				Area candidata Parco nazionale del Locarnese (PNL)			
	S	C	N	TOT	M	C	S	TOT	ARC	COS	AUR	TOT
<i>Cheilosia aerea</i> Dufour, 1848				0				0			2	2
<i>Cheilosia flavipes</i> * (Panzer, 1798)		9		9				0				0
<i>Cheilosia laticornis</i> Rondani, 1857			1	1				0		1	1	2
<i>Cheilosia mutabilis</i> (Fallen, 1817)	1			1				0	4		1	5
<i>Cheilosia nigripes</i> (Meigen, 1822)			1	1				0				0
<i>Cheilosia pagana</i> (Meigen, 1822)	1	2		3				0				0
<i>Cheilosia ranunculi</i> Doczkal, 2000		2	3	5				0				0
<i>Cheilosia soror</i> (Zetterstedt, 1843)	5	4	1	10				0				0
<i>Cheilosia urbana</i> (Meigen, 1822)				0				0			1	1
<i>Cheilosia variabilis</i> (Panzer, 1798)				0				0		1		1
<i>Chrysogaster solstitialis</i> (Fallen, 1817)	1			1				0				0
<i>Chrysotoxum bicinctum</i> (Linnaeus, 1758)	1		2	3				0		3		3
<i>Chrysotoxum cautum</i> (Harris, 1776)	1	2	3	6				0		9	3	12
<i>Chrysotoxum elegans</i> Loew, 1841			1	1				0		1	1	2
<i>Chrysotoxum festivum</i> (Linnaeus, 1758)				0	2	2		4				0
<i>Chrysotoxum intermedium</i> Meigen, 1822	1	1		2				0				0
<i>Chrysotoxum octomaculatum</i> Curtis, 1837	4	1	1	6				0	2		8	10
<i>Chrysotoxum vernale</i> Loew, 1841				0		1		1	1	1	2	4
<i>Chrysotoxum verralli</i> Collin, 1940			1	1		3	1	4	8		2	10
<i>Criorhina berberina</i> (Fabricius, 1805)	3	2	4	9			1	1		2		2
<i>Criorhina floccosa</i> * (Meigen, 1822)		1		1				0				0
<i>Criorhina ranunculi</i> (Panzer, 1804)		1		1				0				0
<i>Dasysyrphus albostrigatus</i> (Fallen, 1817)		2		2				0	1		1	2
<i>Dasysyrphus tricinctus</i> (Fallen, 1817)				0				0		1		1
<i>Epistrophe eligans</i> (Harris, 1780)	1	3	1	5	1	1	2	4	1	1	1	3
<i>Epistrophe grossulariae</i> (Meigen, 1822)	1	1		2				0				0
<i>Epistrophe nitidicollis</i> (Meigen, 1822)	2	2	2	6		2		2		2	3	5
<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	15	43	14	72	4	8	6	18	11	23	24	58

Specie	Parco delle Gole della Breggia (PGB)				Bolle di Magadino (BDM)				Area candidata Parco nazionale del Locarnese (PNL)			
	S	C	N	TOT	M	C	S	TOT	ARC	COS	AUR	TOT
<i>Eristalinus sepulchralis</i> (Linnaeus, 1758)				0	8	11		19				0
<i>Eristalinus taeniops</i> ** (Wiedmann, 1818)		1		1				0				0
<i>Eristalis arbustorum</i> (Linnaeus, 1758)				0	1	1		2				0
<i>Eristalis pertinax</i> (Scopoli, 1763)				0	1			1				0
<i>Eristalis similis</i> (Fallen, 1817)				0				0			6	6
<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	2	4		5		1	1	2				0
<i>Eumerus amoenus</i> Loew, 1848	23	6	6	35		1		1	3			3
<i>Eumerus argyropus</i> * Loew, 1848	6	6	1	13				0				0
<i>Eumerus flavitarsis</i> Zetterstedt, 1843	4	4	9	17	1	1		2				0
<i>Eumerus funeralis</i> * Meigen 1822				0				0	1		1	2
<i>Eumerus ornatus</i> Meigen, 1822	3	2	1	6			1	1	1		2	3
<i>Eumerus ovatus</i> Loew, 1848	1		1	2				0	4	4	29	37
<i>Eumerus tarsalis</i> Loew, 1848				0				0		3	3	6
<i>Eupeodes bucculatus</i> (Rondani, 1857)	2			2				0				0
<i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius, 1794)	1	6	2	9	2	10		12	8		1	9
<i>Eupeodes goeldini</i> * Laska & Bicik, 1999				0	1			1			1	1
<i>Eupeodes lapponicus</i> (Zetterstedt, 1838)			1	1				0				0
<i>Eupeodes latifasciatus</i> (Macquart, 1829)		2		2	1	6		7				0
<i>Eupeodes luniger</i> (Meigen, 1822)	2	11	2	15		3		3	2	2	9	13
<i>Eupeodes nitens</i> (Zetterstedt, 1843)				0	1			1				0
<i>Ferdinanda cuprea</i> (Scopoli, 1763)	3	5	6	14				0			1	1
<i>Ferdinanda ruficornis</i> (Fabricius, 1775)				0				0		1		1
<i>Helophilus pendulus</i> (Linnaeus, 1758)		11		11	13	13	52	78				0
<i>Helophilus trivittatus</i> (Fabricius, 1805)				0	2			2				0
<i>Heringia heringi</i> (Zetterstedt, 1843)				0				0	1			1
<i>Lejogaster tarsata</i> * (Meigen, 1822)	5			5				0				0
<i>Mallota cimbiciformis</i> * (Fallen, 1817)		1		1				0				0
<i>Melangyna lasiophthalma</i> (Zetterstedt, 1843)		1	1	2				0				0

Specie	Parco delle Gole della Breggia (PGB)				Bolle di Magadino (BDM)				Area candidata Parco nazionale del Locarnese (PNL)			
	S	C	N	TOT	M	C	S	TOT	ARC	COS	AUR	TOT
<i>Melanogaster nuda</i> * (Macquart, 1829)	18			18				0				0
<i>Melanostoma mellinum</i> (Linnaeus, 1758)	33	41	4	78	106	89	39	234	69	65	92	226
<i>Melanostoma scalare</i> (Fabricius, 1794)	8	12	9	29		9		9	5	5	1	11
<i>Meligramma cincta</i> (Fallen, 1817)			1	1				0				0
<i>Meligramma euchroma</i> (Kowarz, 1885)				0				0			2	2
<i>Meligramma triangulifera</i> (Zetterstedt, 1843)	1		1	2				0			1	1
<i>Meliscaeva auricollis</i> (Meigen, 1822)	1	2	2	5			5	5	5	4	10	19
<i>Meliscaeva cinctella</i> (Zetterstedt, 1843)				0				0			1	1
<i>Merodon analis</i> Meigen, 1822	3	11		14	1	2		3				0
<i>Merodon avidus</i> (Rossi, 1790)		3	1	4				0				0
<i>Merodon equestris</i> (Fabricius, 1794)			3	3				0	1	1	2	4
<i>Merodon gallicus</i> ** Vujić & Radenković, 2012				0				0	5			5
<i>Merodon moenium</i> * (Wiedemann, 1822)		1	2	3				0	1		1	2
<i>Merodon rufus</i> Meigen, 1838				0				0	2		1	3
<i>Milesia crabroniformis</i> (Fabricius, 1775)				0				0			1	1
<i>Myathropa florea</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	2	4	1		1	2	2			2
<i>Neoascia meticulosa</i> * (Scopoli, 1763)	7	1		8				0				0
<i>Neoascia podagrica</i> (Fabricius, 1775)	25	4		29				0				0
<i>Neoascia tenur</i> (Harris, 1780)	1			1	92	3	3	98				0
<i>Neocnemodon vitripennis</i> * (Meigen, 1822)				0	1	1	1	3				0
<i>Orthonevra brevicornis</i> * Loew, 1843	79	2		81				0				0
<i>Paragus bicolor</i> (Fabricius, 1794)	2	3		5		32		32	1		28	29
<i>Paragus bradescui</i> * Stanescu, 1981				0				0			5	5
<i>Paragus constrictus</i> Simic, 1986	1			1		10		10				0
<i>Paragus haemorrhous</i> Meigen, 1822	11	21	1	33	4	182	1	187	14	6	22	42
<i>Paragus majoranae</i> Rondani, 1857				0				0	2		25	27
<i>Paragus pecchiolii</i> Rondani, 1857	31	60	12	103	1	32	1	34	40	5	42	87
<i>Paragus quadrifasciatus</i> * Meigen, 1822	2			2				0	3			3

Specie	Parco delle Gole della Breggia (PGB)				Bolle di Magadino (BDM)				Area candidata Parco nazionale del Locarnese (PNL)			
	S	C	N	TOT	M	C	S	TOT	ARC	COS	AUR	TOT
<i>Paragus tibialis</i> (Fallen, 1817)	1			1		3		3	4		2	6
<i>Parasyrphus punctulatus</i> (Verrall, 1873)			1	1				0				0
<i>Parhelophilus frutetorum</i> * (Fabricius, 1775)	1	1		2				0				0
<i>Parhelophilus versicolor</i> * (Fabricius, 1794)				0	1			1				0
<i>Pipiza festiva</i> * Meigen, 1822	1	1		2		1	1	2				0
<i>Pipizella viduata</i> (Linnaeus, 1758)	2	4	1	7		77		77	5			5
<i>Platycheirus albimanus</i> (Fabricius, 1781)		3	1	4		2		2	1	2	7	10
<i>Platycheirus angustatus</i> (Zetterstedt, 1843)				0		1		1				0
<i>Platycheirus clypeatus</i> (Meigen, 1822)				0	1	1	1	3				0
<i>Platycheirus fulviventris</i> (Macquart, 1829)				0	6	1	2	9				0
<i>Platycheirus occultus</i> Goeldlin, Maibach & Speight, 1990	1	3		4	12	10	7	29		2	1	3
<i>Platycheirus scutatus</i> (Meigen, 1822)		3		3				0	2	5		7
<i>Pyrophaena rosarum</i> (Fabricius, 1787)	1			1				0				0
<i>Rhingia campestris</i> Meigen, 1822		1		1				0				0
<i>Rhingia rostrata</i> (Linnaeus, 1758)		3		3				0				0
<i>Riponnensia splendens</i> * (Meigen, 1822)	1			1				0				0
<i>Scaeva dignota</i> (Rondani, 1857)				0				0			2	2
<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus, 1758)				0		1		1				0
<i>Scaeva selenitica</i> (Meigen, 1822)	1			1				0				0
<i>Sphaerophoria interrupta</i> (Fabricius, 1805)				0		1		1				0
<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	46	104	16	166	100	434	17	551	207	23	182	412
<i>Sphaerophoria taeniata</i> (Meigen, 1822)		1		1	8	25	3	36				0
<i>Sphegina clunipes</i> (Fallen, 1816)			1	1				0				0
<i>Sphegina sibirica</i> Stackelberg, 1953				0		1		1				0
<i>Spilomyia manicata</i> * (Rondani, 1865)				0				0			1	1
<i>Syrpita pipiens</i> (Linnaeus, 1758)				0	9			9				0
<i>Syrphus rectus</i> (Osten-Sacken, 1877)		1		1	1			1				0
<i>Syrphus ribesii</i> (Linnaeus, 1758)	3		1	4	3	3	2	8	2	3	3	8

Specie	Parco delle Gole della Breggia (PGB)				Bolle di Magadino (BDM)				Area candidata Parco nazionale del Locarnese (PNL)			
	S	C	N	TOT	M	C	S	TOT	ARC	COS	AUR	TOT
<i>Syrphus torvus</i> Osten-Sacken, 1875			1	1			1	1		2		2
<i>Syrphus vitripennis</i> Meigen, 1822	2		3	5		1	6	7	2			2
<i>Temnostoma bombylans</i> (Fabricius, 1805)				0	2		3	5		1		1
<i>Temnostoma vespiforme</i> * (Linnaeus, 1758)				0			2	2				0
<i>Trichopsomyia flavitarsis</i> (Meigen, 1822)	6			6				0				0
<i>Trichopsomyia lucida</i> * (Meigen, 1822)				0		1		1				0
<i>Triglyphus primus</i> * Loew, 1840				0		1		1				0
<i>Volucella inflata</i> (Fabricius, 1794)	1	2	5	8				0		1		1
<i>Volucella pellucens</i> (Linnaeus, 1758)				0	1			1				0
<i>Volucella zonaria</i> (Poda, 1761)		1		1				0				0
<i>Xanthogramma citrofasciatum</i> (De Geer, 1776)		2		2				0				0
<i>Xanthogramma dives</i> (Rondani, 1857)	13	15	13	41	2	1	1	4	4	1	1	6
<i>Xanthogramma laetum</i> (Fabricius, 1794)	8	2	12	22				0				0
<i>Xanthogramma pedissequum</i> (Harris, 1776)				0	1	11	4	16				0
<i>Xanthogramma stackelbergi</i> Violovitsh, 1975	8	9	5	22				0	40	3	38	81
<i>Xylota jakutorum</i> * Bagatshanova, 1980				0				0		1		1
<i>Xylota segnis</i> (Linnaeus, 1758)		1	2	3			2	2	1			1
<i>Xylota sylvarum</i> (Linnaeus, 1758)				0	1		2	3		3	1	4
<i>Xylota tarda</i> Meigen, 1822				0				0		1		1
Non determinabili alla specie												
<i>Cheilosia</i> sp.	1	12	4	17		1		1			1	1
<i>Heringia</i> sp.	3	2		5	3	14	4	21				0
<i>Melanostoma</i> sp.				0	5	4		9				0
<i>Paragus</i> sp.	31	48	11	90	3	270	16	289	31	10	49	90
<i>Pipizella</i> sp.	7	6	8	21	1	92	1	94				0
<i>Platycheirus</i> sp.		1	1	2				0				0
<i>Sphaerophoria</i> sp.				0		3		3			5	5
TOTALE	469	555	206	1229	468	1405	262	2135	502	215	635	1352

Abbondanza e distribuzione della Rondine *Hirundo rustica* sul Piano di Magadino (Cantone Ticino, Svizzera) e implicazioni per la conservazione della specie

Chiara Scandolara^{1*}, Roberto Lardelli¹, Nicola Patocchi² e Roberto Ambrosini³

¹ Ficedula Associazione per lo studio e la conservazione degli uccelli della Svizzera italiana,
via campo sportivo 11, 6834 Morbio inferiore, Svizzera

² Fondazione Bolle di Magadino, vicolo Forte Olimpo 3, 6573 Magadino, Svizzera

³ Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Università degli Studi di Milano, via Celoria 26, 20133 Milano, Italia

* chiara.scandolara@gmail.com

Riassunto: La popolazione di Rondine *Hirundo rustica* è stata studiata in maniera intensiva sul Piano di Magadino, Cantone Ticino, negli anni 2010-2012. Sono stati raccolti dati sulla popolazione nidificante, le caratteristiche delle aziende agricole nelle quali sono state identificati i siti di nidificazione, il successo riproduttivo della popolazione e analizzate le variabili ambientali dei siti coloniali. Il nucleo nidificante era costituito da circa 300 coppie, di cui il 92,3% presente in stalle, sia occupate da bestiame sia dismesse, e nelle scuderie. I risultati delle analisi mostrano che la presenza delle rondini è significativamente maggiore in aziende con la presenza di bestiame e aumenta con l'estensione dei prati permanenti a gestione estensiva nelle aree circostanti. L'allevamento del bestiame è anche il fattore che determina in maniera significativa il numero medio di coppie per azienda agricola e che appare avere una influenza determinante sulla dispersione dei giovani.

In base alle conoscenze acquisite, vengono proposte misure di conservazione attive, quali il mantenimento e l'incentivazione della presenza di bestiame e garantire la presenza dei prati stabili estensivi nel raggio di almeno 200 m dalle colonie. Risulterebbe importante inoltre realizzare concretamente le indicazioni proposte per la gestione della specie innanzitutto nel Parco del Piano di Magadino. È da sottolineare che questa area del Cantone risulta essere la più importante per la specie e può diventare un laboratorio *en plein air* di gestione sperimentale della Rondine che permetterà di acquisire solide esperienze da esportare successivamente anche nelle altre grandi aree agricole ticinesi, realizzando una proficua integrazione tra la salvaguardia di questa specie e le pratiche di gestione dell'ambiente agricolo.

Parole chiave: agricoltura, allevamento, selezione dell'habitat

Abundance and distribution of Barn swallow of the Plain of Magadino (Canton Ticino, Switzerland) and implications for the conservation of the species

Abstract: The barn swallow (*Hirundo rustica*) population was intensively studied on the Piano di Magadino, Canton Ticino, in the years 2010-2012. Data were collected on breeding population, characteristics of farms where nesting sites were identified, reproductive success and environmental variables of colonial sites. The breeding nucleus consisted of around 300 pairs, 92.3% of which were present in stables, both occupied by livestock and disused. Results of the analysis show that the presence of swallows is significantly higher on farms with livestock and increases with enlargement of extensively managed permanent grassland in surrounding areas. Livestock breeding is also a relevant factor that significantly determines the average number of pairs per farm and appears to have a decisive influence on dispersal of young offspring.

Based on acquired knowledge, active conservation measures are recommended, such as maintaining and encouraging the presence of livestock and availability of extensive permanent grassland within a radius of at least 200 m from the colonies. Implementation of proposed measures would initially be confined to the Piano di Magadino Park's limits. This area of the Canton is of primary importance for the species and could become an open-air laboratory for experimental management of barn swallows.

The acquired knowledge and experience can later be applied to other large agricultural areas in Ticino, thereby creating a beneficial integration between protection of this species and agricultural management practices.

Keywords: agriculture, habitat selection, livestock

INTRODUZIONE

La Rondine *Hirundo rustica* rientra nel novero delle specie che, già in epoche remote, si sono adattate a utilizzare le componenti di origine antropica del paesaggio. Se anticamente le rondini nidificavano all'interno di grotte e altri antri naturali, ora le popolazioni europee di questa specie dipendono esclusivamente dalla presenza di edifici antropici, in particolare nei paesaggi agricoli tradizionali, con la presenza di stalle, scuderie e altri edifici rurali.

In Europa, diverse popolazioni di Rondine hanno subito un marcato declino negli ultimi decenni. In Svizzera il numero di individui di questa specie sta diminuendo dall'inizio del XX secolo e risultano calati del 10-20% rispetto al periodo 1993-1996 (Knaus et al. 2018; Mauthy et al. 2007). Le cause di questa diminuzione sono molteplici. Trattandosi di una specie migratrice a lungo raggio, che sverna nell'Africa subsahariana, la Rondine subisce l'influsso di diversi fattori sia nei territori di nidificazione, sia lungo le rotte di migrazione e nelle aree di svernamento (Saino et al. 2004; Sicurella et al. 2016). In Europa, dove la Rondine nidifica, l'agricoltura è molto cambiata. La diminuzione dell'allevamento e l'ammodernamento delle stalle, hanno senza dubbio avuto degli effetti negativi. Nonostante significativi progressi siano stati fatti nell'ambito dello studio della migrazione di questa specie (Liechti et al. 2014), attualmente interventi mirati per la conservazione nelle aree

di svernamento africane appaiono di difficile attuazione per la situazione sociopolitica e sanitaria di quelle zone. Occorre dunque realizzare interventi di gestione finalizzati alla conservazione delle rondini, soprattutto nelle aree di nidificazione.

La regione del Piano di Magadino è molto importante per la nidificazione e la migrazione di questa specie (Hirschheydt et al. 2006; Lardelli 2006; Scandolaro 2014, 2015). A partire dal 2010 sono stati studiati molti aspetti differenti dell'ecologia della Rondine con dei temi di ricerca di punta sulla migrazione (Liechti et al. 2014, Scandolaro et al. 2014c) e sull'ecologia della dispersione post-natale ossia lo spostamento che un individuo fa dal suo sito di nascita fino al luogo dove si riproduce per la prima volta (Scandolaro et al. 2014a, Scandolaro et al. 2014b, Saino et al. 2012, 2013, 2014). Esclusivamente insettivora, la Rondine è una specie più sensibile di altre alle modifiche dell'ambiente; è infatti fortemente suscettibile a riduzioni dell'aeroplancton di cui si nutre, riduzioni che possono essere causate, per esempio, dall'utilizzo di pesticidi e da un'agricoltura intensiva. È quindi un'ottima specie indicatrice della gestione agrotecnica del paesaggio agricolo. Date le abitudini coloniali della specie e i nidi a forma di coppa aperta, le nidiate possono essere facilmente controllate in modo non invasivo. Inoltre, l'incredibile fedeltà degli adulti al sito di nidificazione, permette di studiare in maniera approfondita l'ecologia della riproduzione e la sopravvivenza individuale.



Figura 1: La Rondine, nella foto un maschio riconoscibile dalle lunghe timoniere, è una specie che si presta da modello per studiare molti aspetti dell'ecologia della nidificazione.

La popolazione di Rondine è stata studiata approfonditamente sul Piano di Magadino, il più importante comparto agricolo ticinese nel quale è stato recentemente istituito il Parco del Piano di Magadino a vocazione agricola, naturalistica e per la fruizione turistica (<https://www.ti.ch/ppdm>). Nella scheda del Piano direttore del Cantone Ticino dedicata al Parco del Piano di Magadino si legge che tra gli scopi delle “Componenti naturali del territorio” vi sono quelli di “1: Conservare e incrementare a lungo termine la specificità e la diversità biologica del comparto, in particolare attraverso la tutela e la cura dei biotopi caratteristici, delle popolazioni vegetali, fungine e animali” e “2: Coordinare le attività di protezione naturalistica con quelle di promozione agricola in funzione degli obiettivi del Parco del Piano di Magadino”.

L'obiettivo principale del presente lavoro è stato lo studio della popolazione di Rondine del Piano di Magadino e dei principali fattori che ne influenzino la biologia e le dinamiche di popolazione, in modo da poter proporre delle azioni concrete per la sua conservazione.

MATERIALI E METODI

Area di studio

All'inizio della primavera 2010 è stato effettuato un censimento di tutte le aziende agricole presenti nel comparto del Piano di Magadino, da Giubiasco fino alle Bolle di Magadino (Svizzera meridionale). Le aziende individuate sono state considerate campioni unitari solamente se gli edifici più vicini di due aziende diverse si trovavano a una distanza superiore a 100 m, distanza considerata come quella minima che separa due colonie indipendenti di rondini (Ambrosini et al. 2002). Sulla base di questo criterio di selezione sono state quindi individuate complessivamente 64 aziende, che rappresentano la quasi totalità (più del 95%) di quelle presenti nel Piano di Magadino.

Raccolta dei dati

Per ogni azienda è stata preparata la planimetria dell'edificio, di cui si sono annotate, per ciascun locale interno, le caratteristiche, ad esempio le dimensioni, il tipo di soffitto, l'eventuale presenza di travi, ecc. In ogni locale sono stati mappati tutti i nidi / tracce di nido, con aggiornati costanti in ciascuno degli anni d'indagine. I nidi censiti, oltre 1800 (che si stima siano più del 90% di quelli presenti nell'area di studio), sono stati controllati regolarmente per monitorare la nidificazione, utilizzando un'asta telescopica sull'apice della quale è stato montato uno specchietto in modo da poterne controllare il contenuto. Per ciascun anno di studio, a partire dalla metà di aprile e fino alla fine di agosto, il controllo è stato effettuato ogni due settimane circa, per stimare il numero delle coppie in base al numero di nidi attivi (Ambrosini et al. 2002). Il successo riproduttivo è stato valutato in base al numero di pulcini osservati quando avevano raggiunto un'età di almeno 10 giorni (Romano et al. 2012).

Inoltre per tutti gli anni dell'indagine, con l'obiettivo di effettuare analisi ambientali, è stato rilevato l'uso

del suolo per l'intero Piano di Magadino con rilievi su campo alla risoluzione del metro. È stato altresì realizzato un apposito questionario per i proprietari delle aziende sull'allevamento (inteso come presenza di bovini, ovini, equini, suini) e sulla presenza qualitativa e quantitativa di animali in ogni stanza degli edifici sia negli anni della ricerca sia nei 15 anni precedenti, ossia a partire dal 1995.

Analisi

Le analisi sono state effettuate sul sottoinsieme di 60 aziende censite per tutti e tre gli anni dal 2010 al 2012. L'andamento della proporzione di aziende occupate da colonie di rondini nei tre anni d'indagine è stato indagato con un modello lineare generalizzato (GLM) con distribuzione binomiale dei dati. L'andamento nel numero di coppie per azienda è stato valutato con un modello lineare generalizzato misto (GLMM) in cui è stata assunta una distribuzione poissoniana dei dati. In questo modello l'azienda è stata inclusa come fattore random e l'anno come covariata. I modelli della presenza o assenza di rondini e del numero di coppie in ciascuna azienda in ciascun anno sono stati interpolati con GLMM in cui si è assunta, rispettivamente, una distribuzione binomiale e una distribuzione poissoniana dei dati. I predittori inclusi nel modello sono stati la presenza o assenza di allevamento (bovini, suini, equini o ovicaprimi) in un'azienda, incluso come fattore dicotomico, l'estensione dei prati in un raggio di 200 m dall'azienda in ciascun anno, incluso come variabile continua, e l'anno, incluso come fattore fisso a tre livelli. Presenza di allevamento ed estensione dei prati in un'azienda sono le variabili che maggiormente influenzano la distribuzione e gli andamenti demografici delle rondini nel Nord Italia (Ambrosini et al. 2002; Sicurella et al. 2014). Inoltre l'estensione dei prati attorno alle aziende potrebbe avere effetti differenziali sulla presenza e l'abbondanza di rondini in aziende con e senza allevamento (Sicurella et al. 2014). Per questa ragione è stata inizialmente inclusa tra i predittori anche l'interazione tra la presenza di allevamento e l'estensione dei prati. Quando tale effetto non è risultato essere significativo, tuttavia, è stato rimosso dai modelli finali per facilitare l'interpretazione dei risultati. L'estensione dei prati attorno a ciascuna azienda è stata centrata rispetto al valore medio in modo da ridurre la collinearità tra questa variabile ed il termine di interazione. L'inclusione dell'anno come fattore a tre livelli è giustificata dal fatto che la popolazione di rondini non ha mostrato un trend demografico significativo nei tre anni di studio (vedi risultati) e mira dunque a modellizzare eventuali variazioni di anno in anno dell'occupazione (presenza o assenza) o del numero di coppie in un'azienda.

Preliminarmente alle analisi, è stata indagata la struttura random ottimale del modello in quanto è stato dimostrato che una struttura random non ottimale in modelli misti può incrementare la probabilità di commettere errori di tipo I nelle analisi (Schielzeth & Forstmeier 2009). La scelta della struttura random del modello è stata effettuata seguendo la procedura descritta in Zuur et al. (2009).

La dimensione media della covata, la data media di

schiusa e il successo riproduttivo medio osservati in ciascuna azienda in ciascun anno, sono stati analizzati in modelli lineari misti (LMM) assumendo una distribuzione gaussiana dell'errore, in funzione dei medesimi predittori. Anche in questo caso la struttura random del modello ha inizialmente incluso l'estensione dei prati come random slope entro azienda. Le analisi sono state effettuate con il software R 3.2.2 (R Core Team 2014) con i pacchetti lme4 1.1-8 e lmerTest 2.0-29.

RISULTATI

Popolazione nidificante e trend demografici

Negli anni dal 2010 al 2012 la popolazione di Rondine sul Piano si aggirava intorno alle 300 coppie nidificanti, con un numero massimo di 325 censito nel 2011 (297 nel 2010, 281 nel 2012). Il numero di aziende in cui è stata osservata la presenza di rondini nidificanti è stato di 39 nel 2010, 37 nel 2011 e 35 nel 2012. Nel Piano di Magadino, quindi, le rondini erano presenti nel 65.0% ($\pm 6.2\%$ errore standard, ES) delle aziende nel 2010, nel 61.7% ($\pm 6.3\%$ ES) nel 2011 e nel 58.3% ($\pm 6.4\%$ ES) nel 2012. Il trend temporale nella variazione nella presenza di colonie di rondine non è risultato significativo ($z = -0.75$, $P = 0.453$).

Il numero medio di coppie per azienda è risultato pari a 4.93 (0.85 ES) nel 2010, 5.38 (0.92 ES) nel 2011 e 4.58 (0.78 ES) nel 2012 (Fig. 2). Anche in questo caso il numero di coppie non ha mostrato trend significativi nel corso dei tre anni di studio ($z = -0.96$, $P = 0.390$).

Distribuzione delle rondini in funzione delle variabili ambientali e dell'anno

La probabilità di presenza o assenza di rondini non è variata significativamente tra gli anni, mentre è risultata essere significativamente maggiore in aziende con allevamento rispetto a quelle senza allevamento ed è risultata aumentare con l'estensione dei prati attorno all'azienda (Tab. 1).

Il numero medio di coppie per azienda, invece, è risultato essere significativamente maggiore in quelle con allevamento che in quelle senza allevamento (Tab. 1). Cumulando i dati dei tre anni, le 18 aziende con allevamento hanno ospitato in media 7.33 (± 0.98 ES) coppie di rondini mentre le 42 aziende senza allevamento hanno ospitato in media 3.95 (± 0.53 ES) coppie (Fig. 3). Il numero di coppie, inoltre, risulta crescere significativamente con l'aumentare dell'estensione dei prati nelle aziende senza allevamento, mentre tale effetto non emerge per le aziende con allevamento. (Tab. 2).

La presenza di allevamento nelle aziende non è variata nel corso dei tre anni: in 18 aziende infatti vi è stata presenza di bestiame in tutti e tre gli anni, mentre le rimanenti 42 aziende non hanno ospitato bestiame in nessuno dei tre anni.

Parametri della biologia riproduttiva in funzione delle variabili ambientali e dell'anno

In questi modelli l'interazione tra prato ed allevamento non è mai risultata significativa ($F_{1,478} \leq 2.659$, $P \geq 0.110$) ed è stata quindi rimossa dai modelli finali.

Tabella 1. Modelli Lineari generalizzati misti della presenza o assenza e del numero di coppie di rondini in funzione dell'anno (fattore a tre livelli) e delle variabili ambientali (covariate). La significatività di ciascuna variabile è stata saggiata tramite un test di rapporto di verosimiglianze il cui coefficiente si distribuisce come un chi-quadro.

Variabile	Coefficiente	ES	χ^2	gdl	P
Presenza di colonie					
Anno			2.389	2	0.274
2010	-4.910	2.716			
2011	-6.533	2.975			
2012	-7.069	3.255			
Allevamento	22.069	6.646	11.022	1	< 0.001
Prato	2.802	0.977	8.227	1	0.004
Numero di coppie					
Anno			2.788	2	0.320
2010	-0.459	0.403			
2011	-0.379	0.404			
2012	-0.516	0.404			
Allevamento	1.861	0.630	8.722	1	0.003
Prato			35.040	1	< 0.001
Allevamento assente	0.258	0.044			
Allevamento assente	0.061	0.069			
Allevamento x Prato			5.897	1	0.015

Tabella 2. Modelli lineari generalizzati della dimensione media della covata e della nidata e della data media di schiusa (1° aprile = 1) in funzione dell'anno (fattore a tre livelli) e delle variabili ambientali (covariate). La significatività di ciascuna variabile è stata saggiata tramite un test F in cui i gradi di libertà sono stati stimati tramite il metodo di Satterthwaite.

Variabile	Coefficiente	ES	F	gdl	P
Dimensione media della covata					
Anno			1.038	2,71.7	0.358
2010	4.672	0.088			
2011	4.685	0.091			
2012	4.539	0.092			
Allevamento	-0.083	0.093	0.792	1,34.6	0.380
Prato	-0.020	0.018	1.149	1,40.4	0.290
Dimensione media della nidata					
Anno			3.904	2,55.1	0.026
2010	3.222	0.204			
2011	3.655	0.219			
2012	3.848	0.205			
Allevamento	-0.136	0.233	0.342	1,24.8	0.564
Prato	0.006	0.050	0.015	1,45.8	0.902
Data media di schiusa					
Anno			11.577	2,72.5	< 0.001
2010	71.608	1.928			
2011	61.435	1.973			
2012	70.831	2.055			
Allevamento	2.465	2.078	1.407	1,35.5	0.243
Prato	0.676	0.409	2.730	1,42.7	0.106

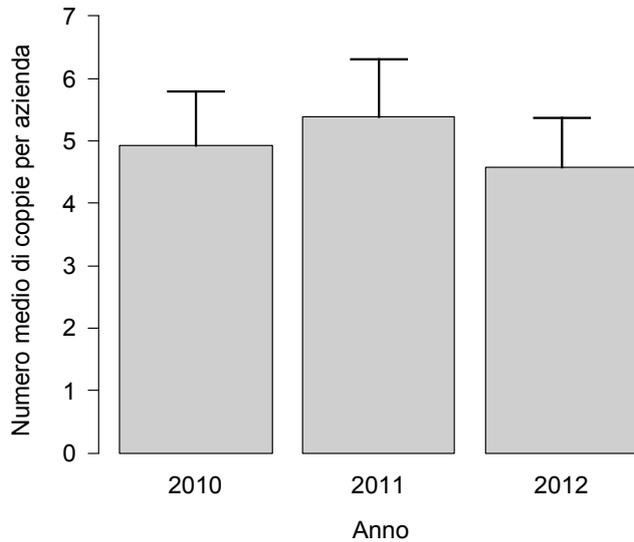


Figura 2: Numero medio di coppie per azienda nelle 60 aziende censite in tutti e tre gli anni di studio. Le barre indicano l'errore standard.

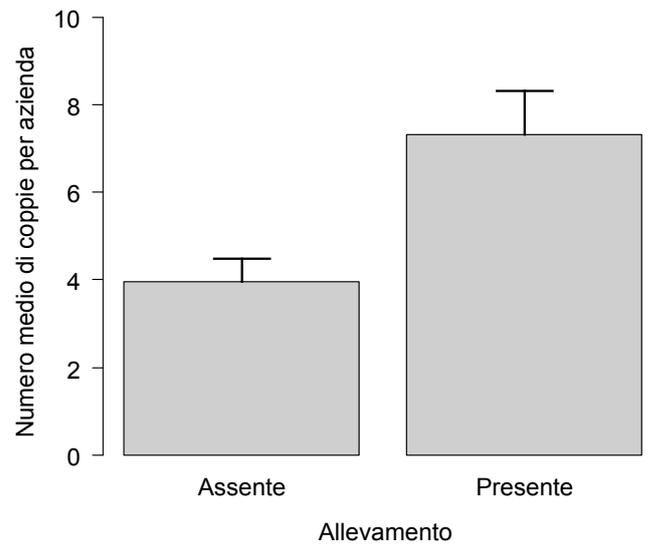


Figura 3: Numero medio di coppie per anno nelle aziende che hanno sempre ospitato allevamento nei tre anni di studio ($n = 18$) e in quelle che non lo hanno mai ospitato ($n = 42$). Le barre indicano l'errore standard.

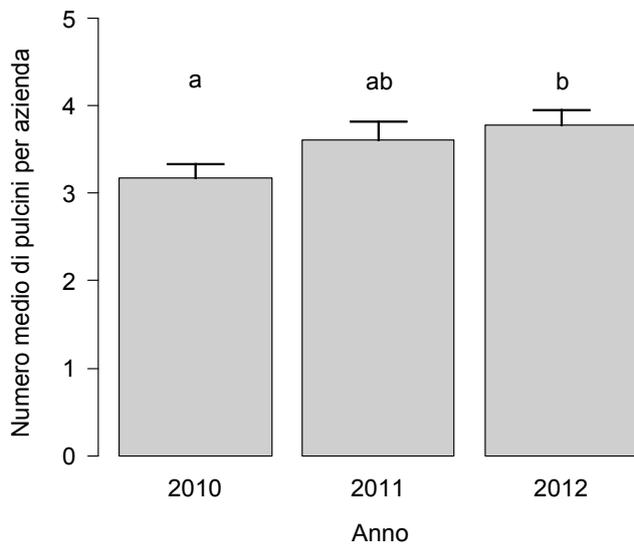


Figura 4: Numero medio di pulcini osservati ad almeno 10 giorni d'età nei tre anni. Le barre indicano l'errore standard. Lettere diverse sopra le barre indicano gli anni che differiscono significativamente in base ai test post-hoc ($P < 0.01$). Il numero di aziende incluse nell'analisi in ciascun anno è stato di 34 nel 2010, 29 nel 2011 e 33 nel 2012.

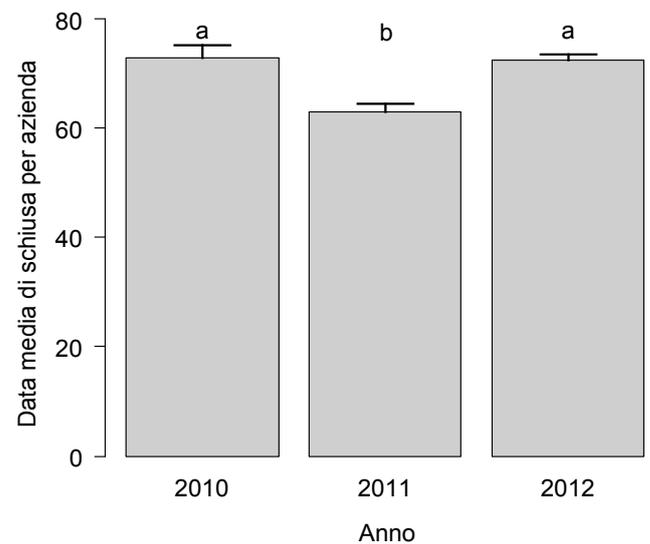


Figura 5: Data media di schiusa (1° aprile = 1) nei tre anni. Le barre indicano l'errore standard. Lettere diverse sopra le barre indicano gli anni che differiscono significativamente in base ai test post-hoc ($P < 0.01$). Il numero di aziende incluse nell'analisi in ciascun anno è stato di 34 nel 2010, 29 nel 2011 e 32 nel 2012.

La dimensione media della covata non è risultata influenzata da nessuna delle variabili indagate (Tab. 2). Al contrario, il numero medio di pulcini che hanno raggiunto almeno 10 giorni d'età, considerato una stima attendibile del successo riproduttivo, è variato tra anni, ma non è risultato diverso tra aziende con e senza allevamento, né è variato in funzione dell'estensione dei prati attorno all'azienda (Tab. 2). In particolare, i test post-hoc hanno indicato che il successo riproduttivo nel 2012 è stato superiore rispetto al 2010, mentre nel 2011 è stato intermedio e non significativamente diverso rispetto agli altri due anni (Fig. 4). Infine, la data media di schiusa è variata nei tre anni, ma non è stata influenzata né dalla presenza di allevamento né dall'estensione dei prati attorno all'azienda (Tab. 2). I

test post-hoc, inoltre, hanno indicato che la data media di schiusa è risultata anticipata nel 2011 rispetto agli altri due anni (Fig. 5).

DISCUSSIONE

La presenza delle rondini è risultata essere significativamente maggiore in aziende che praticano forme di allevamento e all'aumentare dell'estensione dei prati nei dintorni del sito di nidificazione. La presenza di bestiame è anche il fattore che determina in maniera significativa il numero medio di coppie per azienda. L'allevamento, come dimostrato da altre analisi effettuate nell'ambito di questo progetto (Saino et al. 2014,

Scandolara et al. 2014a; 2014b), è inoltre un fattore fondamentale che influenza anche la dispersione post-natale. Le giovani rondini hanno distanze di dispersione significativamente diverse (rispettivamente 1.8 km per i maschi, che risultano essere il sesso più filopatico, e 3.3 km per le femmine) ma entrambi i sessi tendono a selezionare colonie più numerose con la presenza di pratiche di allevamento.

In altre aree di studio è stato inoltre dimostrato come le rondini che nidificano in aziende con presenza di bestiame hanno un successo riproduttivo maggiore rispetto a quelle che nidificano dove non vi è presenza di animali allevati (Ambrosini & Saino 2010; Gruebler et al. 2010). Nelle stalle, le rondini approfittano infatti di temperature più calde e, di conseguenza, possono iniziare prima la nidificazione; inoltre un numero maggiore di coppie può deporre una seconda covata che ha una maggiore sopravvivenza dei giovani. La presenza di animali è spesso correlata all'esistenza nelle immediate vicinanze dell'azienda di prati permanenti a gestione estensiva, che sono ricchi di entomofauna, una importante risorsa alimentare (Ambrosini et al. 2012; Chamberlain et al. 2007; Evans et al. 2007).

La scelta del sito di nidificazione delle giovani rondini, al ritorno dalla loro prima migrazione dall'Africa, è una tappa cruciale della *life-history* della specie, data la forte fedeltà al sito di nidificazione, al quale rimane legato per il resto della vita (Møller 1994; Turner 1994). La *site fidelity* degli individui adulti si protrae negli anni, anche qualora le aziende subiscano modifiche strutturali o i locali vengano adibiti ad altro uso; tuttavia, la colonia smette di essere sostenuta dall'immigrazione di individui giovani nati in altre colonie. Il reclutamento diminuisce di conseguenza e dopo qualche anno, considerando che la vita media degli adulti è di 2-3 anni, la colonia è destinata a decrescere fino all'estinzione locale (Ambrosini et al. 2012). La cessazione delle pratiche di allevamento in un'azienda, può tradursi sia in un basso successo riproduttivo (Gruebler et al. 2010) sia in un ridotto tasso di reclutamento nella colonia (Møller 2001). Non solo la cessazione dell'allevamento di bestiame influenza la tendenza demografica delle rondini, ma anche la riduzione dell'estensione dei prati nelle prime centinaia di metri attorno alle aziende. Infatti le rondini diminuiscono maggiormente nelle colonie in cui ci sono pochi prati nei primi 200 m attorno all'azienda, mentre in quelle circondate da prati il calo è più limitato. Questi due effetti (la cessazione dell'allevamento e la riduzione dell'estensione dei prati), si sommano perché sovente nelle aziende dove l'allevamento termina, i prati, un tempo usati per produrre il foraggio, vengono spesso convertiti in altre colture.

Queste dinamiche delle popolazioni di Rondine che scaturiscono dall'alta fedeltà degli adulti e dal reclutamento dei giovani, dimostrano come la presenza attuale di questa specie non dipenda solo dalle condizioni attuali dell'ambiente ma anche da quelle precedenti. Esiste pertanto una "memoria ecologica" delle popolazioni di Rondine, che testimonia gli effetti delle pregresse modalità di gestione agrotecnica sullo stato di conservazione contingente della specie (Ambrosini et al. 2002b).

Alcuni siti nel Piano di Magadino sembrano tuttavia rappresentare un'eccezione, località ove la mancanza di animali al pascolo appare compensata dalla presenza di canali di bonifica, presso i quali le rondini sono ancora presenti nonostante l'allevamento sia cessato da più di 20 anni (osservazioni personali).

La Rondine non appare ancora nella Lista Rossa degli uccelli nidificanti in Svizzera, ma il declino nel nostro paese, come altrove, è lento ma costante, con una diminuzione fino a un quinto della popolazione svizzera negli ultimi 20 anni (Knaus et al. 2018). Le cause che possono aver determinato questa diminuzione vanno ricercate nei profondi cambiamenti che hanno interessato l'agricoltura e l'allevamento.

Nel 1951 nel Cantone Ticino erano presenti 28'500 capi di bestiame, diventati 11'894 nel 1988. Il numero di aziende con animali è passato dalle 1'508 dell'anno 2000 alle 1'178 del 2012; negli stessi anni le vacche da latte sono passate dalle 5'326 alle 4'017, una diminuzione del -24.6% (Flury et al. 2014).

Senza dubbio i cambiamenti nelle pratiche agricole stanno influenzando questa e molte altre specie legate all'agricoltura che sono tra le più minacciate a livello europeo.

Nel passato le stalle erano appositamente di dimensioni ridotte in modo da economizzare sui costi di costruzione e facilitare il raggiungimento di temperature elevate all'interno. Questa tipologia di stalla, caratterizzate da soffitti bassi, finestre piccole e travi a vista, luogo preferito per la nidificazione delle rondini, cambiano sempre più di destinazione e vengono adibite a ripostigli e scantinati. Le stalle moderne hanno strutture molto più ampie, aperte e ventilate, luminose con l'aria più calda che va verso il culmine del tetto, ma sono strutture meno utilizzate dalle rondini.

Le recenti direttive dell'Ufficio federale della sicurezza alimentare e veterinaria per la protezione degli animali (cfr. <https://www.blv.admin.ch/blv/it/home/tiere/rechts--und-vollzugsgrundlagen/hilfsmittel-und-vollzugsgrundlagen/technische-weisungen.html>, ultima consultazione 25 maggio 2021) hanno stabilito nuovi parametri previsti dalla legge per le singole specie di animali. Gli agricoltori hanno dovuto adeguarsi costruendo nuove stalle a norma o hanno rinunciato, per diversi motivi, all'allevamento. Sul Piano di Magadino, e in generale nel Canton Ticino, sono già numerosi gli esempi di aziende ristrutturate per motivi legati alle suddette direttive, oppure le vecchie stalle vengono dismesse (spesso con chiusura di porte e finestre) e accanto vengono costruite le nuove stalle a norma, che però non vengono utilizzate dalle rondini (osservazioni personali). Analogamente alle stalle per la produzione bovina, ovi-caprina e suina, anche molte scuderie hanno visto modificare la struttura architettonica, rendendole meno fruibili dalle rondini con conseguente diminuzione del numero di coppie nidificanti. Tutte queste dinamiche, in atto non solo in Svizzera ma in generale in Europa, hanno purtroppo portato negli ultimi anni alla diminuzione delle popolazioni.

Un altro aspetto riguarda le direttive relative alle misure di igiene nella produzione primaria animale e vegetale, che sono in palese contrasto con la possibilità di



Figura 6: Vecchia stalla in disuso potenzialmente ancora utilizzabile dalle rondini ma non più accessibile in quanto finestre e porte sono chiuse.

mantenimento delle colonie di rondini. Queste direttive evidenziano quindi delle incongruenze normative rispetto alla “Legge federale sulla caccia e la protezione dei mammiferi e degli uccelli selvatici” (LCP, RS 922.0, stato 1.5.2021) che verte alla salvaguardia di tutti i nidi nel periodo della nidificazione.

La disponibilità di prede rappresenta infine un ulteriore fattore di criticità per la conservazione della Rondine e delle sue aree di nidificazione. Un recente studio ha infatti dimostrato che la quantità di insetti è calata del 70% negli ultimi 30 anni (Hallmann et al. 2017). Anche i pesticidi giocano un ruolo, sia perché riducono la disponibilità di prede sia perché nuocciono direttamente alle rondini e, in generale all’avifauna, venendo direttamente assunti con la dieta. La Rondine essendo un insettivoro è particolarmente sensibile a queste problematiche di bioaccumulo (Hallmann et al. 2014; Nocera et al. 2012).

Conservazione

I risultati consentono di delineare alcune linee guida generali per favorire la popolazione nidificante di Rondine. Sono prioritarie la salvaguardia e la promozione delle colonie già esistenti. Interventi per favorire l’insediamento di nuove colonie, sebbene possano essere positivi, appaiono nella pratica molto più difficilmente realizzabili e dall’esito incerto anche alla luce delle dinamiche che regolano la dispersione post-natale e il reclutamento degli individui.



Figura 7: I canali di bonifica sono un ambiente di caccia importante, specialmente quelli in prossimità delle aziende senza allevamento. Una loro gestione attenta ai contenuti naturalistici, come ad esempio lo sfalcio alternato delle sponde, è fondamentale.

In ambito agricolo la conservazione della Rondine è imprescindibile dalla presenza di bestiame, l’allevamento è infatti uno dei fattori fondamentali che influenza la presenza della specie e influisce su molti aspetti dell’autoecologia, dal successo riproduttivo al reclutamento dei giovani. Sul Piano di Magadino negli anni della ricerca, il 39,1% delle colonie si trovava in stalle in uso, il 17,4% in vecchie stalle nelle quali l’allevamento era stato dismesso da un numero variabile di anni, mentre

un'altra parte importante delle colonie, il 21,7%, nelle scuderie. Queste tre tipi di strutture insieme ospitano il 92,3% della popolazione nidificante (Scandolaro 2015). In particolare, pare strettamente necessario, malgrado le difficoltà che il settore sta vivendo, incentivare la continuazione delle pratiche di allevamento nelle aziende, in modo da non contribuire alla diminuzione e l'estinzione di colonie di rondini a causa di uno scarso reclutamento dei giovani.

Ai fini della conservazione della Rondine, quindi, sarebbe auspicabile riconsiderare i regolamenti che disciplinano i criteri architettonici di costruzione delle stalle tali da essere compatibili con la nidificazione della specie. Qualora per motivi economici o legislativi non fosse possibile mantenere la presenza di bestiame, è auspicabile l'adozione di misure di salvaguardia volte ad aumentare l'estensione dei prati nei dintorni dei siti riproduttivi.

Interventi mirati a impedire l'estinzione di colonie di rondine in aziende in cui sia cessato l'allevamento devono essere indirizzati a incentivare la presenza, anche con un numero limitato di animali al pascolo, così da favorire il reclutamento di giovani nella colonia. Tale intervento andrebbe programmato entro pochi anni dalla cessazione dell'attività di allevamento, per impedire l'estinzione delle colonie. Non è noto quanto tempo possa intercorrere tra le due situazioni, ma pare ragionevole che interventi mirati al recupero di colonie in estinzione, possano essere efficaci se effettuati entro cinque anni dalla cessazione dell'allevamento. In un'area della Pianura Padana, in tutte le aziende in cui l'allevamento è cessato da più di cinque anni le colonie sono perlopiù andate incontro a estinzione o, qualora ancora presenti, contano un numero molto limitato di nidi (Ambrosini et al. 2012).

Per il mantenimento delle colonie di rondini e per un loro eventuale incremento numerico occorre favorire prati/pascoli estensivi in un raggio di almeno 200 m attorno alle colonie, corrispondente all'area di foraggiamento delle rondini (Ambrosini et al. 2002).

La proporzione di prati e pascoli in questo intorno diventa poi fondamentale nelle aziende dove cessa l'allevamento ed è un predittore importante dei trend demografici (Sicurella et al. 2014). La presenza di prati permanenti ed estensivi intorno alle aziende potrebbe anche favorire altre specie che necessitano di questo habitat per la nidificazione e che sono in declino come Quaglia *Coturnix coturnix*, Allodola *Alauda arvensis*, ecc. o che cacciano al suolo. Per tali specie potrebbe essere implementato un tipo di sfalcio a mosaico apposito come viene già fatto nell'ambito di diversi progetti di interconnessione e di qualità del paesaggio compresi quelli in corso sul Piano di Magadino rispettivamente dal 2003 e dal 2014 (Sezione dello Sviluppo territoriale 2015; Scandolaro & Lardelli 2007). La presenza dei canali di bonifica sul Piano è sicuramente un fattore importante per il mantenimento delle colonie, soprattutto laddove l'allevamento è cessato: diverse sono le colonie di rondini che utilizzano questi canali come un luogo privilegiato di foraggiamento. Nei mesi primaverili ed estivi è opportuno che la vegetazione lungo questi canali non sia quindi tagliata completamente per

evitare un crollo della biodiversità di insetti e diminuire le possibilità di alimentazione nonché salvaguardare le nidificazioni di Cannaiola verdognola *Acrocephalus palustris* e altre specie (osservazioni personali).

Oltre ai prati e ai canali, è importante anche la presenza delle siepi, soprattutto in condizioni meteorologiche avverse, quando le rondini possono volare vicino a cespugli e arbusti dove si radunano insetti specialmente in caso di forte vento. La presenza di siepi, specialmente se ricche di essenze spinose, può favorire anche la nidificazione di altre specie come Averla piccola *Lanius collurio*, Saltimpalo *Saxicola torquatus*, ecc.

Esistono inoltre ulteriori piccoli accorgimenti qui solo brevemente riassunti, che possono contribuire alla salvaguardia delle rondini. I locali utilizzati dalle rondini per nidificare o potenzialmente favorevoli devono rimanere accessibili da marzo ad agosto; spesso è sufficiente lasciare aperta una finestra. Le operazioni di pulizia negli spazi che ospitano le rondini devono essere effettuate al di fuori del periodo della nidificazione; i nidi non vanno danneggiati ed è sempre consigliabile non distruggere quelli degli anni precedenti. Nel caso di nuova tinteggiatura dei locali è importante posizionare almeno dei piccoli supporti dove c'erano i nidi vecchi (Teglhøj 2018). Se si depositano balle di fieno, altri materiali o macchinari nelle vicinanze dei nidi, occorre avere l'accortezza di mantenere una distanza minima di almeno due metri sia sotto che accanto per evitare una facile predazione da parte di gatti *Felis catus* e faine *Martes foina*. Nel periodo della nidificazione, soprattutto in periodi di siccità, la creazione di una pozza per il fango può favorire la costruzione del nido. Occorre limitare la predazione sulle rondini, sia adulti sia giovani, da parte dei gatti presenti nelle aziende (Ambrosini et al. 2012; Scandolaro 2015).

Queste misure pratiche di conservazione e questi consigli possono essere implementati da agricoltori e dai privati proprietari di edifici che ospitano colonie o che potrebbero potenzialmente ospitarle. Questi sostenitori della Rondine potrebbero venire premiati con un riconoscimento di "Azienda Amica della Rondine". Questo invito è rivolto principalmente a coloro che prendono decisioni sulla politica agricola e del territorio a livello comunale e cantonale. Sarebbero auspicabili azioni almeno per la promozione delle colonie più numerose presenti sul Piano di Magadino e in Ticino, individuando, caso per caso, gli interventi specifici da attuare per mantenere la dimensione attuale della popolazione nidificante e, dove possibile, incrementarla, anche a sostegno dell'iniziativa dei privati.

È quindi auspicabile che questi suggerimenti siano recepiti nella gestione del Parco del Piano di Magadino, cuore della popolazione ticinese di Rondine, diventando un esempio di comportamento virtuoso per rondini e altre specie, e poi estendere le esperienze nel resto delle pianure agricole del Cantone Ticino, al fine di poter conservare e promuovere questa specie da sempre simbolo dell'"amicizia" tra uomo e avifauna.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo tutti gli agricoltori e i proprietari di aziende, scuderie e abitazioni private, che ci hanno permesso di accedere alle colonie delle rondini; senza la loro disponibilità questa ricerca non sarebbe stata possibile. Siamo molto riconoscenti ai numerosi collaboratori che negli anni hanno contribuito alla raccolta dei dati. Grazie alla Fondazione Bolle di Magadino per il supporto logistico e in parte finanziario, che ha dato a questa ricerca. Il prof. Adriano Martinoli ha migliorato il testo con le sue osservazioni. Questo lavoro è iniziato sotto la guida del compianto Prof. Nicola Saino a cui gli autori sono profondamente grati per gli insegnamenti ricevuti.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Ambrosini R., Bolzern A.M., Canova L., Arieni S., Møller A.P. & Saino N. 2002. The distribution and colony size of barn swallows in relation to agricultural land use. *Journal of Applied Ecology*, 39: 524-534.
- Ambrosini R., Bolzern A.M., Canova L. & Saino N. 2002b. Latency in response of barn swallow *Hirundo rustica* populations to changes in breeding habitat conditions. *Ecology Letters*, 5: 640-647.
- Ambrosini R. & Saino N. 2010. Environmental effects at two nested spatial scales on habitat choice and breeding performance of barn swallow. *Evolutionary Ecology*, 24: 491-508.
- Ambrosini R., Rubolini D., Trovò P., Liberini G., Bandini M., Romano, A., ... & Saino N. 2012. Maintenance of livestock farming may buffer population decline of the Barn Swallow *Hirundo rustica*. *Bird Conservation International*, 22: 411-428.
- Chamberlain D., Evans K.L., Wilson J.D. & Bradbury R.D. 2007. Effects of crop type and aerial invertebrate abundance on foraging barn swallows *Hirundo rustica*. *Agriculture Ecosystem Environment*, 122: 267-273.
- Evans K.L., Wilson J.D. & Bradbury R.B. 2007. Effects of crop type and aerial invertebrates abundance on foraging Barn Swallows *Hirundo rustica*. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 122: 267-273.
- Flury C., Giuliani G. & Rudolf von Rohr R. 2014. Analisi strutturale del settore agricolo ticinese. Rapporto tecnico non pubblicato. Flury & Giuliani, GmbH Zürich.
- Grübler M.U., Korner-Nievergelt F. & Hirschheydt J. von 2010. The reproductive benefits of livestock farming in barn swallows *Hirundo rustica*: quality of nest site or foraging habitat? *Journal of Applied Ecology*, 47: 1340-1347.
- Hallmann C.A., Foppen R., Turnhout van C., Kroon de H. & Jongjans E. 2014. Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature*, 511: 341-343.
- Hallmann C.A., Sorg M., Jongejans E., Siepel H., Hofland N., Schwan H., ... & de Kroon. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE* 12(10): e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>.
- Hirschheydt H. von, Schaub M. & Del Fante F. 2006. Le Rondini della Bassa Riviera: sviluppo degli effettivi, successo riproduttivo e tasso di sopravvivenza negli anni 1997-2004. *Bollettino Società ticinese scienze naturali*, 94: 25-38.
- Knaus P., Antoniazza S., Wechsler S., Guélat J., Kéry M., Strelbel N. & Sattler T. 2018. Atlante degli uccelli nidificanti in Svizzera 2013-2016 e nel Liechtenstein. Stazione ornitologica svizzera, Sempach, 648 pp.
- Lardelli R. 2006. Lo studio della migrazione attraverso il Ticino. *Bollettino Società ticinese scienze naturali*, 94: 25-38.
- Liechti L., Scandolara C., Rubolini D., Ambrosini R., Korner-Nievergelt F., Hahn S., ... & Saino N. 2014. Timing of migration and residence areas during the non-breeding period of barn swallows *Hirundo rustica* in relation to sex and population. *Journal of Avian Biology*, 45: 1-12.
- Maumary L., Valotton L. & Knaus P. 2007. Les Oiseaux de Suisse. Stazione ornitologica svizzera, Sempach, e Nos Oiseaux, Montmollin, 848 pp.
- Møller A.P. 1994. Sexual selection and the barn swallow. Oxford University Press, 376 pp.
- Møller A.P. 2001. The effect of dairy farming on barn swallow *Hirundo rustica* abundance, distribution and reproduction. *Journal of Applied Ecology*, 38: 378-389.
- Nocera J.J., Blais J.M., Beresford D.V., Finity L.K., Grooms C., Kimpe L.E., ... & Smol J.P. 2012. Historical pesticide applications coincided with an altered diet of aerially foraging insectivorous chimney swifts. *Proceedings of the Royal Society*, 279: 3114-3120.
- R Development Core Team. 2014. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, R Foundation for Statistical Computing, 2673 pp.
- Romano, A., Ambrosini, R., Caprioli, M., Bonisoli-Alquati, A. & Saino, N. 2012. Secondary sex ratio covaries with demographic trends and ecological conditions in the barn swallow. *Evolutionary Ecology*, 26: 1041-1053.
- Saino N., Szép T., Ambrosini R., Romano A. & Møller A.P. 2004. Ecological conditions during winter affect sexual selection and breeding in a migratory bird. *Proceedings of the Royal Society*, 271: 681-686.
- Saino N., Romano M., Caprioli M., Ambrosini A., Rubolini D., Scandolara C. & Romano A. 2012. A ptilochronological study of carry-over effects of conditions during wintering on breeding performance in the barn swallow. *Journal of Avian Biology*, 43: 513-524.
- Saino N., Romano M., Caprioli M., Lardelli R., Micheloni P., Scandolara C., ... & Fasola M. 2013. Molt, feathers growth rate and body condition of male and female barn swallows. *Journal of Ornithology*, 154: 537-547.
- Saino N., Romano M., Scandolara C., Rubolini D., Ambrosini R., Caprioli M., ... & Romano A. 2014. Brownish, small and lousy barn swallows have greater natal dispersal propensity. *Animal Behaviour*, 87: 137-146.
- Scandolara C. 2014. Migration and natal dispersal on barn swallows *Hirundo rustica*. Tesi di dottorato in Scienze naturalistiche e ambientali, Università degli Studi di Milano, 140 pp.
- Scandolara C. 2015. Speciale Rondine. *Ficedula*, 50: 1-40.
- Scandolara C. & Lardelli R. 2007. Strategia cantonale per lo studio e la protezione degli uccelli. Ufficio della natura e del paesaggio del Canton Ticino, 84 pp.
- Scandolara C., Caprioli M., Lardelli R., Sgarbi G., Rubolini D., Ambrosini R. & Saino N. 2014a. Brothers and sisters are stabbing each other in the back: long-term effects of sex of siblings on barn swallow offspring. *Animal Behaviour*, 87: 187-193.

- Scandolara C., Lardelli R., Sgarbi G., Caprioli M., Ambrosini R., Rubolini D. & Saino N. 2014b. Context-, phenotype-, and kin-dependent natal dispersal of barn swallows (*Hirundo rustica*). *Behavioral Ecology*, 25: 180-190.
- Scandolara C., Rubolini D., Ambrosini R., Caprioli M., Hahn S., Liechti F., ... & Saino N. 2014c. Impact of miniaturized geolocators on barn swallow (*Hirundo rustica*) fitness traits. *Journal of Avian Biology*, 45: 417-423.
- Schielezeth H. & Forstmeier W. 2009. Conclusions beyond support: Overconfident estimates in mixed models. *Behavioral Ecology*, 20: 416-420.
- Sezione dello Sviluppo territoriale 2015. Parco del Piano di Magadino. Piano di utilizzazione cantonale, Dipartimento del territorio del Canton Ticino (<https://www.ti.ch/ppdm>).
- Sicurella B., Caprioli M., Romano A., Romano M., Rubolini D., Saino N. & Ambrosini R. 2014. Hayfields enhance colony size of the Barn Swallow *Hirundo rustica* in northern Italy. *Bird Conservation International*, 24: 17-31.
- Sicurella B., Musitelli F., Rubolini D., Saino N. & Ambrosini R. 2016. Environmental conditions at arrival to the wintering grounds and during spring migration affect population dynamics of barn wallows *Hirundo rustica* breeding in Northern Italy. *Population Ecology*, 58: 135-145 DOI 10.1007/s10144-015-0529-7
- Teglhøj Peter Györkös. 2018. Artificial nests for Barn Swallows *Hirundo rustica*: a conservation option for a declining passerine? *Bird Study*, 65 (3): 385-395.
- Turner A. 1994. *The Swallow*. London, Hamlyn, 256 pp.
- Ufficio federale della sicurezza alimentare e veterinaria 2021. <https://www.blv.admin.ch>
- Zuur A.F., Ieno E.N., Walker N.J., Saveliev A.A. & Smith G.M. 2009. *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*. New York, Springer-Verlag, 574 pp.

PARTE III

Notizie

Bilancio meteorologico dell'anno 2020

Marco Gaia*, Elena Altoni e Luca Panziera

MeteoSvizzera, Centro regionale sud, 6600 Locarno Monti, Svizzera

* marco.gaia@meteosvizzera.ch

Con il 2020, si conclude il secondo decennio del secolo, il più caldo mai registrato

Con otto mesi su dodici decisamente più caldi della norma 1981-2010 al Sud delle Alpi il 2020 è terminato, considerando l'intero territorio, come il terzo anno più caldo dall'inizio delle misure nel 1864. Con una deviazione dalla norma 1981-2010 di 1.2 °C, il 2020 dà quindi continuità al marcato e continuo riscaldamento che si registra anche al Sud delle Alpi: i cinque anni più caldi degli ultimi 157 anni si sono verificati tutti dopo il 2005, mentre dei dieci anni più caldi, otto sono successivi al 2000. Nello specifico a Lugano e Locarno-Monti, la temperatura media sull'arco dell'anno è risultata essere di 13.7 °C, vale a dire la quarta più elevata registrata negli annali di MeteoSvizzera dopo il 2019, 2018 e 2015. L'anno è stato caratterizzato anche da lunghi periodi con poche precipitazioni interrotti da piogge intense, come quelle che si sono verificate a inizio giugno, a fine agosto e ai primi di ottobre, e da un soleggiamento abbondante, in alcuni casi da primato.

Con il 2020 si conclude il secondo decennio del XXI secolo. A livello svizzero questo decennio è stato di 2.5 °C più caldo rispetto alle temperature preindustriali 1871-1900. È dal 1961 che le temperature medie decennali sono al rialzo, con un aumento dei valori decennio dopo decennio sempre più marcato.

Temperature: 8 su 12 mesi ben sopra la norma

Con un'anomalia negativa di 1.5 °C, riferita all'intero Sud delle Alpi, il mese di ottobre è stato l'unico mese del 2020 a far registrare una temperatura media decisamente inferiore alla norma 1981-2010. Anche dicembre e giugno hanno fatto registrare un'anomalia negativa, ma appena accennata, essendo quantificabile per entrambi in 0.1 °C sotto la norma 1981-2020. È stato invece il febbraio che ha fatto registrare le anomalie di temperatura più elevate, soprattutto alle basse quote a causa delle frequenti situazioni di favonio. A Lugano e Locarno-Monti la temperatura media mensile è risultata di quasi 1 °C superiore al precedente record

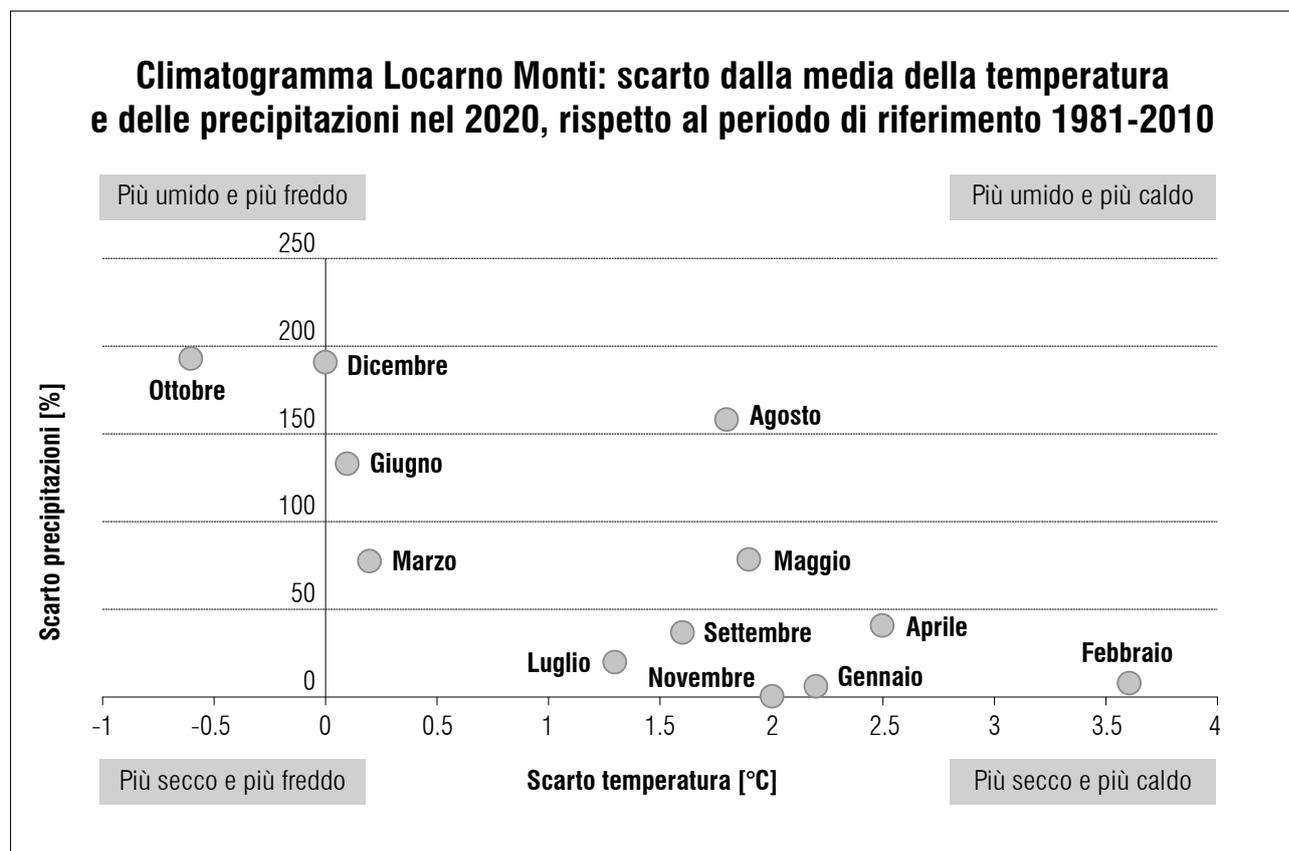


Figura 1: Climatogramma di Locarno-Monti per il 2020, con la posizione di ogni mese dell'anno in base allo scarto della temperatura e delle precipitazioni rispetto alla norma (media del periodo 1981-2010). Solo ottobre è stato più freddo della norma, tutti gli altri mesi sono risultati più caldi. Metà dei mesi ha registrato meno del 50% delle precipitazioni normali.

del febbraio 1990 e di quasi 4 °C sopra la norma 1981-2010. Pure aprile e gennaio si sono discostati in modo significativo dalle medie pluriennali.

Notti tropicali... fuori stagione

A causa di condizioni persistentemente anticicloniche con afflussi di aria calda da sud, anche settembre è stato più caldo della norma e piuttosto asciutto. Nonostante siano mancati picchi di temperatura oltre i 30 °C, sono state registrate molte giornate estive, cioè con temperature massime uguali o superiori a 25 °C. Al Sud delle Alpi le notti tropicali durante il mese di settembre sono molto rare: a Locarno-Monti si era verificata una notte tropicale nel 2005 e una nel 2016, a Lugano due nel 2016, una nel 2005 e una nel 1962. Il 16 settembre di quest'anno a Locarno-Monti, con una temperatura minima di 20.0 °C, è stata misurata la notte tropicale più tardiva dal 1935, anno di inizio delle misure in questa località. Anche il 14 settembre le temperature alle basse quote non sono scese sotto i 20 °C: a Locarno-Monti per la prima volta dall'inizio delle misure è stata registrata una seconda notte tropicale nel mese di settembre.

Precipitazioni: pochi eventi, ma di taglia XL

Dal punto di vista delle precipitazioni, al Sud delle Alpi l'anno è terminato con accumuli complessivamente compresi fra l'80% e il 90% della media del periodo 1981-2020, con l'unica eccezione di Lugano che con 1542 mm ha raggiunto il 99% del valore normale. Sull'arco dell'anno le piogge sono risultate essere distribuite in modo alquanto irregolare: a fine maggio

manca all'appello circa la metà delle precipitazioni normalmente misurate nei primi cinque mesi dell'anno. Un dato esemplificativo a questo proposito: sul Ticino centro-meridionale tra gennaio e i primi di marzo si è verificato un periodo senza precipitazioni lungo 70 giorni, durante i quali a Lugano e a Locarno-Monti sono caduti meno di 10 mm. Il deficit di precipitazioni è stato almeno parzialmente colmato dalle forti piogge di inizio giugno. L'estate meteorologica è stata poco piovosa (per dare l'idea, in buona parte del Ticino sono caduti in luglio meno del 35% dei quantitativi mensili usuali), ma è terminata con il botto, costituito dalle ingenti precipitazioni di fine agosto. In seguito, da settembre alla fine dell'anno, le precipitazioni sono state di nuovo concentrate in soli pochi giorni: in particolare a inizio ottobre e a inizio dicembre. A questo proposito merita una segnalazione il mese di novembre, risultato essere uno dei più secchi dall'inizio delle misure nel 1864: mediamente al Sud delle Alpi è caduto solo il 2% della precipitazione normalmente attesa. A Locarno-Monti sono stati misurati solamente 2.1 mm di pioggia e novembre 2020 è risultato il terzo più asciutto dal 1883, a Lugano i millimetri sono stati 2.9 e il mese è stato il quarto più secco della serie di misura ancora più lunga, cominciata nel 1864.

In pochi eventi, fino al 40% delle precipitazioni del 2020

Nel corso del 2020 si sono verificati tre eventi di precipitazione significativi, che hanno contribuito a seconda delle località al 30-40% delle precipitazioni complessive del 2020.

Tabella 1: Specchietto riassuntivo dei valori mensili dei principali elementi meteorologici rilevati a Locarno Monti nel 2020, con le variazioni rispetto alla norma (periodo 1981-2010). Seguendo le raccomandazioni dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) *Meteo-Svizzera* ha introdotto nel 2013 la nuova norma climatica, calcolata sul trentennio 1981-2010, che sostituisce la precedente norma, calcolata sul periodo 1961-1990. Nell'interpretazione dei grafici e del testo di questo contributo, ma soprattutto nel paragonare i dati del 2020 con quelli degli anni prima del 2013, va considerato dunque il cambiamento della norma di riferimento.

Dati climatologici per il 2020 a Locarno Monti																								
Mese	Temperatura						Umidità relativa			Precipitazioni				Numeri di giorni con					Sole					
	Media gradi °C	Differenza dalla norma °C	Massima °C	Giorno	Minima °C	Giorno	Media %	Minima %	Giorno	Totale mm	Differenza dalla norma %	Massimo giornaliero mm	Giorno	Precipitazioni ≥ 0.3 mm	* Neve	☔ Temporali	△ Grandine	 Nebbia	Giorni chiari	Giorni oscuri	Nuvolosità in %	Totale ore	% del possibile	Differenza dalla norma
I	5.6	2.2	15.4	4	-0.1	21	56	14	18	4	5	2	28	2	0	0	0	1	11	2	31	179	80	132
II	8.3	3.6	23.3	24	1.4	27	50	12	5	4	7	2	3	4	0	0	0	0	9	4	43	177	69	119
III	9.0	0.2	19.9	19	0.1	2	59	16	7	75	78	48	2	7	0	0	0	0	8	8	55	190	57	97
IV	14.3	2.5	25.7	11	1.8	2	54	4	14	78	42	23	27	7	0	0	0	1	11	5	44	256	69	139
V	17.7	1.9	29.5	20	7.4	1	63	15	3	175	79	45	10	11	0	0	0	2	4	6	55	266	65	138
VI	19.5	0.1	31.3	22	10.9	8	67	21	21	264	133	95	7	14	0	3	0	1	3	7	57	217	54	95
VII	23.2	1.3	34.1	31	15.8	16	62	21	7	36	20	13	21	10	0	4	0	0	6	2	41	309	75	119
VIII	23.0	1.8	34.4	9	12.3	31	63	21	4	332	158	128	29	12	0	7	0	0	6	5	51	257	66	105
IX	18.8	1.6	27.9	13	6.8	28	71	22	26	87	37	49	24	7	0	0	1	0	8	5	48	224	65	116
X	12.0	-0.6	21.0	7	6.2	17	73	17	12	371	195	185	2	10	0	1	0	2	2	15	65	141	48	93
XI	9.4	2.0	17.3	5	1.4	22	69	14	19	2	1	2	4	2	0	0	0	0	14	2	28	186	82	158
XII	4.1	0.0	10.8	13	-1.8	29	80	15	26	173	191	66	4	15	11	0	0	5	2	17	76	49	23	41
Anno	13.7	1.3	34.4	9-VIII	-1.8	27-XII	64	4	4-IV	1599	84%	185	2-X	101	11	15	1	12	84	78	50	2452	63	113

Il primo si è verificato il 7 di giugno, con piogge particolarmente intense e abbondanti sul Ticino centro-meridionale, con accumuli che in alcune stazioni hanno sfiorato i 200 mm in 24 ore, dei quali però il 70-80% è caduto in sole sei ore. La stazione di Lugano ha registrato 130 mm (il cui periodo di ritorno è di 5-10 anni), di cui ben 115 mm in sole 6 ore (il cui periodo di ritorno sale verso i 15 anni). I 172 mm misurati a Ponte Tresa sull'arco della giornata sono attesi invece ogni 10-20 anni e costituiscono il quinto valore di pioggia giornaliera più elevato dal 1901, anno di inizio delle misurazioni presso questa località.

A fine agosto si è verificato il secondo evento di precipitazioni abbondanti. All'interno di una intensa situazione di sbarramento, ripetuti temporali, anche violenti, hanno attraversato tra il 28 e il 30 agosto il Ticino da sudovest verso nordest. Complessivamente in poco più di 48 ore sono caduti fino a 350 mm, con l'epicentro delle precipitazioni compreso fra la Val Lavizzara e la Val Verzasca. Al Sud delle Alpi piogge intense e abbondanti come quelle di fine agosto si verificano mediamente ogni 5-10 anni, in alcune località addirittura ogni 10-25 anni. Questo evento è stato caratterizzato dagli intensi temporali che hanno toccato in particolare una striscia di territorio che si è estesa dal Gambarogno, all'Alta Leventina. Essi hanno portato a quantitativi di precipitazione inusuali su intervalli sub-giornalieri. Ad esempio 50 mm in 1 ora a Magadino-Cadenazzo oppure i 68.6 mm (in 6 ore) o i 102.1 mm (in 12 ore) misurati entrambi a Piotta.

Piogge abbondanti si sono verificate anche a inizio ottobre, quando il pendio sudalpino è stato interessato da una nuova situazione di sbarramento estremamente marcata. Tra la mattina del 2 e la mattina del 3 ottobre, in poco più di 24 ore, dal Sempione fino all'alto Malcantone, passando per la parte occidentale del Sopraceneri, sono caduti 220-300 mm di pioggia, con punte fino a 400-440 mm nella zona maggiormente colpita (Centovalli e Val Onsernone). Il valore più alto di pioggia giornaliera è stato misurato a Camedo con 421.0 mm, seguito da Mosogno con 372.5 mm. Entrambi questi valori costituiscono il secondo valore più elevato dall'inizio delle misure avvenuto nel 1901. Accumuli di pioggia nell'ordine di quelli misurati durante questo evento corrispondono ad un periodo di ritorno di 10-30 anni, addirittura oltre i 50 anni sul triangolo Sempione-Gottardo-Locarnese.

Inizio dell'inverno con nevicate fino a basse quote

L'inverno 2020/2021 si è aperto con due nevicate fino a basse quote, la prima durante giornata del 4 dicembre, la seconda nella notte sul 28 dicembre. Nella prima nevicata nelle zone urbane e in prossimità dei laghi sono stati misurati dai 10 ai 20 cm di neve bagnata. Altrove, ma sempre in pianura, gli accumuli hanno toccato localmente i 30-35 cm. Nella seconda gli accumuli a basse quote sono stati compresi tra 15 e 25 cm di neve questa volta molto polverosa.

Un anno ricco di sole, quasi da primato

Con solo il mese di dicembre decisamente sotto la norma, l'anno si è concluso con circa il 15-20% di soleggiamento in più rispetto ai valori normali 1981-2010. Sia a Locarno-Monti, sia a Lugano, il 2020 è stato il terzo più soleggiato dal 1961, anno di inizio delle misure. Le 2'452 ore di sole registrate a Locarno-Monti sono state di solo 8 ore inferiori al record del 2017, mentre a Lugano le 2'340 ore sono state inferiori di 75 ore al primato, sempre del 2017. In percentuale sono stati aprile e novembre i due mesi più soleggiati, con valori del 30-50% superiori alla norma, a ridosso della cresta alpina principale addirittura fino al 70%.

Seguendo le raccomandazioni dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) MeteoSvizzera ha introdotto nel 2013 la nuova norma climatica, calcolata sul trentennio 1981-2010. Essa va a sostituire la precedente norma, calcolata sul periodo 1961-1990. Nell'interpretazione dei grafici e del testo di questo contributo, ma soprattutto nel paragonare i dati del 2020 con quelli degli anni precedenti, va considerato dunque il cambiamento della norma di riferimento. A partire dal 2014 i dati citati sono sistematicamente solo quelli delle stazioni di misura automatiche, per le grandezze meteorologiche disponibili.

Prima segnalazione del briozoo alloctono *Pectinatella magnifica* a sud delle Alpi

Fabio Lepori^{1*}, Camilla Capelli¹, Danilo Foresti²,
Mattia Kuzmic², Mauro Togni³ e Mauro Veronesi⁴

¹ Istituto scienze della Terra, SUPSI, 6592 Canobbio, Svizzera

² Ufficio della caccia e della pesca, Dipartimento del territorio, 6501 Bellinzona, Svizzera

³ Ufficio dei rifiuti e dei siti inquinati, Dipartimento del territorio, 6501 Bellinzona, Svizzera

⁴ Ufficio della protezione delle acque e dell'approvvigionamento idrico, Dipartimento del territorio, 6501 Bellinzona, Svizzera

* fabio.lepori@supsi.ch

Riassunto: Si segnala la presenza del briozoo alloctono *Pectinatella magnifica* (Leidy 1851) nel bacino svizzero del Lago Maggiore (Tenero, Cantone Ticino), che testimonia per la prima volta la diffusione di questa specie a sud delle Alpi. L'arrivo di *P. magnifica* nel Lago Maggiore rientra nel contesto di un'espansione globale della specie, che si è accelerata negli ultimi decenni. *Pectinatella magnifica* è una specie potenzialmente invasiva, che potrebbe ostruire condotte (biofouling), competere con altri invertebrati sessili e trasmettere parassitosi quali la malattia renale proliferativa dei pesci (MRP). Il suo arrivo richiede quindi un'attenta gestione.

Parole chiave: briozoi, Cantone Ticino, Ectoprocta, Lago Maggiore, neobiota, specie invasive, Svizzera

First record of the non-native bryozoan *Pectinatella magnifica* from south of the Alps

Abstract: The occurrence of the non-native bryozoan *Pectinatella magnifica* (Leidy 1851) is reported for the Swiss side of Lake Maggiore (Tenero, Cantone Ticino). This record is the first evidence of the species' occurrence south of the Alps, following a pattern of global dispersion. *Pectinatella magnifica* is a potentially invasive species that can cause biofouling, compete with native species and spread proliferative kidney disease (PKD) in fish. Therefore, the arrival of this non-native species warrants careful management.

Keywords: bryozoa, Cantone Ticino, Ectoprocta, invasive species, Lake Maggiore, Switzerland

INTRODUZIONE

Pectinatella magnifica (Leidy 1851) è un briozoo (Bryozoa: Phylactolaemata) d'acqua dolce originario del Nord America (Balounová et al. 2013). Come la maggior parte degli altri briozoi, *Pectinatella magnifica* forma colonie ancorate a substrati sommersi. Tuttavia, le colonie di *Pectinatella* si distinguono per l'aspetto gelatinoso, unico per forma (fusiforme o subglobulare) e dimensioni (fino a 2 m di diametro) tra le specie d'acqua dolce (Fig. 1). *Pectinatella magnifica* è nota soprattutto per essere una specie potenzialmente invasiva. Fuori dalla sua area originaria è stata segnalata per la prima volta in Germania nel 1883 (Kraepelin 1887). In seguito, soprattutto negli ultimi decenni, si è diffusa ampiamente nei continenti europeo e asiatico (Notteghem 2009; Balounová et al. 2013). Nella Svizzera nordalpina le prime segnalazioni risalgono al 2010 nello stagno della Gruère e al 2011 nel Rotsee (Centre Nature Les Cerlatez 2010, Kanton Luzern 2020). Il presente lavoro vuole segnalare la presenza di *P. magnifica* nel bacino svizzero del Lago Maggiore (Tenero, Cantone Ticino) e testimoniare per la prima volta la diffusione di questa specie a sud delle Alpi.



Figura 1: Colonia di *Pectinatella magnifica* attaccata ad una cima sommersa.

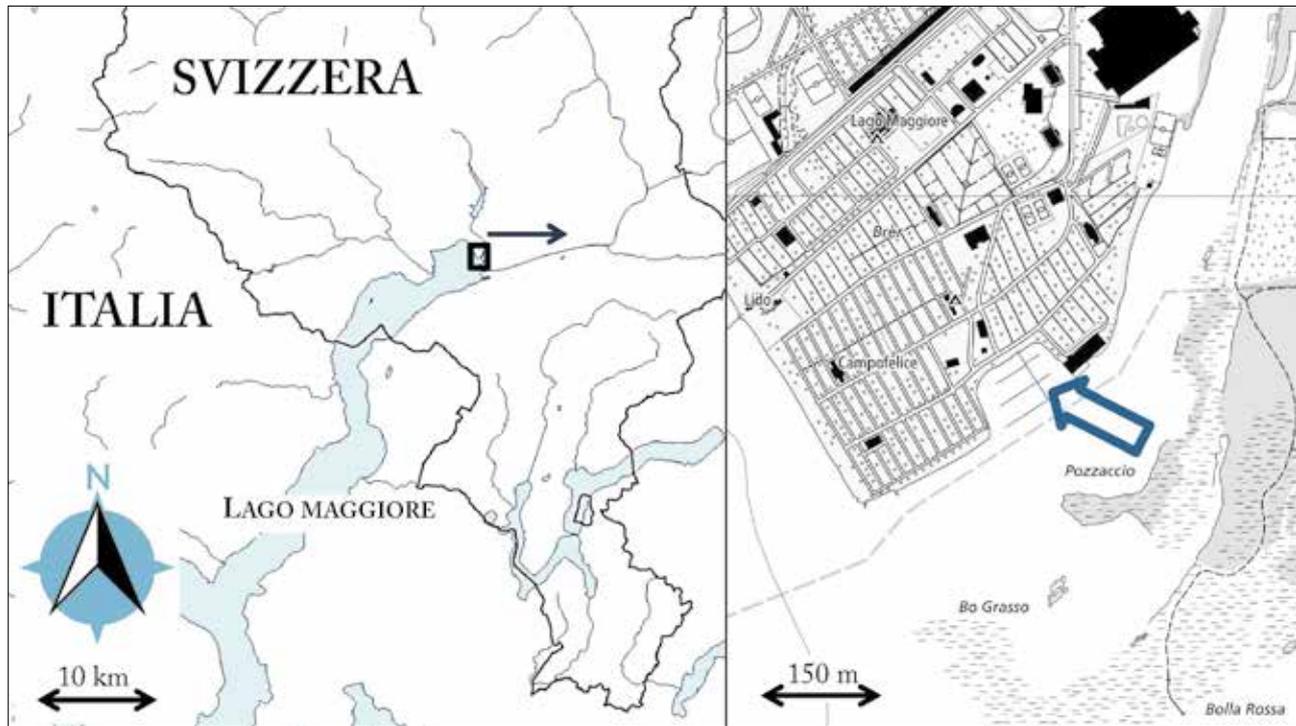


Figura 2: Inquadramento geografico del luogo di ritrovamento (riquadro a destra @ Data: swisstopo).

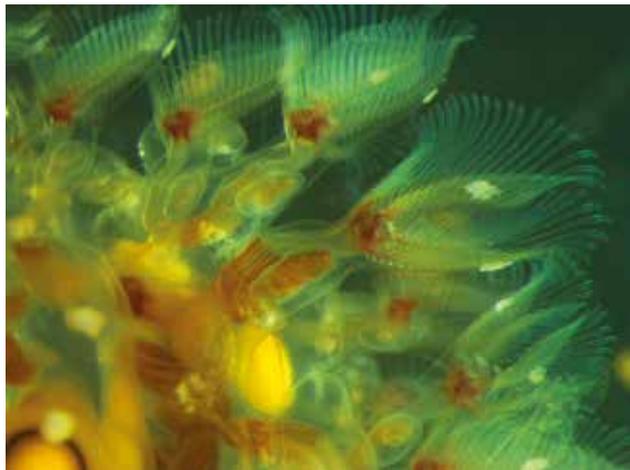


Figura 3: Frammento di colonia (ingrandimento 12×).



Figura 4: Statoblasto (ingrandimento 100×).

MATERIALI E METODI

Nel mese di luglio 2020, nel porto del campeggio Campofelice (Tenero, Svizzera), situato alla foce del fiume Verzasca (Fig. 2), sono stati osservati degli ammassi gelatinosi attaccati allo scafo di un'imbarcazione e a cime da ormeggio, che di primo acchito sono apparsi coerenti con l'aspetto di *Pectinatella*. Il 19 luglio è stato raccolto un campione di questi ammassi (coordinate 46° 9' 59.987"N 8° 51' 20.448"E, altitudine: 191 m; Fig. 2) e recapitato all'Istituto scienze della Terra della Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (IST-SUPSI) per l'esame microscopico. Frammenti di colonia sono stati esaminati al microscopio stereoscopico (Leica M 50, ingrandimento 6-25×), mentre degli statoblasti (forme riproduttive asessuali di resistenza in grado di sopravvivere ad ambienti ostili e rigenerare la colonia) sono stati esaminati al microscopio composto (Leitz Laborlux 12, ingrandimento 40-100×). Per l'identificazione ci si è serviti di Tachet et al. (2010) e Pennak (1978). Campioni di riferimento conservati in etanolo (70%) e formaldeide (10%) sono stati depositati presso l'IST-SUPSI. Il 25 luglio 2020, presso il porto e la zona circostante (area di ca. 2 ha), è stato effettuato un sopralluogo con immersioni subacquee coordinato dall'Amministrazione del Cantone Ticino, allo scopo di valutare l'abbondanza e la distribuzione delle colonie.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Il campione esaminato, proveniente da una colonia di circa 15-20 cm di diametro (Fig. 1), ha permesso di identificare la specie come *P. magnifica*. Tra i caratteri decisivi per l'identificazione, oltre all'aspetto gelatinoso, si segnalano l'ectocisti (parete esterna dello zooecio)

trasparente (Fig. 3) e gli statoblasti con caratteristici uncini conformati ad ancora (Fig. 4). Dal sopralluogo del 25 luglio è emerso che la specie era diffusa almeno fino alla sponda sinistra della foce del fiume Verzasca (che delimita la Riserva Naturale delle Bolle di Magadino) con decine di colonie di dimensioni comprese tra 10-40 cm di diametro. Nel lago non erano quindi presenti solo individui fondatori isolati, ma era già in atto un processo di colonizzazione, la cui estensione è ancora in fase di valutazione.

Poiché il porto del campeggio Campofelice ha vocazione turistica, è verosimile che *P. magnifica* sia stata introdotta per trasporto passivo da imbarcazioni provenienti dalla Svizzera nordalpina o da altri Paesi europei (antropocoria). Tuttavia, anche in considerazione della prossimità delle Bolle di Magadino, un'importante area di sosta per uccelli migratori, l'introduzione da parte di migratori acquatici (soprattutto anatre) non è esclusa (zoocoria), anche se meno probabile. L'arrivo di *P. magnifica* nel Lago Maggiore va contestualizzato in un fenomeno di espansione più ampio. In Europa, dopo l'arrivo in Germania nell'Ottocento, si è infatti diffusa fino alla Finlandia nel nord e alla Francia nel centro-sud (Notteghem 2009, Balounová et al. 2013, Vuorio et al. 2018). Siccome il Lago Maggiore fa parte del bacino idrografico del Fiume Po, è probabile che, in futuro, la diffusione si estenda verso sud in Italia, dove la specie non è ancora segnalata.

Pectinatella magnifica è potenzialmente invasiva, vale a dire potenzialmente in grado di causare danni ad attività economiche, all'ambiente o alle specie native. I maggiori problemi causati da questa specie includono l'incrostazione di substrati sommersi, l'ostruzione di condotte, la competizione per lo spazio con altri invertebrati sessili, il degrado estetico dei litorali e la possibile trasmissione del parassita *Tetracapsuloides bryosalmonae* (Myxozoa), agente causativo della malattia proliferativa renale (MRP) nei pesci (Ricciardi & Reiswig 1994; Okamura & Wood 2002). Anche se è presto per predire in quale misura questi problemi si manifesteranno a sud delle Alpi, l'arrivo di *P. magnifica* richiede un'attenta gestione. Poiché l'eradicazione è considerata impraticabile (Vuorio et al. 2018), le strategie gestionali dovrebbero concentrarsi su prevenzione, contenimento e monitoraggio, e dovrebbero essere tese soprattutto a evitare la colonizzazione di nuovi corpi idrici connessi al Lago Maggiore.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo la Dr.ssa A. Boggero (IRSA-CNR) per la revisione del testo e i preziosi suggerimenti e la Dr.ssa Claudia Greco (ISPRA) per informazioni sulla diffusione di *P. magnifica* in Italia e nel resto d'Europa.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Balounová Z., Pechoušková E., Rajchard J., Joza V. & Šinko J. 2013. World-wide distribution of the Bryozoan *Pectinatella magnifica* (Leidy 1851). *European Journal of Environmental Sciences*, 3: 96-100.
- Centre Nature Les Cerlatez. 2010. *Pectinatella magnifica*, une drôle de créature dans l'étang de la Gruère. <https://www.centre-cerlatez.ch/pectinatella-magnifica> (ultima consultazione: 30.7.2020).
- Notteghem P. 2009. Évolution de la distribution de la Pectinelle, *Pectinatella magnifica* (Leidy, 1851), Bryozoaire d'eau douce, en France et en Europe. *Revue Scientifique Bourgogne-Nature*, 9/10: 188-197.
- Kanton Luzern. 2020. Moostierchen im Rotsee. https://uwe.lu.ch/themen/gewaesser/seen_und_fliessgewaesser/rotsee/moostierchen (ultima consultazione: 30.7.2020).
- Kraepelin K. 1887. Die deutschen Süßwasser Bryozoen. Eine Monographie. *Abh. Naturwissenschaftlicher Verein in Hamburg*, 10: 1-168.
- Okamura B. & Wood T.S. 2002. Bryozoans as hosts for *Tetracapsula bryosalmonae*, the PKX organism. *Journal of Fish Diseases*, 25: 469-475.
- Pennak R.W. 1978. *Freshwater invertebrates of the United States*, 2nd E. John Wiley & Sons, 803 pp.
- Ricciardi A. & Reiswig H.M. 1994. Taxonomy, distribution, and ecology of the freshwater bryozoans (Ectoprocta) of eastern Canada. *Canadian Journal of Zoology*, 72: 339-359.
- Tachet H., Bournaud M., Richoux P. & Usseglio-Polatera P. 2010. *Invertébrés d'eau douce - systématique, biologie, écologie*. CNRS Editions, Paris, 600 pp.
- Vuorio K., Kanninen A., Mitikka S., Sarkkinen M. & Hämäläinen H. 2018. Invasion of Finnish inland waters by the alien moss animal *Pectinatella magnifica* Leidy, 1851 and associated potential risks. *Management of Biological Invasions*, 9: 1-10.

Osservazione di un colubro di Esculapio, *Zamenis longissimus* (Laurenti, 1768), adulto leucistico nel Cantone Ticino, Svizzera

Grégoire Meier^{1*}, Luca Cavigioli² e Daniele Muri³

¹ Via degli Orti 3, 6809 Medeglia, Svizzera

² Società di Scienze Naturali del Verbano Cusio Ossola, Museo di Scienze Naturali, Collegio Mellerio Rosmini,
Via Antonio Rosmini 24, 28845 Domodossola (VB), Italia

³ Via Ganne di Fuori 11, 6721 Ludiano, Svizzera

* aspisatra@yahoo.it

Riassunto: Le pigmentazioni anomale in natura sono fenomeni perlopiù rari ed interessanti. Tra queste, le varianti chiare (albinismo e leucismo) compromettono spesso il raggiungimento dello stadio adulto dei rettili. Con la presente nota segnaliamo l'osservazione di un colubro di Esculapio (*Zamenis longissimus*) adulto rinvenuto nel Cantone Ticino.

Parole chiave: leucismo, pigmentazione, serpente

Observation of an Aesculapian coluber, *Zamenis longissimus* (Laurenti, 1768), leucistic adult in Cantone Ticino, Switzerland

Abstract: Abnormal pigmentations in nature are mostly rare and interesting phenomena. Among them, clear variants (albinism and leucism) often compromise the reaching of the adult stage in reptiles. Here, we report the observation of an adult Aesculapian coluber (*Zamenis longissimus*) found in Cantone Ticino.

Keywords: leucism, pigmentation, snake

INTRODUZIONE

Il colubro di Esculapio (*Zamenis longissimus*) è un serpente non velenoso appartenente alla famiglia dei Colubridae. L'areale di distribuzione della specie occupa gran parte dell'Europa centrale e meridionale, dal Nord della Spagna fino all'Asia Minore. In Svizzera è presente nei cantoni Ginevra, Grigioni, Ticino, Vallese e Vaud, dove predilige insediarsi nelle aree boscate, nei cespuglieti, negli ambienti coltivati, nei margini di bosco e nelle radure cespugliate (Hofer et al. 2001). La specie si spinge fino ad una quota di 1600 metri. Gli individui adulti possono superare i 150 cm di lunghezza e la loro dieta include soprattutto piccoli mammiferi, uccelli e altri rettili (Di Nicola et al. 2019).

MATERIALI E METODI

Il 10 giugno 2020, poco lontano dall'abitato di Maglio di Colla (Cantone Ticino - Svizzera - 46°05'19.546"N 9°03'14.188"E), è stato rinvenuto un individuo di *Zamenis longissimus* dalla colorazione anomala (Fig. 1A e 1C). L'individuo è stato fotografato e misurato manualmente con un metro flessibile, infine è stato rilasciato in un luogo naturale idoneo poco distante.

RISULTATI E DISCUSSIONE

L'individuo aveva una lunghezza totale di 138 cm (lunghezza apice del muso/cloaca 109 cm, lunghezza coda 29 cm), presentava un'insolita colorazione tendente al bianco, con sfumature giallo chiaro. Alcune squame erano caratterizzate da una parte più scura di colore marrone-grigio, mentre una squama dorsale aveva una macchia rossa.

L'iride era di colore grigio con tenui sfumature marrone chiaro, mentre la pupilla rifletteva un colore rossastro. La lingua era rosa con l'apice delle biforcazioni bianco. L'insieme di queste caratteristiche ci portano a concludere che l'individuo osservato era affetto da leucismo. Il serpente presentava delle piccole lesioni cicatrizzate e alcune superfici cutanee con squame apparentemente secche.

Il leucismo è un carattere noto in vari serpenti (Krecsák 2008) ed è determinato geneticamente. Gli individui che ne sono affetti presentano un numero più o meno ridotto (in alcuni casi addirittura assente) di iridofori, melanofori e xantofori (Bechtel 1991). Gli individui leucistici possono pertanto avere una colorazione parzialmente o totalmente bianca (Bruni 2017) oppure sbiadita come nel caso del presente ritrovamento. Le osservazioni di rettili con pigmentazioni anomale sono ben documentate in diverse specie.

Mentre alcune di esse, come il melanismo, possono portare a dei vantaggi ecologici e fisiologici (Crusella-



Figura 1: L'individuo di *Zamenis longissimus* descritto nella presente nota (A e C) messo a confronto con un individuo della medesima specie che presenta una livrea tipica (B e D).

Trullas et al. 2009; Muri et al. 2015), altre, quali l'albinismo e il leucismo, risultano spesso sfavorevoli per diversi motivi (Gezova et al. 2018; Fellows 2018):

- mimetismo criptico almeno in parte compromesso che rende l'individuo più visibile a prede e predatori;
- riduzione della capacità visiva che determina una minore capacità di identificare prede e predatori;
- maggiore sensibilità e fragilità cutanea;
- minore efficacia del sistema immunitario che rende questi individui maggiormente soggetti ad infezioni virali, batteriche e fungine;
- minore capacità di assorbire la radiazione solare che determina maggiori tempi di basking con un conseguente incremento di esposizione al rischio di predazione.

Questi fattori impediscono spesso al soggetto colpito da leucismo il raggiungimento dell'età adulta e la conseguente possibilità di tramandare direttamente tali caratteristiche alle generazioni successive (Krečsák 2008). Tuttavia, la presenza dell'allele recessivo che determina il leucismo (Bechtel & Bechtel 1985) è mantenuta nella popolazione dalla presenza degli eterozigoti che, mostrando un fenotipo normale, non subiscono gli eventuali effetti negativi indotti dalla livrea atipica. È, infatti, interessante notare la presenza di un altro individuo di *Zamenis longissimus* simile a quello oggetto di questa nota, rinvenuto a circa 20 km di distanza, a Muralto (Cantone Ticino – Svizzera), e testimoniato dalla fotografia pubblicata in “Gli incompresi” (Frösch 1985), nel testo viene definito come individuo semi-albino ma, in funzione della descrizione, risulta essere un altro individuo leucistico.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo Thomas Romanski per averci messo in contatto con Micha Morosoli che ha rinvenuto il serpente nella sua proprietà. Ringraziamo anche Giacomo Bruni per la lettura critica della notizia.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Bechtel H.B. 1991. Inherited color defects. Comparison between humans and snakes. *International Journal of Dermatology*, 30: 243-246.
- Bechtel H.B. & Bechtel E. 1985. Genetics of color mutations in the snake, *Elaphe obsoleta*. *Journal of Heredity*, 76: 7-11.
- Bruni, G. 2017. A leucistic grass snake *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) (Serpentes: Natricidae) from Tuscany, central Italy. *Herpetology Notes*, 10: 313-316.
- Clusella-Trullas S., Van Wyk J.H. & Spotila J.R. 2009. Thermal benefits of melanism in cordylid lizards: A theoretical and field test. *Ecology*, 90: 2297-2312.
- Di Nicola M.R., Caviglioli L., Luiselli L. & Andreone F. 2019. Anfibi & Rettili d'Italia. Latina, Edizioni Belvedere, “le scienze” (31), 568 pp.
- Fellows S. 2018. New records of albino spectacled cobra snakes (*Naja naja*) in Madhya Pradesh. *Entomology, Ornithology & Herpetology*, 7(3): 215.
- Frösch P. 1985. Gli incompresi. Lodrino, Jam SA Tipo-Offset, 107 pp.
- Gezova S., Drugac P., Purkart A. & Jablonski D. 2018. Albinism in two snake species recorded from Slovakia. *Russian Journal of Herpetology*, 25(1): 79-82.
- Hofer U., Monney J-C. & Dusej G. 2001. Die Reptilien des Schweiz. Les reptiles de Suisse. I rettili della Svizzera. Distribuzione, habitat, protezione. Basilea, Birkhäuser Verlag, 202 pp.
- Krečsák L. 2008. Albinism and leucism among european viperinae: a review. *Russian Journal of Herpetology*, 15(2): 97-102.
- Muri D., Schuerch J., Trim N., Golay J., Baillifard A., El Taher A. & Dubey S. 2015. Thermoregulation and microhabitat choice in the polymorphic asp viper (*Vipera aspis*). *Journal of Thermal Biology*, 53: 107-112.

Goyazite e svanbergite, due nuove specie mineralogiche per il Ticino

Marco Antognini^{1*}, Philippe Roth², Sergio Andò³, Paolo Gentile⁴ e Stefano Conforti⁵

¹ Museo cantonale di storia naturale, Viale Cattaneo 4, 6900 Lugano, Svizzera

² Servizio Sismico Svizzero ETH di Zurigo, 8092 Zurigo, Svizzera

³ Università Milano-Bicocca, DISAT, Laboratorio Provenance, Piazza della Scienza 4, 20126 Milano, Italia

⁴ Università Milano-Bicocca, Piattaforma di Microscopia, Piazza della Scienza 4, 20126 Milano, Italia

⁵ Via Pacini 39, 20131 Milano, Italia

* marco.antognini@ti.ch

Riassunto: Analisi con microscopio elettronico a scansione (SEM) tramite spettroscopia EDX e in spettroscopia Raman, hanno permesso di identificare due nuove specie minerali per il Cantone Ticino. La goyazite è stata rinvenuta in un campione proveniente da Pinadee in Valle di Blenio. La svanbergite analizzata proviene invece dal Passo Vanit (Campolungo, Valle Leventina). Un altro campione è stato identificato come soluzione solida svanbergite-goyazite e proviene dal Pizzo Fiorina in Val Bavona. Questi minerali, da incolore ad arancione, formano cristalli di dimensioni molto ridotte (< 1 mm) e di aspetto pseudocubico.

Parole chiave: Cantone Ticino, Goyazite, mineralogia regionale, Svanbergite

Goyazite and svanbergite, two new mineralogical species for Ticino

Abstract: Scanning electron microscope (SEM) analyses by EDX spectroscopy and Raman spectroscopy analyses allowed for the identification of two new mineral species for Cantone Ticino. The goyazite was found in a sample coming from Pinadee (Valle di Blenio). The analysed svanbergite come from Passo Vanit (Campolungo, Valle Leventina). Another sample from Pizzo Fiorina (Val Bavona) has been identified as a solid solution between svanbergite and goyazite. The minerals, colorless to orange, form small crystals (< 1 mm) of pseudocubic appearance.

Keywords: Goyazite, regional mineralogy, Svanbergite, Ticino

INTRODUZIONE

L'attività di ricerca di minerali sul territorio cantonale riserva talvolta piacevoli sorprese e molto spesso campioni raccolti in passato possono custodire specie ancora ignote per il Ticino. È sovente il caso dei micro-minerali le cui dimensioni non facilitano certo la determinazione e che possono sfuggire ad una prima ispezione. Nel presente lavoro sono presentati i risultati di analisi svolte su campioni gentilmente messi a disposizione dai collezionisti Giorgio Bizzozzero e Luigi Mazzardi, analisi che hanno permesso l'identificazione di due nuove specie per il cantone: la goyazite, di formula $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$, e la svanbergite, $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$.

Questi minerali fanno parte del super gruppo dell'alunite. Tutte le specie di questo super gruppo hanno in comune una simmetria trigonale e una morfologia dominata o da aggregati sferici o da piccoli cristalli romboedrici acuti o ottusi, gli ultimi di aspetto pseudocubico (Fig. 1). Poiché le strutture cristalline di queste specie sono molto simili e tra loro esistono soluzioni solide complesse, gli studi con diffrazione ai raggi X (XRD) spesso non forniscono una determinazione affidabile. L'analisi chimica con microscopio a scansione

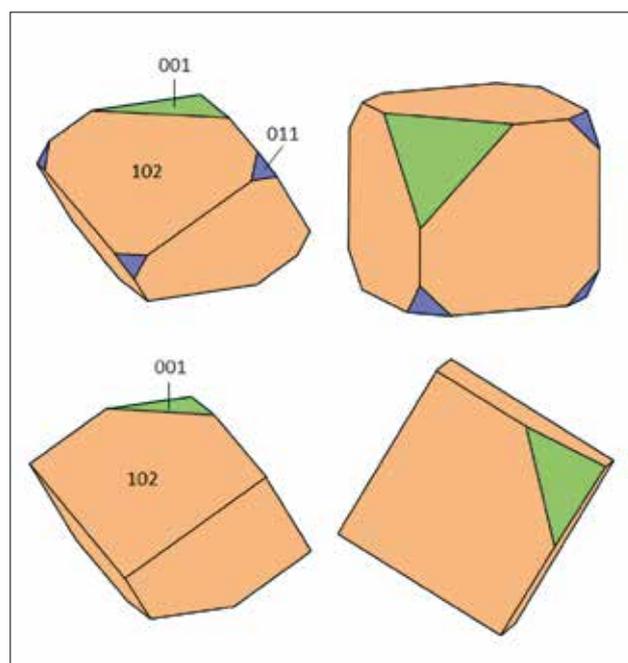


Figura 1: Forme cristalline nei campioni analizzati con relativa rotazione prospettica (vedi Fig. 2B e 2D).

elettronica (SEM) associato alla spettroscopia EDX è più promettente, in particolare se coadiuvata dall'utilizzo della spettroscopia Raman.

Tutte queste specie, molte delle quali non sono così rare, anche se le piccole dimensioni dei loro cristalli non le rendono molto popolari tra i collezionisti di minerali, hanno una formula chimica che può essere generalizzata come segue: $ADX(OH)_6$, dove **A** può essere Pb, Na, Ce, Ba, Sr, Ca o altri elementi, **D** è più spesso Al_3 o Fe_3 e **X** può essere, $(SO_4)_2$, $(AsO_4)(AsO_3OH)$, (PO_4) (PO_3OH), ma anche $(AsO_4)(SO_4)$ o $(PO_4)(SO_4)$. La tabella 1 presenta solo una parte delle specie del super gruppo dell'alunite, quelle che occasionalmente si trovano nelle rocce sedimentarie metamorfosate.

MATERIALI E METODI

Reperto 1:

Minerale arancione su cristallo di quarzo

Il cristallo di quarzo proviene dal Pizzo Fiorina in alta Val Bavona e misura 4 x 2 cm (Fig. 2A). L'esemplare è stato donato al Museo cantonale di storia naturale diversi anni fa da Luigi Mazzardi ed è stato registrato con il numero di catalogo 23495. Su di una faccia del quarzo, oltre a lamelle di muscovite, si notano alcuni minuscoli (< 1 mm) cristalli da aranciati a incolore (Fig. 2B). Nell'ambito di un'indagine sui micro-minerali del nord del Ticino proposta da uno degli autori (SC), si è optato per un'analisi di questo reperto.

Microanalisi EDS

Il campione è stato sottoposto ad analisi preliminari presso la Piattaforma di Microscopia dell'Università di Milano-Bicocca, utilizzando un microscopio elettronico a scansione Tescan Vega TS 5136 XM equipaggiato con sistema EDAX Genesis 4000 XMS. Al fine di migliorare la conducibilità elettrica del soggetto e consentire quindi l'esecuzione delle osservazioni e delle misure, il campione è stato preventivamente avvolto con una sottile pellicola di alluminio lasciando libera solo la superficie da analizzare. Le condizioni analitiche delle strumentazioni sono le seguenti. SEM: WD – 23,000 mm, Assorbimento di corrente – 190 ± 1 pA, Spot size – 250 nm, HV – 20 kV, Alto vuoto $\leq 8e^{-3}$ Pa. EDX: Take-Off-Angle – 45°, Tempo di raccolta – 100 Lsec, Amp Time – 51.2 μ S, DT – 20%.

Poiché le analisi sono state effettuate su cristalli tal quali, i dati semi-quantitativi ottenuti andavano integrati con analisi o diffrattometriche (che avrebbero però comportato l'asportazione di uno o più cristalli e quindi il danneggiamento del campione) o in spettroscopia Raman (non distruttiva). Si è così optato per la seconda metodologia.

Spettroscopia Raman

Il campione è stato analizzato con uno spettroscopio Raman Renishaw inVia, con obiettivo 20x e laser verde 532 nm, presso il laboratorio di studi di provenienza "Provenance" del Dipartimento di Scienze dell'ambiente e della Terra dell'Università di Milano Bicocca. La potenza del laser e il tempo di ogni misura sono stati re-

golati in funzione dell'orientazione del cristallo e dell'assorbimento della luce su campioni macroscopici non preparati, per evitare la saturazione del segnale Raman. La spettroscopia Raman abbinata alle analisi SEM-EDX, diviene uno strumento fondamentale per distinguere varietà di minerali idrati con chimismo simile. Un'attenta analisi degli spettri, ottenuti in pochi minuti e senza distruggere campioni unici e preziosi, consente una verifica oggettiva, che completa le informazioni ottenute con altre metodologie analitiche.

Reperto 2:

Minerale arancione pseudocubico su marmo dolomitico

Il campione, trovato da Giorgio Bizzozzero diversi anni fa e che, oltre alla dolomite e al minerale allora sconosciuto, non contiene altre specie, proviene dagli affioramenti di marmi dolomitici triassici della Falda della Soja nel Ri della Foppa a monte di Pinadee in Valle di Blenio. L'esemplare è stato presentato nel 2018 a uno degli Autori (PR) da Franco Vanini di Varese (I), il collezionista nella cui collezione è conservato ora il minerale (numero Pi-45-GB). Il solo cristallo presente sul campione mostra un romboedro ottusangolo e una faccia del pinacoide di base che conferiscono al minerale, che è in realtà trigonale, un abito pseudocubico. Un campione analogo, proveniente dalla medesima località e donato da Giorgio Bizzozzero al Museo cantonale di storia naturale, è illustrato alla Fig. 2C (numero di catalogo 24948).

Microanalisi EDS

Le analisi dei campioni sono state condotte a Zurigo con l'ausilio di un microscopio elettronico a scansione (SEM) Hitachi TM3030 equipaggiato con sistema di microanalisi EDX Oxford SwiftED3000, calibrato con rame. Questa strumentazione richiede solo un basso vuoto e permette di misurare l'intero campione senza rivestirlo con una pellicola elettricamente conduttiva. Le condizioni analitiche della strumentazione sono le seguenti. SEM: Working distance – ~2 mm, Acceleration voltage – 15 kV, pompa turbomolecolare con 30 l/s, EDX: Take-Off-Angle – 25°, Tempo di raccolta – 60 sec, Energy resolution – 161 eV (Cu-K α).

Reperto 3:

Minerale arancione pseudocubico su marmo dolomitico

Quest'altro campione di marmo dolomitico proviene dal Passo Vanit nella regione del Campolungo in Valle Leventina. L'esemplare è stato consegnato nel 2020 a uno degli Autori (PR) per analisi dal suo scopritore, Giorgio Bizzozzero, e ora fa parte della collezione dell'autore (numero Hp 113/05; Fig 2E). Il solo cristallo presente sul campione mostra anche in questo caso un romboedro ottusangolo e una faccia del pinacoide di base che conferiscono al cristallo un abito pseudocubico (Fig 2F). I minerali che lo accompagnano sono, oltre alla dolomite, calcite, muscovite e rutilo.

Microanalisi EDS

Vedi reperto 2.



Figura 2: (A) cristallo di quarzo dal Pizzo Fiorina, reperto 1 (4 x 2 cm). Al centro nella parte superiore s'intravede un cristallo arancione di svanbergite-goyazite. (B) uno dei cristalli presenti sul quarzo (larghezza del campo inquadrato 0.8 mm). (C) campione di marmo dolomitico dal Ri della Foppa, 6 x 5 cm. (D) cristallo arancione di goyazite (larghezza del campo inquadrato 0.9 mm). (E) marmo dolomitico dal Passo Vanit, reperto 3 (3 x 2 cm). (F) l'unico cristallo arancione di svanbergite presente sul marmo (larghezza del campo inquadrato 0.8 mm). Foto di Marco Antognini (A, C) e Mischa Crumbach (B, D, E e F).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Reperto 1: Svanbergite-goyazite

Nel corso della microanalisi EDX sono stati effettuati 3 punti analisi su cristalli diversi. Gli spettri hanno suggerito di poter identificare il minerale come presunta goyazite. Dagli spettri EDX e dalle analisi semi-quantitative effettuate si evince che trattasi di un fosfato di Sr e Al contenente anche piccole quantità di S (SO_3 5-6% in peso) e F (1-2%) e tracce di Ca (appena percettibili). In spettroscopia Raman il reperto è stato analizzato insieme a un campione di determinazione certa e dal chimismo simile (svanbergite della Champion Mine, Nevada, USA) messo a disposizione da uno degli Autori (SC). I due minerali si distinguono per una diversa posizione dei modi vibrazionali espressi dalla posizione dei picchi Raman caratteristici, sia a bassa frequenza (150-1900 cm^{-1}) sia ad alta frequenza (3000-4000 cm^{-1}). L'aspetto generale degli spettri risulta simile e ciò riflette un simile chimismo e struttura cristallina nei campioni analizzati. Differenze significative si evidenziano per il diverso comportamento dei modi vibrazionali in relazione alla presenza ed occupanza del gruppo OH nei diversi cristalli (Frost & Palmer 2011; Lopez et al. 2013; Maubec et al. 2012). I modi vibrazionali del reperto 1 sono i seguenti: bassa frequenza: 181, 249, 392, 482, 522, 989, 1022, 1097 cm^{-1} . Alta frequenza: 3218, 3319, 3416, 3467 cm^{-1} .

I modi vibrazionali del reperto di svanbergite statunitense di riferimento sono invece: bassa frequenza: 173, 238, 397, 483, 525, 652, 1025, 1088 cm^{-1} . Alta frequenza: 3165, 3439, 3490 cm^{-1} .

Gli spettri Raman dei due minerali si distinguono nella regione ad alta frequenza per una marcata differenza nella posizione e forma dei picchi caratteristici (Fig. 3). In tale regione, il reperto 1 mostra due picchi ben distinti a più bassa frequenza. Questa caratteristica potrebbe essere messa in relazione con la presenza di due ben distinti modi vibrazionali dovuti alla diversa posizione e occupanza dei gruppi OH nella struttura cristallina. Infatti la goyazite mostra nella formula chimica $[\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_6]$ un gruppo OH come sostituzione di un ossigeno in un gruppo funzionale (PO_4) che diventa (PO_3OH) e 6 gruppi OH in diversa posizione, mentre la svanbergite mostra solo 6 gruppi OH senza sostituzioni $[\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6]$.

In termini di spettro Raman, tale differenza chimica e strutturale si manifesta nella svanbergite con la presenza di due picchi Raman a più alta frequenza, di cui uno appena accennato, come spalla del picco principale. Lo spettro Raman indica quindi trattarsi di una soluzione solida svanbergite-goyazite.

Reperto 2: Goyazite

Le analisi EDX (EDXPR_2662) eseguite su due punti dell'unico cristallo mostrano una composizione chimica che corrisponde alla goyazite. LAs e il Ba si trovano vicino o al di sotto della soglia di rilevamento (soluzioni solide con l'arsenogoyazite e con la gorceixite, rispettivamente). Ca e S sono presenti, ma in quantità tali (Ca: 0.18 apfu e S: 0.44 apfu; *atom per formula unit*) che non sono sufficienti a rendere il cristallo rispettivamente

una crandallite o una svanbergite (soluzioni solide della goyazite con questi due membri del super gruppo dell'alunite). Va notato che l'analisi EDX misura solo la superficie del cristallo e quindi non si possono trarre conclusioni sulla natura chimica del suo centro e quindi non si può escludere una possibile zonazione chimica.

Reperto 3: Svanbergite

Le analisi EDX (EDXPR_3631) sono state condotte su tre punti dell'unico cristallo del campione. Rivelano una composizione chimica che corrisponde alla svanbergite. Il contenuto di S è inferiore a quello di P, ma abbastanza chiaramente superiore a 0.5 apfu, in tutti i tre punti (0.62-0.69 apfu). LAs è rilevabile, ma il suo tenore è molto basso. Per quanto riguarda i cationi bivalenti, il bario è presente solo in tracce, mentre il contenuto di Ca è più alto, ma ancora scarso. Così, il reperto 3 corrisponde a un membro intermedio della serie di soluzioni solide svanbergite-goyazite, ma che si trova nel campo della svanbergite. L'osservazione di cui sopra sull'impossibilità di escludere una zonazione del cristallo è ovviamente valida anche in questo caso.

Descritta da Gramaccioli (1975) come “un fosfato assai raro”, la goyazite nel contesto alpino è generalmente associata a marmi dolomitici. In Svizzera è ben nota nella famosa cava di Lenggenbach (Graeser et al. 2008; Roth et al. 2014). A Lenggenbach, e in altri affioramenti dolomitici della valle di Binn (VS), la goyazite forma piccoli cristalli singoli o raggruppati in aggregati, di un bel colore arancione chiaro o arancione intenso, sulla bianca dolomia saccaroide triassica (Van der Burgt et al. 2002; Gabriel & Graeser 2005). A volte, il bario domina sullo stronzio e la gorceixite è allora presente, senza che sia possibile distinguere otticamente le due specie. La goyazite è riportata anche nelle dolomie triassiche della Val Renastga (GR), località nota per il suo bellissimo topazio (Somm et al. 1988). È segnalata anche nella parte settentrionale del tunnel del Sempione (VS), sempre nei marmi dolomitici del Triassico (Stalder et al. 1988).

Anche nelle regioni italiane limitrofe l'occorrenza di goyazite è associata a marmi dolomitici, in particolare in alta Valmalenco (Bedognè et al. 1993) e nel tunnel del Sempione (Piccoli et al. 2007).

La scoperta di goyazite negli affioramenti a Pinadee può quindi inserirsi in tale vasto contesto geologico. Questi marmi dolomitici sono sicuramente di età triassica e appartengono alla Falda della Soja, una piccola falda che fa parte della zona del Brianzonese (Galster et al. 2010). Questa Falda contiene un nucleo gneissico e una copertura metasedimentaria che comprende appunto i marmi dolomitici triassici che affiorano nel Ri della Foppa, vicino a Pinadee, a nord di Aquila.

Per quanto riguarda invece il reperto proveniente dal Pizzo Fiorina la sua interpretazione risulta più sorprendente. Il contesto geologico della zona è caratterizzato da gneiss conglomeratici della Falda del Lebendun e rare e piccole intercalazioni di marmo che non raggiungono certo l'estensione dei depositi triassici del nord del Ticino (Burckhardt & Günthert 1957). La sua oc-

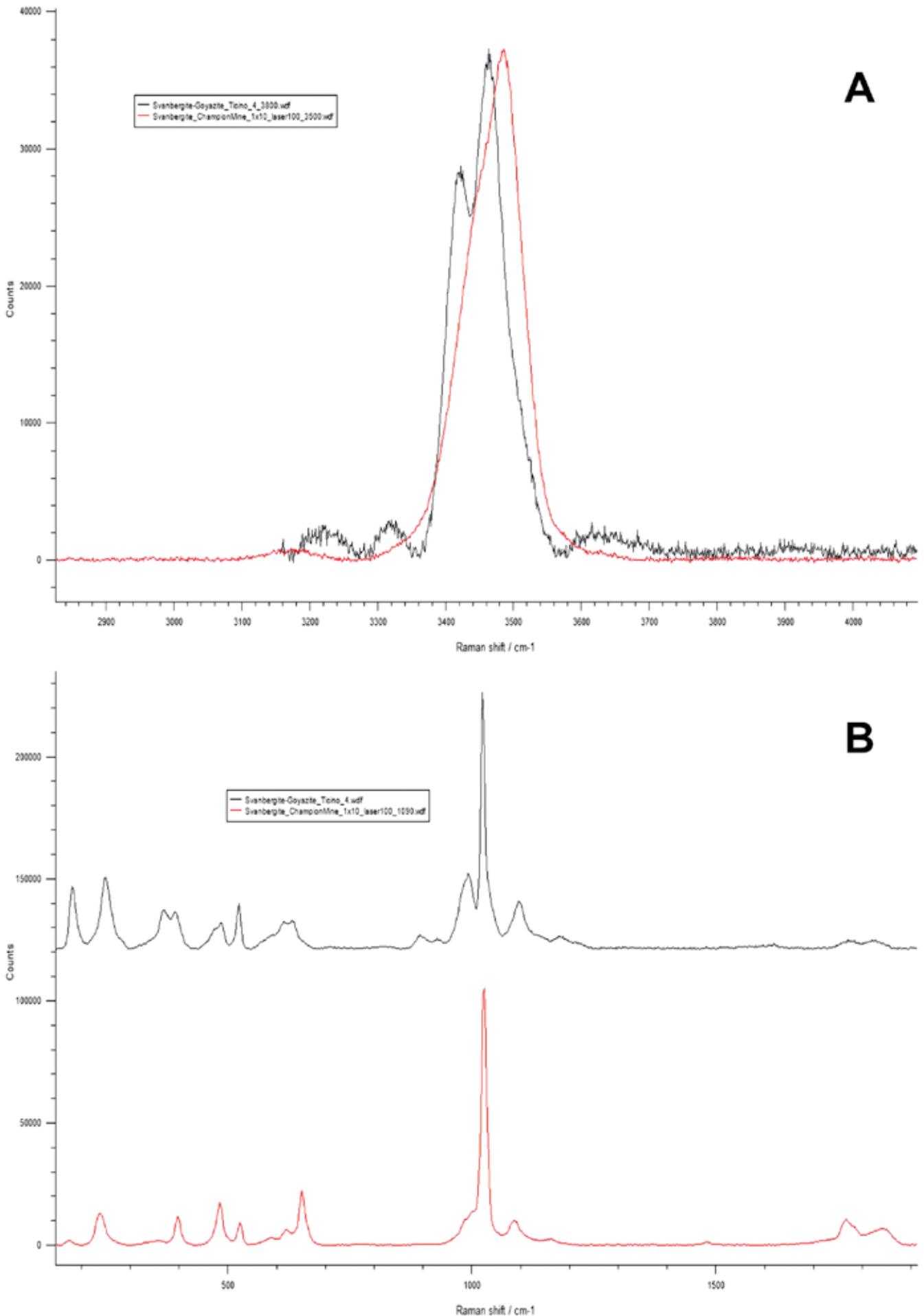


Figura 3: Spettri Raman del reperto 1 e del campione di riferimento di svanbergite della Champion Mine (USA) rispettivamente ad alta (A) e bassa (B) frequenza.

correnza è quindi da ritenersi molto interessante.

La svanbergite è da considerarsi molto più rara della goyazite. Finora questo minerale era conosciuto in Svizzera solo al Passo del Cancian, nella valle di Poschiavo, proprio al confine con l'Italia, dove è noto un affioramento di quarzite bianca contenente noduli di lazulite, alla base della serie sedimentaria della falda della Margna (Bedogné et al. 2006) e a Lanna in Val d'Hérens (VS; Marthaler et al. 2020). Anche in quest'ultimo caso la svanbergite è associata alla lazulite e, qui, pure alla goyazite, in un masso morenico.

In Ticino, come descritto, la svanbergite è stata rinvenuta in una zona mineralogica di fama internazionale (Gübelin 1939; Bianconi 1977; Rovetti et al. 1994; Guastoni & Pezzotta 2007) nonché località tipo della tremolite (Roth 2006). I marmi dolomitici triassici del Campolungo fanno parte della formazione Röti, nella copertura sedimentaria della falda del Sambuco (Bianconi 1971). Il campione analizzato rappresenta la prima e per ora unica occorrenza per il Ticino di questo minerale.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Bedogné F., Montrasio A. & Sciesa E. 1993. I minerali della provincia di Sondrio: Valmalenco. Sondrio, Bettini, 275 pp.
- Bedogné F., Montrasio A. & Sciesa E. 2006. I minerali della media-alta Valtellina, delle Orobie valtelinesi e della Val Poschiavo. Aggiornamenti sulle altre località della provincia di Sondrio. Sondrio, Tipografia Bettini, 255 pp.
- Bianconi F. 1971. Geologia e petrografia della regione del Campolungo. Bern, Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz. Neue Folge, 142. Lieferung, 238 pp.
- Bianconi F. 1977. Die Mineralfundstelle Campolungo. Lapis 2/8: 14-18.
- Burckhardt C.E. & Günthert A. 1957. Atlasblatt 34 Basodino. Bern, Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000.
- Frost R.L. & Palmer S. 2011. Molecular structure of the mineral svanbergite $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4, \text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ – A vibrational spectroscopic study. Journal of Molecular Structure, 994: 232-237.
- Gabriel W. & Graeser S. 2005. Neues aus der Dolomitzone Lengenbach-Mässerbach. Schweizer Strahler 39(3): 28-31.
- Galster F., Epard J.-L. & Masson H. 2010. The Soja and Luzzone nappes: discovery of a Briançonnais element below the front of the Adula (NE Ticino, Central Alps). Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles 92(2): 61-75.
- Graeser S., Cannon R., Drechsler E., Raber T. & Roth P. 2008. Faszination Lengenbach. Abbau – Forschung – Mineralien 1958-2008. Lindau, KristalloGrafik Verlag, 192 pp.
- Gramaccioli C.M. 1975. Minerali alpini e prealpini. Bergamo, Istituto Italiano Edizioni Atlas, 473 pp.
- Guastoni A. & Pezzotta F. 2007. Il crisoberillo di Campolungo nella raccolta mineralogica del Museo di Storia Naturale di Milano. Geologia Insubrica 10/2: 27-28.
- Gübelin E. 1939. Die Mineralien im Dolomit von Campolungo (Tessin). Bollettino Svizzero di Mineralogia e Petrografia 19: 325-442.
- Lopez A., Xi Y. & Frost R.L. 2013. Raman and infrared spectroscopic study of the mineral goyazite $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 116: 204-208.
- Marthaler M., Girard M., Gouffon Y., Meisser N. & Savary J. 2020. Feuille 1327 Evolène. Wabern, Atlas géologique de la Suisse 1:25'000, Notice explicative. 169 pp.
- Maubec N., Lahfid A., Lerouge C., Wille G. & Michel K. 2012. Characterization of alunite supergroup minerals by Raman spectroscopy. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 96: 925-939.
- Piccoli G.C., Maletto G., Bosio P. & Lombardo B. 2007. Minerali del Piemonte e della Valle d'Aosta. Alba (Cuneo), Associazione Amici del Museo «F. Eusebio», Alba Ed., 607 pp.
- Roth P. 2006. The Early History of Tremolite. Axis 2/3: 1-10.
- Roth P., Raber T., Drechsler E. & Cannon R. 2014. The Lengenbach Quarry, Binn Valley, Switzerland. Mineralogical Record, 45(2): 157-196.
- Rovetti A., Rovetti I., Pacciorini M., Donati D. & Weiss S. 1994. Campolungo, Schweiz: Neufund der grössten Korund-Kristalle der Alpen. Lapis 19/9: 35-40.
- Soom M., Armbruster Th. & Stalder H. A. 1988. OH-rich topaz from alpine fissures in Triassic dolomites near Lugnez, Graubünden (Mesozoic cover of Gotthard Massif, Swiss Alps). Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen 68: 141-155.
- Stalder H.A., Wagner A., Graeser S. & Stuker P. 1998. Mineralienlexikon der Schweiz. Basel, Verlag Wepf & Co., 580 pp.
- Van der Burgt A., Cuchet S. & Ansermet S. 2002. Neufunde von Goyazit im Binntal, Wallis (Schweiz). Lapis 27(2): 18-19.

Rinverdimento spontaneo del delta della Murinascia (lago Ritom) durante l'estate del 2020

Sandro Peduzzi^{1,3*}, Guido Maspoli², Samuel Ferrari³ e Raffaele Peduzzi¹

¹ Fondazione Centro Biologia Alpina Piora, Via Mirasole 22a, 6500 Bellinzona, Svizzera

² Ufficio della natura e del paesaggio, Via Franco Zorzi 13, 6501 Bellinzona, Svizzera

³ Ufficio dei corsi d'acqua, Via Franco Zorzi 13, 6501 Bellinzona, Svizzera

* sandro.peduzzi@umige.ch

Riassunto: Durante la stagione estiva 2020 il livello del lago Ritom non ha superato la quota di 1'827 m s.l.m. Il delta della Murinascia non è stato sommerso, come succede con la normale gestione idrica dello sbarramento, ed ha potuto essere constatato un rapido rinverdimento. Abbiamo così ritenuto interessante eseguire un primo esame di questa situazione osservabile sulla superficie rimasta scoperta. Un primo rilievo botanico qualitativo è stato eseguito il 30 settembre 2020 ed è stato comparato con i dati pregressi, benché frammentari, in quanto un'analoga situazione di rinverdimento spontaneo era stata valutata nel 1944 sullo stesso Delta. Sono stati rilevati 62 taxon di piante vascolari, delle quali 7 specie non figurano nell'elenco più recente dei taxa vegetali rilevati in Val Piora. I dati raccolti permettono di evidenziare la rapidità della colonizzazione e la diversità di specie coinvolte.

Parole chiave: diversità vegetale, ecosistema deltizio alpino, resilienza ecologica, riqualifica ecologica, velocità di colonizzazione

Spontaneous greening of the Murinascia delta (lake Ritom) during the summer of 2020

Abstract: During the summer season 2020 the level of lake Ritom did not exceed the altitude of 1'827 m above sea level. The delta of Murinascia was not submerged, as it usually happens with the normal water management of the hydroelectric dam. A rapid and intense greening of the surfaces could be noticed. We therefore thought of interest to carry out a first survey of this peculiar occurrence visible on the emerged surface of the Delta. A first qualitative botanical survey was carried out on 30 September 2020 and was compared with previous, although fragmentary, data since a similar situation of spontaneous greening had been reported in 1944 on the same Delta. Sixty-two taxons of vascular plants have been identified, of which 7 species are not included in the most recent list of plant taxa found in Val Piora. The collected data highlight the rapidity of colonization and the diversity of species involved.

Keywords: alpine delta ecosystem, colonization speed, ecological resilience, ecological restoration, plant diversity

INTRODUZIONE

A causa dei lavori di rinnovo della centrale idroelettrica del Ritom, per l'ottimizzazione dello sfruttamento idroelettrico, durante tutta la stagione estiva del 2020 il livello dell'acqua del lago Ritom non ha superato la quota di metri 1'827 m s.l.m., livello appena al di sotto della quota naturale del Lago di 1828 m s.l.m.

Le superfici del litorale, normalmente sommerse durante la stagione vegetativa, sono state così lasciate completamente libere dalle acque. Di regola il livello del Lago raggiunge, in agosto, quota 1'850 m s.l.m. e gli ex-alpeggi: Alpe di Campo, toponimo "Cassina det camp", sul delta della Murinascia e a metà Lago la superficie dell'antico "Grass da Ritom" sul delta del "Ri det Tom" vengono integralmente sommersi. In totale si stima che le superfici sommerse dai due innalzamenti del livello del lago Ritom (nel 1918 e in seguito nel 1953) sono di circa 56 ha dei quali circa 35 ha di pascoli e superfici umide per gran parte concentrate sui due

delta citati. Nel rilievo topografico del 1907 sul solo delta della Murinascia sono rappresentate circa 8-9 ha di superfici umide (Ecocontrol 2012).

Le descrizioni storiche della vegetazione sulle sponde del lago Ritom, e in particolare sul delta della Murinascia, riportano la presenza di una flora ricca e variata con ambienti umidi di grande pregio naturalistico e floristico. Secondo Koch (1928), prima dell'innalzamento del 1918, l'intero Delta era caratterizzato da un mosaico di associazioni vegetali tipiche delle zone palustri fra le quali erano presenti anche dei frammenti di *Phragmites* a rappresentare una delle stazioni di canneto più elevate della Svizzera. Nel 1944, verosimilmente nella prospettiva del secondo innalzamento (Peduzzi & Tonolla 1998), la situazione sulle sponde del Ritom è stata documentata dal Prof. Otto Jaag con una serie di fotografie scattate il primo agosto (Fig. 1A). Il prof. Jaag, tra i fondatori dell'Istituto federale per l'approvvigionamento, la depurazione e la protezione delle acque (EAWAG-ETH) del Politecnico, riporta una situazione

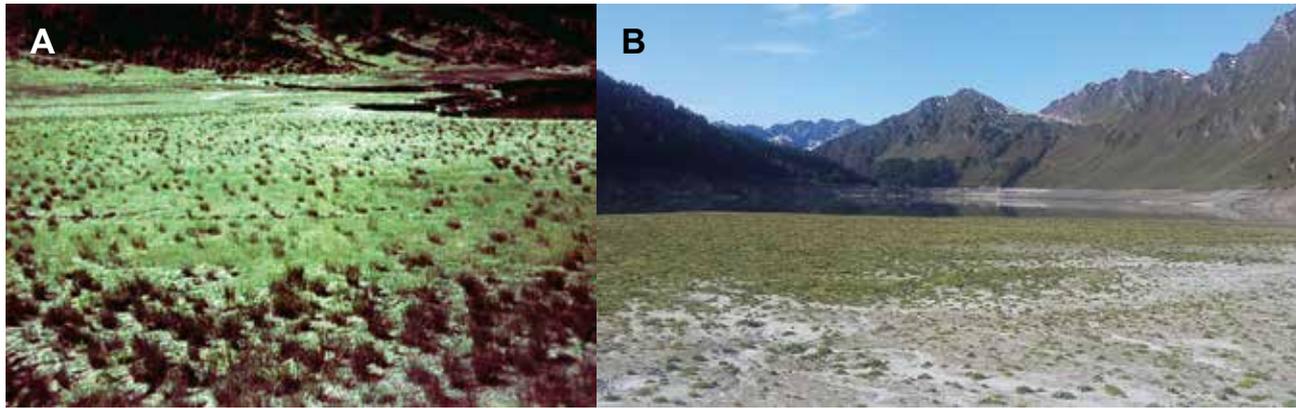


Figura 1: Delta della Murinascia, crescite vegetali fotografate con la stessa angolatura nel 1944 (A: foto Otto Jaag) e nel 2020 (B: foto Sandro Peduzzi).

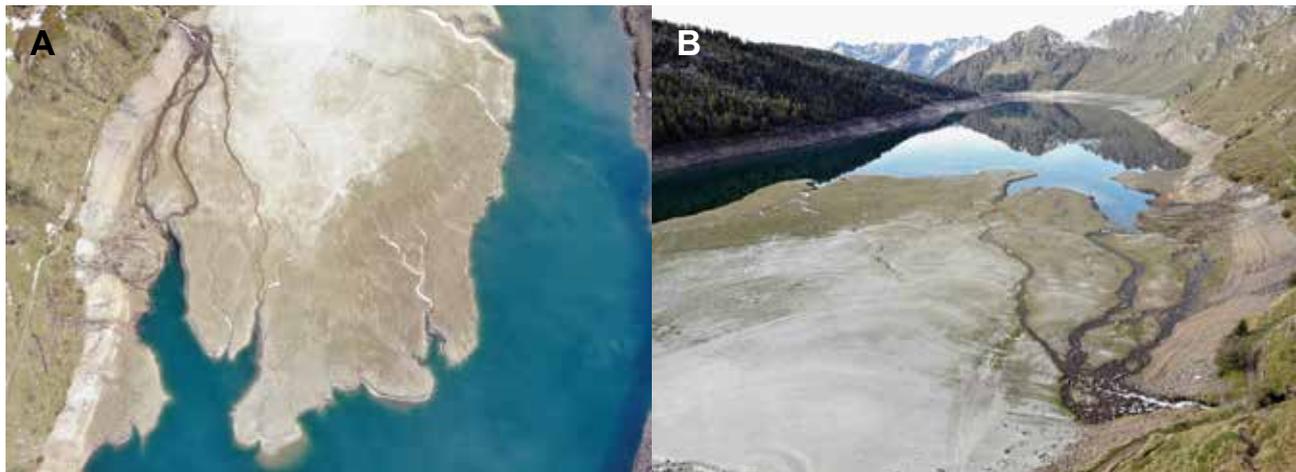


Figura 2: Foto con drone del delta della Murinascia, A) il 30.9.2020 (giorno del rilievo) la colonizzazione vegetale è ben visibile. B) Da notare la parte inferiore del Delta con un rinverdimento maggiore rispetto alla fascia superiore (foto: Samuel Ferrari).

di rinverdimento analoga a quella da noi riscontrata nel 2020 (Fig. 1B).

Nel 2020, col progredire della stagione estiva e dopo soli 4 mesi di stagione vegetativa, abbiamo potuto constatare un rinverdimento intenso e soprattutto rapido delle superfici deltizie lasciate libere dalle acque. Considerate le citate descrizioni sugli ambienti umidi deltizi (Koch 1928 e poi in seguito Jaag 1944), e pur non disponendo di una lista delle specie a suo tempo rilevate, ci è sembrato opportuno proporre un confronto tra i frammentari dati pregressi a disposizione e la situazione abbastanza eccezionale venutasi a creare nell'estate del 2020.

A questo scopo il 30 settembre 2020 è stato realizzato un rilievo botanico qualitativo delle specie cresciute, in poco più di tre mesi, sul delta della Murinascia. Un rilievo realizzato senza la pretesa di essere esaustivo, considerata la limitatezza delle forze messe in campo e del tempo a disposizione, ma che ci permettesse comunque di andare al di là della semplice constatazione empirica e macroscopica del sorprendente rinverdimento estivo.

MATERIALI E METODI

Il 30 settembre 2020 abbiamo ispezionato il Delta e proceduto con i rilievi. Lo stesso giorno è stato effettuato un volo con drone per poter avere una visione aerea del Delta (Fig. 2A e Fig. 2B).

La flora è stata indagata il 30 settembre 2020, quindi al termine della stagione vegetativa. Il rilevamento ha consentito di stilare una lista floristica qualitativa che, tenuto conto della fenologia, deve essere considerata parziale. Non è invece stato possibile, per motivi di tempo, indagare la distribuzione tipologica degli ambienti elementari del mosaico vegetazionale. Un secondo passaggio di approfondimento, previsto a inizio ottobre, è stato impedito da rovesci nevosi.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Descrizione substrato

In superficie il substrato del Delta è prevalentemente fine e minerale, i suoi colori chiari riflettono la composizione delle rocce sedimentarie attraversate dalla Murinascia Grande e da quella di Cadagno (Peduzzi 2011). La parte minerale è intercalata, a tratti, da orizzonti di torba ancora visibili ai margini del Delta dove la Murinascia Grande ha eroso i depositi deltizi. La presenza di torba testimonia del passato ecologico del Delta, quando era ancora emerso, e dove sono stati descritti ambienti umidi molto diversificati (Koch 1928). In superficie, dove è stato riscontrato il rinverdimento, il substrato appare prevalentemente minerale con la quasi totale assenza di materia organica.

Specie rilevate e distribuzione della vegetazione sul Delta

Sono stati rilevati 62 taxa di piante vascolari riportate nella tabella 1, nessuno dei quali è inserito nella Lista Rossa delle piante vascolari minacciate in Svizzera (Bornand et al. 2016) o ritenuto prioritario per la conservazione nel nostro Paese (UFAM 2019). Considerato il carattere parziale del rilevamento questa fallanza non esclude eventuali presenze di taxa significativi, assai probabili considerata la natura pioniera dei biotopi presenti. Non sono state rilevate specie alloctone. Nella tabella 1 le 7 specie evidenziate in grassetto non figurano nell'*Elenco dei taxa vegetali conosciuti in Val Piora* inserito nella Memoria n. 11 della Società ticinese scienze naturali (Schönenberger et al. 2012).

La mancanza di completezza della lista floristica e l'assenza di un rilevamento tipologico non permettono di formulare ipotesi sulle modalità della colonizzazione vegetale. Tuttavia alcune considerazioni sulla situazione eccezionale venutasi a creare possono essere proposte qui di seguito. Sulla base dei dati disponibili non è possibile attribuire le singole presenze ad una banca di semi depositata nel sedimento alluvionale e/o al trasporto recente (ossia avvenuto dopo la messa in emersione del Delta) di semi da ambienti limitrofi. Eventuali semi, già presenti nel sedimento, potrebbero essere originari e risalenti alla vegetazione presente ad inizio 1900 e negli anni 1940 oppure trasportati assieme ai depositi alluvionali dai corsi d'acqua immissari. Il Delta è infatti alimentato da acque e materiali solidi provenienti da due distinte fonti. Da un lato abbiamo le acque della Murinascia Grande che raccolgono le acque e i materiali dell'intera valle, dall'altro le acque dell'emissario del lago di Cadagno che prima di superare il salto verso il Ritom attraversano la torbiera di importanza nazionale di Cadagno di fuori. La diversità degli ambienti attraversati dagli immissari è pertanto

importante, così come la diversità dei semi potenzialmente trasportati verso il Delta. Mentre la costante sommersione, durante la stagione vegetativa, della parte bassa del Delta potrebbe aver contribuito a preservare la viabilità di eventuali semi originari e avvalorare l'ipotesi di una germinazione da semi già presenti da tempo nel sedimento alluvionale, prima della costruzione delle due dighe.

Vale comunque la pena evidenziare che il rilevamento fornisce un'immagine della diversità ambientale del comprensorio, così come i contingenti significativi di specie legate alle paludi (tipologia 2.2. secondo Delarze et al. 2015), ai ghiaioni (tipologia 3.3) e alle praterie e ai pascoli magri d'altitudine (4.3).

La presenza sostanziosa di emicriptofite, che appaiono nettamente predominanti rispetto alle terofite, se da una parte potrebbe riflettere il carattere tardivo del rilevamento (per cui la quota minoritaria delle terofite rappresenterebbe una lacuna investigativa), dall'altra segnala una rapida evoluzione della vegetazione verso comunità più stabili e resilienti.

L'unico elemento che i dati raccolti permettono di evidenziare è la rapidità della colonizzazione e la diversità di specie coinvolte. Oltre al valore naturalistico intrinseco, questa è un'indicazione pratica per progetti infrastrutturali nei quali è necessario ricostituire una copertura vegetale: in determinate circostanze la colonizzazione naturale è in grado di portare un'elevata diversità di taxa presenti a livello locale, ovvero restituire ambienti naturali perfettamente integrati a tutti i livelli (fino a quello della diversità genetica), nel contesto territoriale di riferimento.

Malgrado il carattere parziale del rilevamento va comunque segnalato che la parte bassa del Delta, in prossimità dello specchio lacustre, ha avuto un rinverdimento più intenso rispetto alla parte superiore (Fig. 3). I dati in nostro possesso non ci permettono di



Figura 3: Nella foto è visibile il rinverdimento più intenso nella parte inferiore del Delta, in particolar modo sulla fascia litorale dove la linea di separazione tra la fascia rinverditata e la fascia rimasta senza vegetazione è ben delimitata (foto: Sandro Peduzzi).

Tabella 1: Specie vegetali rilevate il 30 settembre 2020 sul delta della Murinascia. Le specie sono state raggruppate nei tipi biologici secondo il sistema Raunkiær. In grassetto sono indicate le specie non contenute nell'elenco dei taxa vegetali conosciuti in Val Piora (Schönenberger et al. 2012, Appendice 1, pp. 105-114) che raccoglie le specie rilevate durante le Giornate della biodiversità e i dati pregressi (Giardino botanico di Ginevra e CRSF/ZDSF - Zentrum des Datenverbundnetzes der Schweizer Flora).

Tipo biologico	Taxon
Camefita succulenta	<i>Sedum album</i> L. <i>Sedum dasyphyllum</i> L. <i>Sempervivum tectorum</i> L. s.l.
Camefita suffruticosa	<i>Artemisia umbelliformis</i> Lam. <i>Minuartia laricifolia</i> (L.) Schinz & Thell.
Elofita	<i>Phalaris arundinacea</i> L.
Emicriptofita bienne	<i>Silene rupestris</i> L.
Emicriptofita cespitosa	<i>Carex capillaris</i> L. <i>Carex echinata</i> Murray <i>Dactylis glomerata</i> L. <i>Hippocrepis comosa</i> L. <i>Poa alpina</i> L. <i>Sagina saginoides</i> (L.) H. Karst.
Emicriptofita reptante	<i>Ranunculus repens</i> L. <i>Trifolium repens</i> L. s.l.
Emicriptofita rosulata	<i>Geum montanum</i> L. <i>Hieracium pilosella</i> L. <i>Plantago lanceolata</i> L. <i>Plantago media</i> L. <i>Saxifraga stellaris</i> L.
Emicriptofita scaposa	<i>Achillea millefolium</i> L. s.l. <i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>alpestris</i> (Schult.) Asch. & Graebn. <i>Arabis alpina</i> L. s.str. <i>Campanula scheuchzeri</i> Vill. <i>Cardaminopsis arenosa</i> (L.) Hayek s.str. <i>Cerastium arvense</i> subsp. <i>strictum</i> (W. D. J. Koch) Schinz & R. Keller <i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i> (Hartm.) Greuter & Burdet <i>Chenopodium bonus-henricus</i> L. <i>Cicerbita alpina</i> (L.) Wallr. <i>Cirsium spinosissimum</i> (L.) Scop. <i>Crepis conyzifolia</i> (Gouan) A. Kern. <i>Crepis pyrenaica</i> (L.) Greuter <i>Epilobium alpestre</i> (Jacq.) Krock. <i>Epilobium alsinifolium</i> Vill. <i>Epilobium angustifolium</i> L. <i>Epilobium fleischeri</i> Hochst. <i>Galium anisophyllum</i> Vill. <i>Geranium pyrenaicum</i> Burm. f. <i>Geum rivale</i> L. <i>Gnaphalium sylvaticum</i> L. <i>Linaria alpina</i> (L.) Mill. subsp. <i>alpina</i> <i>Ranunculus montanus</i> Willd. <i>Rumex alpestris</i> Jacq. <i>Rumex scutatus</i> L. <i>Saxifraga aizoides</i> L. <i>Stemmacantha rhapontica</i> (L.) Dittrich s.l. <i>Tofieldia calyculata</i> (L.) Wahlenb.
Fanerofita cespitosa	<i>Salix caprea</i> L.
Fanerofita scaposa	<i>Salix purpurea</i> L.
Geofita rizomatosa	<i>Blysmus compressus</i> (L.) Link <i>Equisetum variegatum</i> Schleich. <i>Juncus alpinoarticulatus</i> Chaix <i>Juncus articulatus</i> L. <i>Juncus filiformis</i> L. <i>Petasites paradoxus</i> (Retz.) Baumg. <i>Tussilago farfara</i> L.
Terofita cespitosa	<i>Poa annua</i> L.
Terofita reptante	<i>Polygonum aviculare</i> aggr.
Terofita scaposa	<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh. <i>Galeopsis tetrahit</i> L. <i>Matricaria chamomilla</i> L. <i>Matricaria discoidea</i> DC.

formulare ipotesi sui motivi di queste differenze nella colonizzazione ma ci permettiamo di formulare alcune osservazioni in merito. Da un lato la parte superiore negli anni normali resta più a lungo emersa e non di rado è possibile osservarla ancora a secco a stagione inoltrata, dall'altro lato la presenza di materia organica nel substrato delle parti basse sembra essere maggiore così come è probabile la maggior disponibilità di acqua. In conclusione, nell'ambito del presente lavoro non è stato possibile fare un rilievo che comprendesse anche la flora briofitica (*Bryophyta*; muschi, epatiche e antocerote), segnaliamo però che anch'essa ha avuto un importante sviluppo ed era ben visibile sul Delta. In caso di mantenimento dei livelli bassi anche per il 2021 sarebbe di sicuro interesse indagare anche la flora briofitica e confrontare la situazione con quanto descritto in precedenza nella regione (Conelli et al. 2012).

Questo catalogo commentato delle specie vegetali identificate sul delta della Murinascia e le osservazioni di campo effettuate nell'estate del 2020 sono intese anche come modesto ma concreto contributo al dibattito sulla capacità di recupero spontaneo di un ecosistema acquatico rivierasco. Un altro esempio recente di rinverdimento spontaneo di un ecosistema deltizio, ma a seguito di un intervento di rinaturazione, è costituito dal progetto Delta vivo (www.bolledimagadino.com/bs_progetti.html) alla foce del fiume Ticino nel lago Maggiore (Peduzzi et al. 2009). Nel 2010, ad un solo anno dalla conclusione del progetto "Delta vivo", sono stati rilevati 92'002 m² colonizzati da vegetazione erbacea pioniera in precedenza non segnalata in maniera così estesa nel perimetro del delta del Ticino (Rossi-Peduzzi et al. 2012).

Anche il rinverdimento spontaneo segnalato in questo contributo è stato sorprendentemente rapido e con una ricchezza di specie relativamente importante, con ben 62 specie di piante vascolari rilevate, a comprova della capacità di recupero naturale di un ecosistema deltizio. Con la decade dedicata all'*Ecological restoration*, concetto per ora tradotto in italiano con *Restauro ecologico* o anche con *Riqualficazione ecologica*, e iniziata nel 2021, la sfida lanciata dall'Organizzazione delle Nazioni Unite è ambiziosa (<https://www.decadeonrestoration.org>). L'esempio del rinverdimento spontaneo del delta della Murinascia, anche se non previsto, non intenzionale e soltanto temporaneo, ci fa ben sperare e testimonia della resilienza di alcuni ecosistemi e del loro buon potenziale di recupero. Ci auguriamo che il rinverdimento del Delta da noi constatato alle soglie della decade del *Restauro ecologico* (2020-2031) possa essere di buon auspicio per i futuri lavori di riqualificazione ecologica già previsti, da programmare e da promuovere in Ticino e in Svizzera ma anche su tutto l'Arco alpino e nel resto del Pianeta Terra.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano l'Ufficio dei corsi d'acqua e l'Ufficio natura e paesaggio per la disponibilità e il sostegno. Il Centro di biologia alpina per il supporto logistico. Si ringraziano Ecocontrol e Ritom SA per le informazioni sul livello del lago Ritom.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Bornand C., Gyax A., Juillerat P., Jutzi M., Möhl A., Rometsch S., Sager L., Santiago H. & Eggenberg S. 2016. Lista Rossa Piante vascolari. Specie minacciate in Svizzera. Ufficio federale dell'ambiente, Berna e Info Flora, Ginevra. Pratica ambientale n. 1621: 178 pp.
- Conelli A. E., Schnyder N. & Lucini L. 2012. Muschi ed epatiche (Bryophyta) della Val Piora (Cantone Ticino, Svizzera). Memorie della Società ticinese di scienze naturali e del Museo cantonale di storia naturale, vol. 11, pp. 93-98.
- Delarze R., Gonseth Y., Eggenberg S. & Vust M. 2015. Lebensräume der Schweiz, Ökologie – Gefährdung – Kennarten. 3. Aufl. Ott-Verlag, Bern. 456 pp.
- Ecocontrol SA. 2012. Domanda di concessione Impianto idroelettrico del Ritom Rapporto di impatto ambientale: Fase 1 (fase pianificatoria). Relazione tecnica. FFS. pp. 223.
- Jaag O. 1944. Die spontane Begrünung der zeitweise überstauten Uferhalden verschiedener Stauseen. EAWAG. Inedito: archivio R. Peduzzi. 40 pp.
- Koch W. 1928. Die Höhere Vegetation der subalpinen Seen und Moorgebiete des Val Piora (St. Gotthard-Massiv). Zeitschrift für Hydrologie, 4(3): 131-175.
- Peduzzi R. & Tonolla M. 1998. Le trasversali alpine e la regione di Piora. Atti della giornata di studio (Airolo, 24 settembre 1998) Progetto e territorio. Gli assi di transito e le trasformazioni territoriali del Cantone Ticino. Accademia di architettura Università della Svizzera italiana, pp. 95-107.
- Peduzzi S. 2011. Escursione idrologica n. 5.1 La forza idrica Val Piora-Piotta. Istituto di geografia dell'Università di Berna, pubblicata in italiano e tedesco. Edizioni Atlante idrologico Svizzero. 42 pp.
- Peduzzi S., Patocchi N., Foglia M. & Filippini L. 2009. Gestione integrata e riqualificazione fluviale nel cantone Ticino: interventi sul fiume Ticino da Bellinzona alla foce nel lago Maggiore. Riqualficazione Fluviale, 2: 140-147.
- Rossi-Peduzzi A., Francini A., Beffa P., Greco G., Lardelli R., Pierallini R., Filippini L., Peduzzi S., Foglia M. & Patocchi N. 2012. Riserva naturale Bolle di Magadino: rinaturazione della foce del Ticino e controllo della sua evoluzione. Bollettino della Società ticinese di Scienze Naturali. 100: 65-78.
- Schoenenberger N., Benetollo C., Brändli B., Galbusera G., Nucera E., Schmid B. & Selldorf P. 2012. Contributo alla conoscenza della flora vascolare della Val Piora (Cantone Ticino, Svizzera). Memorie della Società ticinese di scienze naturali e del Museo cantonale di storia naturale, vol. 11, pp. 99-114.
- UFAM 2019. Lista delle specie e degli ambienti prioritari a livello nazionale. Specie e ambienti prioritari da promuovere in Svizzera. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale n. 1709: 97 pp.

Bilancio limnologico a 14 anni dalla rinuncia della regolazione del livello del lago di Cadagno per scopi idroelettrici

Sandro Peduzzi^{1,3*}, Samuele Roman¹, Mauro Tonolla² e Raffaele Peduzzi¹

¹ Fondazione Centro Biologia Alpina Piora, Via Mirasole 22a, 6501 Bellinzona, Svizzera

² Istituto di microbiologia, SUPSI, Via Mirasole 22a, 6501 Bellinzona, Svizzera

³ Dép. F.-A. Forel des sciences de l'environnement et de l'eau, Université de Genève, 1211 Genève 4, Svizzera

* sandro.peduzzi@unige.ch

Riassunto: Il lago di Cadagno è un lago alpino meromittico d'origine naturale posto ad una quota di 1921 m s.l.m. L'invaso del Lago è stato modificato nel 1947 attraverso la costruzione di uno sbarramento artificiale di circa 3.5 m sul lato ovest che ne ha modificato il volume e la quota superficiale con un innalzamento del livello di 3 m. L'ecosistema è sede di un raro fenomeno naturale, la meromissi crenogenica, generata da un apporto continuo delle sorgenti saline profonde. Lo scopo del contributo è di tracciare un bilancio dell'andamento dello stato trofico a 14 anni dalla rinuncia all'abbassamento del livello di 3 m che significava la sottrazione di un volume di 0,72 Mio di m³ d'acqua, pari al 30% dell'invaso, e che si era protratto per 58 stagioni per alimentare lo sbarramento del Ritom in inverno. L'indagine effettuata con una campagna di misure dei parametri essenziali durante l'estate 2020 ha permesso un confronto con i dati pregressi. Abbiamo utilizzato i classici parametri limnologici per definire lo stato trofico di un corpo d'acqua: concentrazione dell'ortofosfato, conduttività elettrica, torbidità e trasparenza della colonna d'acqua. Possiamo constatare che il lago di Cadagno possiede una catena trofica più produttiva della situazione antecedente al 2006, anno in cui si è rinunciato alla regolazione del livello del Lago per scopi idroelettrici. Inoltre la stabilità del livello del Lago risulta favorevole alla fascia batterica ed alla meromissi crenogenica.

Parole chiave: bilancio trofico, lago di Cadagno, meromissi crenogenica, sfruttamento idroelettrico

Limnological evaluation 14 years after the abandon of the hydroelectric level regulation of lake Cadagno

Abstract: Lake Cadagno is a meromictic alpine lake of natural origin at 1921 m above sea level. The Lake basin was modified in 1947 with the construction of an artificial dam of about 3.5 m on the west side that has modified the volume and the surface elevation, raising the level by 3 m. The ecosystem is home to a rare natural phenomenon, the crenogenic meromixis generated by a continuous input of deep saline springs. The aim of this contribution is to draw up a balance of the trophic state after 14 seasons since the abandonment of the 3 m lowering of the level, which had lasted for 58 winter seasons to supply the Ritom dam with a volume of 0.72 million m³ of water, equal to 30% of the reservoir. The survey carried out with a campaign of measurements of essential parameters during the summer of 2020 allowed to establish a comparison with previous data. We employed the classic limnological parameters used to define the trophic state of a water body: orthophosphate concentration, conductivity, turbidity and transparency of the water column. Nowadays Lake Cadagno has a more productive trophic chain than the situation before 2006, the year in which the regulation of the lake level for hydroelectric purposes was abandoned. In addition, the stability of the lake level is favorable for the bacterial plume and the meromixis.

Keywords: Cadagno lake, hydroelectric exploitation, meromixis, trophic balance

INTRODUZIONE

Il lago di Cadagno è un lago alpino meromittico d'origine naturale posto ad una quota di 1921 m s.l.m. Il Lago, considerate le sue particolari caratteristiche e la particolare flora microbica che lo colonizza, è stato oggetto nell'ultimo trentennio di intense indagini limnologiche e microbiologiche (Tonolla et al., 2017 e Peduzzi 2012a, per una bibliografia completa e aggiornata sulle indagini pubblicate rimandiamo all'Area documenti del sito www.cadagno.ch) e di analisi effettuate in modo regolare in occasione degli *stages* effettuati a partire dall'inizio degli anni 1980 dalle Università di Ginevra e di Zurigo (Peduzzi 1990).

La rara meromissi crenogenica, la stratificazione permanente delle acque di origine geologica, si è instaurata precocemente nella storia del Lago, all'incirca 9'800 anni fa ed è una caratteristica mantenuta nel tempo fino ai giorni nostri (Ravasi et al. 2012, Del Don et al. 2001). L'invaso del lago di Cadagno è stato modificato nel 1947 attraverso la costruzione di uno sbarramento artificiale di circa 3.5 m sul lato ovest che ne ha modificato la quota superficiale da 1918 a 1921 m s.l.m, il volume di invaso da 1.70 a 2.42 km³ e la superficie da 21.7 a 25.8 ha (Peduzzi et al., 1998). Il volume del Lago eccedente la quota naturale, pari a 720'000 m³, è stato sfruttato a scopi idroelettrici durante il periodo invernale, dal 1947 al 2006 (prima stagio-

ne invernale senza svuotamento: fine 2006-2007). La caratteristica principale del Lago, la meromissi crenogena, costituita da due strati d'acqua di diversa densità e non miscibili, si è mantenuta sul lungo periodo e in tempi recenti, sia durante la gestione artificiale dei livelli del lago, protrattasi per quasi 60 anni, sia negli ultimi 14 anni, dal 2006 ad oggi.

In una nota precedente avevamo discusso il disagio fisiologico dei pesci durante la stagione invernale, quando il livello del lago veniva abbassato di 3 metri (Tonolla et al. 1988). In particolare l'abbassamento del livello di 3 metri provocava la perdita del 30% del volume estivo di acqua ossigenata. Dal raffronto tra i dati estivi e invernali risulta che in inverno a causa del parziale svuotamento del Lago veniva messa a secco una superficie spondale pari a 4.1 ha che diventava di fatto una superficie biologicamente sterile.

La presente indagine, attraverso la campagna di misure durante l'estate del 2020 e il confronto con i dati pregressi (1988-2019) disponibili presso il Centro di Biologia Alpina (CBA) e l'Istituto di microbiologia della SUPSI, ha l'obiettivo di tracciare un primo bilancio dello stato trofico del Lago durante la quattordicesima stagione estiva dall'abbandono dell'abbassamento artificiale.

L'indagine considera e analizza i parametri fisico-chimici di base che definiscono la trofia di un corpo d'acqua, in particolare le concentrazioni di ortofosfato, e alcuni parametri essenziali del corpo d'acqua che permettono di descriverne la meromissi, quali la conducibilità elettrica e la concentrazione di idrogeno solforato. L'indagine propone anche delle considerazioni qualitative sulla vegetazione spondale (emersa e sommersa) oggi osservabile sulla fascia litorale in precedenza messa a secco ogni inverno dal 1947 al 2006. Esse sono basate sulle osservazioni dell'estate del 2020 e su informazioni desumibili da immagini e da studi pregressi precedenti l'innalzamento del Lago (Koch, 1928).

MATERIALI E METODI

I dati pregressi (1988-2019) sono tratti da ricerche pubblicate su riviste scientifiche durante l'ultimo trentennio e da altre indagini a scopi scientifici e didattici svolte al CBA. Al fine di avere dati comparabili i prelievi dell'estate 2020 sono stati eseguiti nel punto di massima profondità del lago, corrispondente a 21 m. Per mezzo di una sonda multiparametrica (SST CTD 925, Sea and Sun Technologies GmbH, Trappenkamp, Germany) equipaggiata con differenti sensori, sono stati misurati profondità, torbidità, ossigeno disciolto, conducibilità elettrica (Sea and Sun Technologies GmbH), clorofilla A, ficocianina (Turner Cyclops, San José, CA USA). All'altezza del sensore della torbidità è collegato il sistema di campionamento. Quest'ultimo è composto da un tubo di Tygon della lunghezza di 25m e diametro interno di 6 mm, collegato alla pompa di aspirazione (Liquiport KNF Lab, KNF Neuberger Inc., Trenton NJ, USA). Sono stati prelevati quattro campioni alle profondità di 6, 10, 16, 18 m e un ultimo campione è stato prelevato nel punto di massima

torbidità del lago, tra i 11 e 13 m. Il campionamento è stato effettuato durante la prima discesa della sonda lungo la colonna d'acqua tra le 10:00 e le 12:00 del mattino nei giorni 1, 14, 20 luglio, 10 agosto e 29 settembre 2020. Per ogni profondità desiderata l'acqua è stata pompata tramite il tubo di Tygon, il volume morto del tubo corrispondente ad 1 L è stato scartato ed in seguito sono stati riempiti: una provetta da 50 ml in modo che non rimanesse aria all'interno, ed una provetta contenente 0.8 ml di acetato di zinco con 10 ml di acqua pompata. I campioni, dopo filtrazione a 0.22 µm, sono stati conservati a 4°C al buio fino all'analisi in laboratorio.

L'analisi del fosforo-ortofosfato è stato eseguita utilizzando il test colorimetrico della Merck (Phosphate Test 0.010-5.00 mg/l, Merck KGaA, Germany) leggendo i risultati sul fotometro abbinato (Spectroquant Pharo 100, Merck KGaA).

Il 10 agosto è anche stato eseguito il rilevamento qualitativo della vegetazione acquatica sulla fascia litorale nord del Lago.

RISULTATI E DISCUSSIONE

I dati della conducibilità elettrica del 2020 indicano che il Lago di Cadagno resta caratterizzato da una stratificazione permanente delle acque governata dalle differenze nelle concentrazioni in sali disciolti tra le parti profonde e superficiali del Lago. I valori della conducibilità elettrica indicano una concentrazione in sali disciolti nel monimolinio significativamente maggiore rispetto al mixolimnio: a 6 m (mixolimnio) i valori variano tra i 115 e 133 µS cm⁻¹, mentre a 18 m (monimolinio) osserviamo dei valori tra i 220 e i 240 µS cm⁻¹. In tutti i dati pregressi analizzati è stato osservato lo stesso andamento della conducibilità lungo la colonna d'acqua. A metà anni 1980 e ad inizio 1990, a 18 m di profondità, sono riportati valori leggermente superiori, rispettivamente fino a 300 µS cm⁻¹ e fino a 400 µS cm⁻¹ (Peduzzi et al., 1998). Mentre nell'agosto del 2017 possiamo riportare valori di 130 µS cm⁻¹ nel mixolimnio e valori di 220 µS cm⁻¹ nel monimolinio.

Nel 2020 i valori massimi di torbidità presentano dei picchi tra i 12 e i 13 m di profondità con valori compresi tra i 15 e i 29 FTU (Formazine Turbidity Unit), valori che rispecchiano quanto osservato prima del 2020. Il 29 settembre 2020 i valori massimi delle ficocianine si situano a 12.5 m, quindi circa 0.5 m al di sopra il picco di torbidità. Questi valori confermano la presenza, immediatamente sopra la densa fascia batterica che opera la fotosintesi anossigenica nel Lago, di altri organismi unicellulari che, al contrario, operano la fotosintesi ossigenica.

Torbidità e ficocianine indicano che la stratificazione è, come in passato, associata allo sviluppo di una complessa e densa comunità microbica nella fascia di transizione fisico-chimica del Lago. Come descritto in precedenza il chemocline è sede di una rilevante produzione primaria dovuta alla presenza di solfobatteri autotrofi quali *Choromatum okenii*, *Thiodictyon syntrophicum*, *Thiocystis cadagnonensis* e *T. chemoclinealis* (Peduzzi et



Figura 1: Foto aerea con drone del Lago di Cadagno nel luglio del 2018, lungo la sponda sud è intuibile la presenza di vegetazione acquatica sommersa (foto: Prof. Mc Ginnis Università di Ginevra).

al., 2011-2012b) ma anche di fitoflagellati del genere *Cryptomonas* (Camacho et al., 2001) o di cianobatteri, entrambi contenenti ficocianine. La produzione primaria del chemocline (10-14 m) contribuisce in maniera importante, fino al 50% del totale, al bilancio e alle possibilità di trasferimento di energia dal monimolimnio e chemocline verso il mixolimnio (Bertoni & Callieri, 1999; Camacho et al. 2001). Il ruolo e la composizione della comunità dei microorganismi fotosintetici aerobici sopra la fascia batterica è un aspetto ancora da approfondire.

Nel 2020 il fosforo-ortofosfato era presente in concentrazioni molto variabili lungo la colonna d'acqua. Nello strato superficiale ossigenato, da 0 m fino a circa 10-12 m, i suoi valori sono inferiori o appena superiori a 10 $\mu\text{g/l}$, come il primo luglio 2020 dove abbiamo misurato 15 $\mu\text{g/l}$ mentre nello strato profondo anossico i valori variano da un minimo di 70-80 $\mu\text{g/l}$ di P-PO_4^{2-} per i mesi di luglio e agosto fino ad un massimo di 195 $\mu\text{g/l}$ misurato a 18 m di profondità il 29 settembre 2020.

Il parametro caratterizza quindi in modo differenziato gli stati trofici del mixolimnio e del monimolimnio. I valori di P-PO_4 misurati nel 2020 confermano lo stato oligo-mesotrofico dello strato superficiale del Lago, mentre lo strato profondo presenta una situazione, oltre che di anossia, di eutrofia importante. Le concentrazioni di ortofosfato misurate nel 2020 sono comparabili e dello stesso ordine di grandezza della maggior parte degli anni analizzati dal 1988 al 2019, quando nel mixolimnio abbiamo in genere delle concentrazioni trascurabili e sempre al di sotto dei 10 $\mu\text{g/l}$ con alcuni picchi attorno ai 15 $\mu\text{g/l}$ di P-PO_4^{2-} (situazione di meso-oligotrofia), mentre le forti concentrazioni di P-PO_4^{2-} (fino a 192 $\mu\text{g/l}$) nel monimolimnio corrispondono ad uno stato di eutrofia. I valori di trasparenza della colonna d'acqua misurati con il disco di Secchi a metà

luglio tra il 1996 e il 2020 oscillano tra i 6 m e gli 8 m. I dati pregressi a nostra disposizione non indicano una tendenza al cambiamento degli ortofosfati e della trasparenza nel Lago.

Se da un lato il generale stato trofico e la struttura del Lago sono confermati, ad esempio dalla stratificazione permanente associata ad un'importante sviluppo di popolazioni batteriche legate al ciclo dello zolfo (Fig. 2), d'altro lato per alcuni parametri potrebbe essere in corso un cambiamento. Il lavoro di master di Tiffay (2014) che prende in considerazione tutti i parametri fisico-chimici raccolti tra gli anni dal 1992 al 2012 segnala ad esempio una tendenza alla diminuzione delle concentrazioni dei solfati e della conducibilità per i tre stati, così come una leggera tendenza all'abbassamento del pH in superficie e all'aumento delle profondità alle quali inizia l'anossia. Quest'ultima tendenza potrebbe corrispondere ad un aumento delle profondità alle quali si sviluppa la fascia batterica operante la fotosintesi anossigenica nel Lago.

In futuro sarà quindi opportuno mantenere la serie di dati storici e procedere ad un confronto completo e approfondito con l'insieme dei dati pregressi a disposizione e verificare se vi sono tendenze e/o cambiamenti statisticamente significativi da segnalare.

Sulla base delle osservazioni qualitative degli ambienti litorali, sia sommersi che emersi, constatiamo un'estensione della presenza di vegetazione acquatica sulle sponde rispetto agli anni antecedenti l'abbandono dell'abbassamento invernale (Fig. 1). Piante acquatiche e associazioni vegetali già osservate e descritte in passato da Koch (1928) e la cui presenza è desumibile anche dalle rare immagini del Lago antecedenti l'innalzamento. Koch descrive in modo esteso e preciso le associazioni vegetali sulle sponde del Lago e riporta la presenza di complessi mosaici di vegetazione umida, cariceti (*Caricetum inflatae alpinum*) e frammenti di

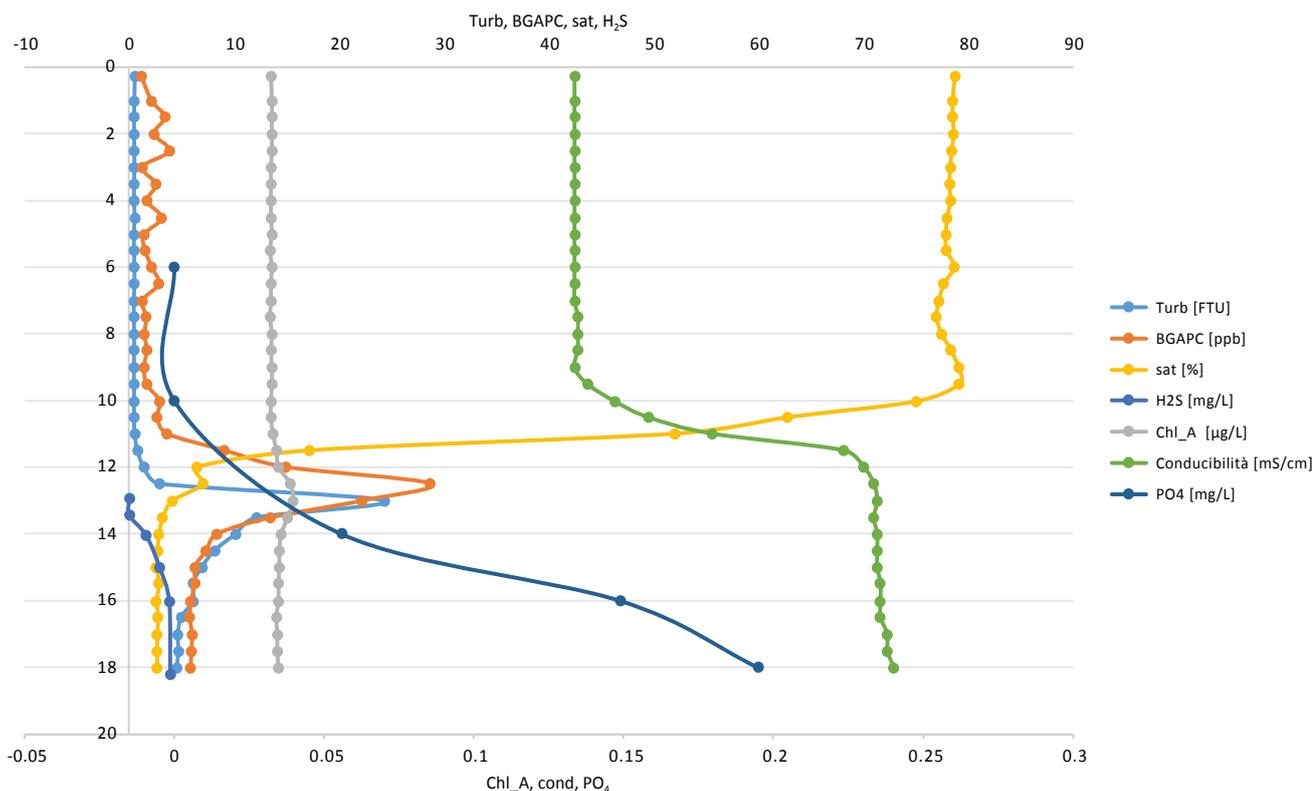


Figura 2: Lago di Cadagno, profilo dei parametri fisico-chimici di base lungo la colonna d'acqua (0-18 m) nel punto di massima profondità del lago il 29.09.2021. Sono illustrati: Conduttività elettrica (mS/cm), idrogeno solforato - H_2S (mg/l), saturazione in ossigeno (%), ortofosfati P- PO_4 ($\mu g/l$), Clorofilla A (Chl_A $\mu g/l$), ficocianine (BGAPC in ppb), torbidità (FTU). Profondità del disco di Secchi: 7.5 m.

potameti (*Potametum filiformis*), sulle sponde nord in corrispondenza della torbiera di *Cadagno di Dentro*, sulla sponda sud e attorno all'emissario del Lago. Sarebbe di grande interesse poter procedere con un rilievo della vegetazione che si sta sviluppando sul litorale e poter fare un confronto con le specie segnalate nei rilievi botanici storici di Koch.

La diffusa presenza di vegetazione sommersa sulle sponde del Lago indica che la stabilità del livello permette un'accresciuta produzione primaria nella fascia litorale (Fig. 3). Si può supporre, che essa possa portare ad una modifica della già ricca rete trofica del Cadagno, con quantità maggiori di energia a disposizione per i livelli trofici superiori nella parte ossigenata del Lago. Sono circa 4.1 ha di "nuove" superfici di fondali ora sommerse in permanenza, da considerare nella fascia trofica, e che quindi permettono l'impianto di ulteriore vegetazione acquatica.

Riteniamo pure che la presenza di vegetazione spondale (emersa e sommersa) porti alla formazione di un habitat supplementare e di zone rifugio a beneficio di numerosi organismi acquatici, compresa l'ittiofauna. Il lago di Cadagno, per quanto attiene alle fasce litorali, è oggi più produttivo rispetto alla situazione antecedente il 2006. Questo potrebbe ripercuotersi al vertice della catena alimentare e modificare i già sorprendenti valori di resa piscicola, da 24 fino a 32 kg/ha di inizio anni 1970 (Marrer 1975) e confermati nell'indagine di Tonolla et al. (1988). Dal 2007 la comunità ittica dispone inoltre di un maggior volume d'acqua contenente ossigeno durante l'inverno.

Possiamo infine ipotizzare che la maggior stabilità delle masse d'acqua, monimolimnio, chemocline e mixolimnio, immiscibili tra loro, porti ad uno sviluppo non perturbato e ad una maggior stabilità anche delle comunità microbiche che proliferano nel chemocline.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la Fondazione Centro di Biologia Alpina e l'Istituto di microbiologia della SUPSI per il sostegno logistico e in termini di risorse umane e finanziarie.

RIFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Bertoni R. & Callieri C. 1999. Peculiarità del ciclo del carbonio organico nel lago di Cadagno. Bollettino della Società ticinese di scienze naturali, 87: 71-72.
- Camacho A., Erez J., Chicote A., Florin M., Squires M.M., Lehmann C. & Bachofen R. 2001. Microbial microstratification inorganic carbon photoassimilation and dark carbon fixation at the chemocline of the meromictic Lake Cadagno (Switzerland) and its relevance to the food web. Aquat. Sci. 63: 91-106.
- Del Don C., Hanselmann K. W., Peduzzi R. & Bachofen R. 2001. The meromictic alpine Lake Cadagno: orographical and biogeochemical description. Aquat. Sci. 63: 70-90.
- Koch W. 1928. Die höhere Vegetation der subalpinen Seen und Moorgebiete des Val Piora. Schweiz. Zeitschr. Hydrol. IV, He: 131-175.

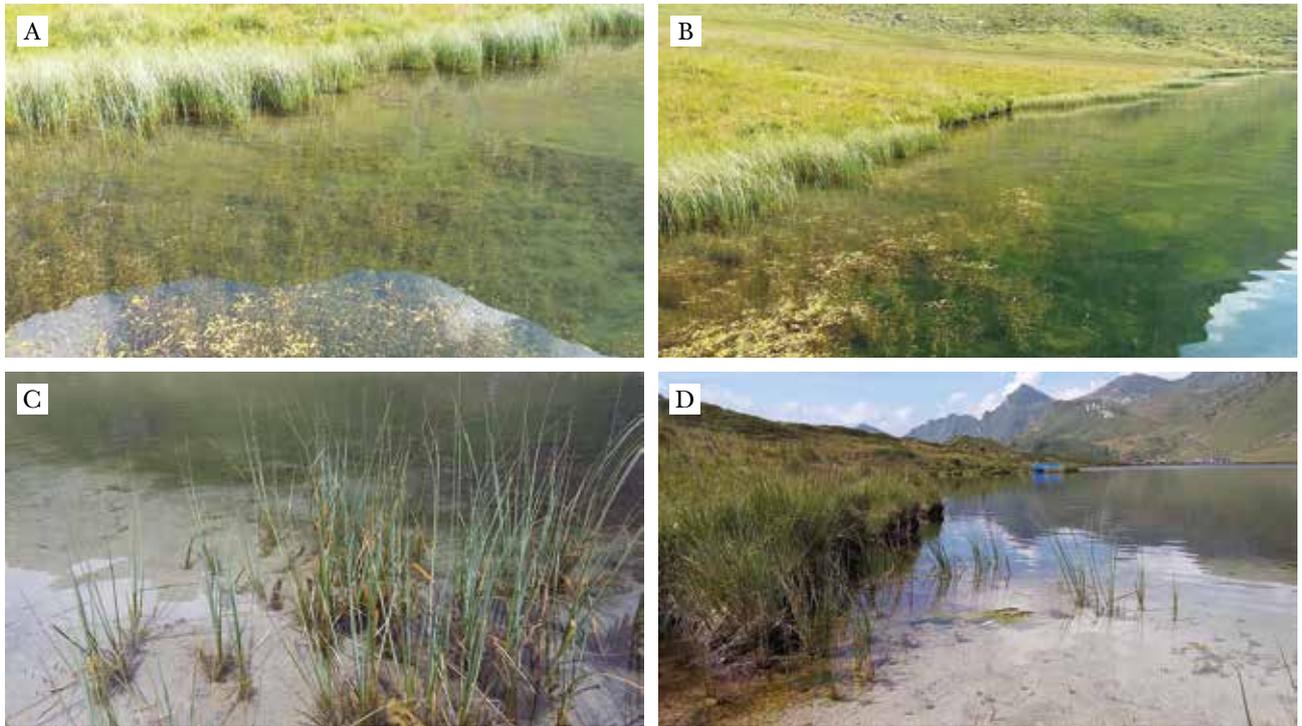


Figura 3: Rive del Lago di Cadagno il 10.08.2020 con vegetazione sommersa ed emersa. *Potamogeton* spp. e *Carex* spp. nella parte centro nord di riva sotto la torbiera di Cadagno di dentro (A) La presenza di piante acquatiche si estende lungo tutto il tratto di sponda della torbiera (B) *Carex* sp. a sud-est del Lago (C) La presenza frammentaria è da segnalare su tutta la sponda sud (D). Malgrado non si dispongano di rilievi quantitativi, estensione delle superfici e rilievo botanico completo, è fuor di dubbio che le piante acquatiche nella fascia litorale siano in netta progressione dall'abbandono dello sfruttamento idroelettrico del Lago. In precedenza le piante acquatiche sommerse erano pressoché assenti, mentre la presenza di cariceti lungo la sponda che costeggia la torbiera era solo sporadica.

- Peduzzi R. 1990. Etude d'un filtre bactérien retenant les composés toxiques et trophogènes dans un lac alpin (lac de Cadagno, massif du St. Gothard). Cahier de la Faculté des sciences, Univ. Genève, 20: 121-133.
- Peduzzi R., Bachofen R. & Tonolla M. 1998. Lake Cadagno: a meromictic alpine lake. Documenta dell'Istituto Italiano di Irobiologia. 151 pp.
- Peduzzi S., Welsh A., Peduzzi R., Hahn D. & Tononolla M. 2011. *Thiocystis chemoclinalis* sp. nov. and *Thiocystis cadagnonensis* sp. nov., isolated from the chemocline of meromictic Lake Cadagno, Switzerland. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 61(7): 1682-1687.
- Peduzzi S. 2012a. Appendice-Ricerche sul Lago Cadagno pubblicate nel periodo 1998-2012 su riviste scientifiche internazionali *peer reviewed*. Memorie della Società ticinese di scienze naturali e del Museo cantonale di storia naturale, vol. 11, pp. 75-76.
- Peduzzi S., Storelli N., Welsh A., Peduzzi R., Hahn D., Perret X. & Tonolla M. 2012b. *Candidatus* "Thiodictyon syntrophicum", sp. nov., a new purple sulfur bacterium isolated from the chemocline of Lake Cadagno forming aggregates and specific associations with *Desulfocapsa* sp. Syst. Appl. Microbiol. 35: 139-44.
- Ravasi D.F., Peduzzi S., Guidi V., Peduzzi R., Wirth S.B., Gilli A. & Tonolla M. 2012. Development of a real-time PCR method for the detection of fossil 16S rDNA fragments of phototrophic sulfur bacteria in the sediments of Lake Cadagno. Geobiology. 10(3): 196-204.
- Tiffay M.C. 2014. Etude des variations des paramètres physiques, chimiques et biologiques du lac de Cadagno (Tessin, CH) en réponse aux changements climatiques. Maitrise universitaire en sciences de l'environnement, Univ. Genève, 98 pp.
- Marrer H. 1975. Zur fischereilichen Bewirtschaftung meromiktischer Alpenseen (Lago Cadagno, Kanton Tessin). Schweiz. Zeitschr. Hydrol. Vol. 37, Fasc. 2: 213-219.
- Tonolla M., Del Don C., Boscolo P. & Peduzzi R. 1988. The problem of fish management in an artificially regulated meromictic lake; Lago di Cadagno (Canton Tessin-Switzerland). Riv. Ital. Acquacoltura. 23: 57-68.
- Tonolla M., Storelli S., Danza F., Ravasi D., Peduzzi S., Posth N.R., Cox R.P., Jørgensen M.F., Gregersen L.H. Daugbjerg N & Frigaard N.-U. 2017. Chapter 8. Special study: Lake Cadagno in Ecology of Meromictic Lakes. Gulati, R. D., Zadereev, E. S., Degermendzhi, A. G. (Eds.), Springer Verlag. 155-186.

Inventari cantonali di luoghi di nidificazione di specie prioritarie di uccelli: allestimento e aggiornamenti

Flavio Del Fante, biologo

6999 Astano, Svizzera

f.delfante@ticino.com

Riassunto: Alcune specie di uccelli, protetti dalla legge e prioritari per la conservazione sia a livello svizzero sia a livello cantonale, sono oggetto di approfondimenti volti ad acquisire informazioni sulla loro presenza in Ticino. In questo documento sono esposti tre esempi concreti. L'Inventario cantonale dei luoghi di riproduzione dell'avifauna rupestre (133 pareti naturali e 46 cave attive o abbandonate) raccoglie i dati ornitologici e fisici delle pareti rocciose e ne valuta il valore per le specie di uccelli che li abitano o che potrebbero abitarli. L'Inventario cantonale Civetta (130 oggetti) è uno degli strumenti con cui si è potuto conservare, proteggere e migliorare l'ambiente di vita di questa specie ed impedirne la sua estinzione nel nostro cantone. L'Inventario delle Colonie di Rondoni (345 oggetti) è un mezzo valido a impedire la distruzione di colonie dovuta a insufficienze di conoscenze o a lavori eseguiti al momento sbagliato.

Parole chiave: avifauna, conflitto antropico, edifici, pareti rocciose

Cantonal inventories of nesting sites of priority bird species: compilation and updates

Abstract: Some species of birds, protected by law and considered as a priority for conservation in Switzerland -both at federal and at cantonal level- are the subject of in-depth studies aimed at acquiring information on their presence in Ticino. Three concrete examples are presented in this article. The Cantonal Inventory of Breeding Sites for Cliff-nesting Birds (133 natural rock faces and 46 active or abandoned quarries) contains ornithological and physical data on rock habitats and assesses their value for those bird species that actually do or could inhabit them. The Cantonal Inventory of the Little Owl (130 objects) is one of the instruments used to preserve, protect and improve the habitat of this species in order to prevent its extinction in our Canton. The Inventory of Swift Colonies (345 objects) is a valid tool to prevent the destruction of colonies due to a lack of knowledge or the renovation of buildings at inappropriate times.

Keywords: anthropogenic conflict, avifauna, buildings, cliff-nesting, crags, rock faces

INTRODUZIONE

Alcune specie di uccelli, protetti ai sensi della Legge federale sulla caccia e la protezione dei mammiferi e degli uccelli selvatici, e prioritari per la conservazione sia a livello svizzero (UFAM 2019) sia a livello cantonale (Lardelli & Scandolaro 2007), nel recente passato, sono stati oggetto di approfondimenti volti ad acquisire informazioni sulla loro presenza in Ticino. In questo documento sono esposti tre esempi concreti.

Negli ultimi anni in Ticino si è assistito ad un incremento della pressione antropica sulle pareti rocciose, come per esempio con l'arrampicata sportiva. In questi particolari ambienti si riproducono numerose specie di uccelli sensibili, come il Gufo reale (*Bubo bubo*, minacciato a livello internazionale), il Falco pellegrino (*Falco peregrinus*) e il Passero solitario (*Monticola solitarius*). In considerazione del conflitto attuale e potenziale tra la presenza di specie avifaunistiche sensibili e l'attività antropica in aumento, si è concretizzato questo progetto che comprende la cartografia delle principali pareti rocciose sul territorio ticinese ed il monitoraggio accurato

dell'avifauna che le utilizza. L'**Inventario cantonale dei luoghi di riproduzione dell'avifauna rupestre (ICAR)**, iniziato nel 2005) è stato commissionato da Ficedula ed è stato sostenuto finanziariamente dall'Ufficio cantonale della natura e del paesaggio e dalla Stazione ornitologica svizzera.

Nel 2005 la Civetta (*Athene noctua*) era presente in Ticino solo sul Piano di Magadino con 4 coppie! Questa specie al sud delle Alpi nidifica in vecchi rustici e non in cavità di alberi come avviene al nord delle Alpi. Le zone aperte con campi coltivati estensivamente o i pascoli sono il suo ambiente di vita ideale. Il regresso subito dalla specie in tutta la Svizzera e in Ticino è da cercare nell'intensificazione dell'agricoltura, nell'aumento delle colture di mais, nella costruzione di serre, nell'uso di pesticidi e in Ticino anche nella distruzione di rustici. Il progetto di conservazione della Civetta, avviato nel 2008 da Ficedula e BirdLife Svizzera, contempla misure per conservare, proteggere e ottimizzare i luoghi di nidificazione e misure per migliorare l'ambiente di vita (Scandolaro et al. 2020). L'allestimento dell'**Inventario cantonale Civetta (ICC)**, iniziato nel

2007) è un altro tassello importante nella strategia di conservazione di questa specie.

I rondoni (Rondone comune *Apus apus*, Rondone pallido *A. pallidus* e Rondone maggiore *A. melba*) sono specie rupicole che nidificano abitualmente negli edifici, e quindi a stretto contatto con gli esseri umani. Negli ultimi anni si è assistito alla distruzione di alcune colonie, dovuta sia a lavori eseguiti nel momento sbagliato ed in maniera impropria sia per insufficienza di conoscenze e di informazione. **L'Inventario delle Colonie di Rondoni (ICRON, iniziato nel 2010)**, su mandato di Ficedula/BirdLife Svizzera e sostenuto finanziariamente dai servizi cantonali coinvolti, è stato ed è tuttora lo strumento di base per far fronte a questa situazione.

OBIETTIVI E METODI

L'ICAR è uno strumento per conoscere l'ambiente "parete rocciosa". La raccolta di dati concernenti le caratteristiche ornitologiche e fisiche delle pareti rocciose permette di valutarne il valore per le specie di uccelli che li abitano o che potrebbero abitarli e di individuare eventuali conflitti che impediscono alle specie potenziali di svilupparsi in modo sufficiente per garantirsi l'esistenza futura. Nei casi conflittuali si prevede di disciplinare l'utilizzo di questi ambienti per il turismo e lo sport, e per le altre attività di sfruttamento che potrebbero compromettere l'esistenza delle specie animali

che li abitano, e proporre eventuali soluzioni per una convivenza sostenibile. ICAR fornisce anche un sistema semplice ed efficace per la raccolta di osservazioni ornitologiche attendibili nel tempo e relativamente indipendenti dall'operatore.

Come punto di partenza sono stati considerati dunque i seguenti oggetti: le pareti dove è stata segnalata la presenza del Passero solitario, ottenute analizzando i dati storici della Stazione ornitologica svizzera, risalenti a partire dal 1951; le pareti conosciute per la presenza di specie avifaunistiche particolari; le pareti dove si effettua l'arrampicata sportiva con l'intento di colmare le lacune riguardanti gli uccelli. È stato poi esteso nel tempo integrando altre pareti particolarmente interessanti.

ICAR raccoglie numerose informazioni per ogni singolo oggetto: molte qualificano l'ambiente roccioso, altre definiscono i conflitti presenti. I dati sull'avifauna nidificante (sia storica sia recente) sono stati ottenuti seguendo il metodo del Monitoraggio degli uccelli nidificanti diffusi (MHB), adattato (Schmid H. et al. 2004). Gli oggetti sono tutti provvisti di una fotografia frontale panoramica, utilizzata anche per la scheda di osservazione (Fig. 1), ossia il protocollo per raccogliere le osservazioni avifaunistiche alla massima precisione.

Per l'allestimento dell'ICC sono stati cercati i territori in tutti gli ambienti potenzialmente idonei del cantone. Durante il giorno si sono cercate le tracce (sterco o bor-

SCHEDA DI OSSERVAZIONE
ID 142
Oggetto: Lodrino, Rongei di mezzo
Coordinate: 718200 / 129960
Osservatore:

Specie rilevabili:

Aq	Aquila reale	1200
Ba	Balestruccio	3640
Cz	Codiroso spazz.	4060
Co	Codirossone	4180
Ci	Corvo imperiale	3670
GF	Gufo reale	3090
Nb	Nibbio bruno	1100
Pa	Poiana	1150
PS	Passero solitario	4190
Pe	Pellegrino	1420
PH	Picchio muraiolo	3960
Rn	Rondine montana	3630
Rm	Rondone maggiore	3260
Se	Sparviere	1130
Ta	Taccola	3710
Altri:		

Ultimi dati del PASSERO SOLITARIO

Atlas	nr. ind.	nr. terr.	anno
4	2	1	2012

Non dimenticare:

Sulla foto:
 1 le specie osservate;
 2 il loro comportamento (secondo segni convenuti);
 3 gli eventuali disturbi dovuti alla presenza di persone, di altre specie ecc.

Nella tabella:
 1 le singole osservazioni;
 2 il riassunto dell'anno (gli effettivi stimati delle specie presenti sulla parete).

Carta nazionale 1:25'000
Foglio 1293 Osogna



PK25@swisstopo (DV503)



La barra corrisponde a: 50 m

Scatto della foto: settembre 2004

	Data	Ora	Meteo	OSSERVAZIONI (interazioni tra individui o altre specie, conflitti con attività umane...)
1				
2				
3				
4				
5	Dati riassuntivi dell'anno:			



Figura 1: Scheda di osservazione di un oggetto d'inventario ICAR. Per questo inventario si è puntato al massimo di precisione geografica possibile, riportando la presenza delle specie direttamente su una foto panoramica dell'oggetto.

re) e al crepuscolo e di notte, con uscite di ascolto del canto, gli individui (Lardelli & Scandolaro 2014).

Con l'**ICRON** si vuole conoscere la distribuzione delle colonie delle tre specie di rondoni presenti in Ticino. Questo strumento è la base per la loro conservazione: un sostegno per le procedure di ottenimento della licenza edilizia, per informare i comuni e i proprietari su come agire in caso di conflitti, per l'allestimento di decreti di protezione, ecc.

Per il suo allestimento, è stato eseguito un controllo a tappeto di tutti gli edifici nei maggiori centri urbani, osservando all'esterno gli individui in volo, con particolare attenzione alle fessure di entrata e uscita utilizzate. Il rilievo nelle zone fuori dai centri urbani si è basato sulle segnalazioni da parte di privati (informati via media), di comuni e parrocchie (informati da lettera ufficiale del Cantone), di volontari del team Ficedula/Stazione ornitologica svizzera e utilizzando i dati di ornitho.ch, la piattaforma ufficiale d'informazione per gli ornitologi e gli osservatori di uccelli della Svizzera. Le segnalazioni meno sicure sono state verificate singolarmente.

I rilievi sono stati effettuati percorrendo le vie il mattino e la sera (periodo più propizio per l'osservazione dei nidificanti). Oltre alle entrate o uscite dei nidificanti sono stati annotati anche gli assembramenti dei giovani, che hanno l'abitudine di visitare le colonie in modo chiacchieroso, alla ricerca di zone idonee alla loro nidificazione per l'anno successivo. Questi dati sono stati decisivi per rilevare altre colonie.

Un protocollo rigoroso ha permesso di raccogliere l'informazione necessaria in modo sistematico.

I dati rilevati interessano sia l'ubicazione della colonia (le caratteristiche fisiche degli edifici), sia le colonie presenti (specie e dimensione) e si è provveduto a realizzare inoltre una planimetria esterna dell'edificio per registrare in modo preciso gli involi. Riprese fotografiche dell'edificio completano le schede delle colonie.

I dati raccolti sono stati digitalizzati usando l'applicazione FileMaker Pro, un database potente e facile da usare, che permette di sviluppare velocemente un'interfaccia grafica intuitiva. Nei singoli inventari l'informazione è suddivisa in differenti moduli tra loro referen-

ziati (collegati e dunque visibili insieme ma archiviati in documenti separati), in modo da avere i dati fisici degli oggetti (dati che cambiano di solito lentamente con il tempo) separati da quelli relativi alla presenza di specie nidificanti, che sono molto più dinamici e che richiedono aggiornamenti frequenti. Per avere anche una visione d'insieme, gli oggetti fanno riferimento a degli estratti delle mappe nazionali 1:25'000.

RISULTATI

L'ICAR contiene 179 oggetti: 133 sono pareti naturali, gran parte soggette ad arrampicata sportiva e 46 sono cave attive o abbandonate (confronta tabella 1). L'importanza delle pareti è determinata dal tipo di avifauna presente e condizionata dalla datazione dei rilievi disponibili. Per esempio una parete potrebbe aver ospitato il Passero solitario in passato, ma essere considerata di nessuna importanza se questa specie da parecchi anni non è più presente. Le pareti di importanza cantonale, sono pareti in cui, in periodo riproduttivo, sono state osservate specie importanti per la conservazione in Ticino (SIT), con codice d'atlante ≥ 3 al massimo 6 anni prima: Gheppio, Rondone maggiore, Codirossone, Gufo reale, Passero solitario, Gracchio, Nibbio bruno, Aquila reale, Falco pellegrino e Picchio muraiolo.

Le pareti di importanza locale sono quelle in cui sono state osservate altre specie rupicole con codice d'atlante ≥ 3 , oppure specie SIT osservate al massimo 6 anni prima o con codice d'atlante < 3 : Rondine montana, Codiroso spazzacamino, Corvo imperiale, Poiana e Balestruccio. Le pareti dove non sono state osservate specie rupicole sono state catalogate senza importanza ed escluse dall'inventario attivo.

L'ICC contiene 130 oggetti: sono per la maggioranza rustici e stalle, ma ci sono anche 9 alberi con cassetta nido (confronta tabella 1). In 42 di questi la Civetta nidifica o ha nidificato (è un valore cumulativo, attualmente la Civetta ne occupa ca. 20).

La specie nel 2005 era presente nel Cantone con soli 4 coppie. La situazione era talmente difficile che è stato fatto un tentativo per differenziare la tipologia di ni-

Tabella 1: Le dimensioni dei nuovi inventari digitalizzati: ICAR = Inventario cantonale dei luoghi di riproduzione dell'avifauna rupestre, ICC = Inventario cantonale della Civetta - * = cumulativo, rustici con nidificazione accertata dal 1986 a oggi, (nr.) = numero di cassette nido con nidificazione accertata -, ICRON = Inventario delle Colonie di Rondoni.

ICAR	totale oggetti	pareti			cantonale	importanza	
		naturali	artificiali	locale		nessuna	
	179	133	46	55	43	81	
ICC	totale oggetti	rustici potenziali	nidificazione certa	Posa di cassette nido (cassette con nidificazione)			
				totale	in rustici	su alberi	
	130	87	43*	19	10 (3)	9 (1)	
ICRON	totale oggetti	oggetti con Rondone			cantonale	importanza	
		comune	maggiore	pallido		locale	in sospeso
		345	318	26		1	268
		dimensione (numero di individui complessivi osservati)					
		1 (< 5)	2 (5-15)	3 (16-30)	4 (31-60)	5 (> 60)	
		52	180	75	29	9	

dificazione e rendere la specie meno dipendente dagli edifici di carattere ruderale.

Fortunatamente, con l'ideazione di cassette nido adatte, presto si è passati da 4 coppie nidificanti nel 2005 a 20 nel 2020!

L'ICRON contiene 345 oggetti: chiese e palazzi con copertura di tegole o piode (solo 4 oggetti presentano un tetto piatto). Il Rondone comune e il R. pallido utilizzano fessure nelle mura o sotto la copertura dei tetti, il Rondone maggiore predilige i cassonetti delle tapparelle. L'importanza della colonia è stabilita dalla sua attendibilità, dalla sua dimensione e dalla presenza di altre colonie entro un raggio di 100 metri.

Il Rondone comune è presente in 318 oggetti, 26 oggetti ospitano Rondoni maggiori e 1 il Rondone pallido. 11 edifici ospitano sia Rondoni comuni sia R. maggiori e un solo edificio tutte e tre le specie (confronta tabella 1). 116 oggetti sono edifici inclusi nell'Inventario dei beni culturali del Cantone, e quindi godono di per sé già di protezione.

CONCLUSIONI

Gli inventari sono soggetti a modifiche e devono essere aggiornati correntemente: le pareti rocciose e gli edifici nel tempo subiscono cambiamenti di utilizzo o di struttura e le specie che li popolano cambiano in effettivi e in composizione.

Le specie avifaunistiche particolarmente sensibili per il Ticino, di cui siamo responsabili, si possono proteggere solo con una migliore conoscenza della loro distribuzione e dello stato del loro ambiente. Se queste conoscenze sono accurate e attuali, possono anche servire per adeguare o correggere le misure di conservazione.

RINGRAZIAMENTI

La realizzazione di questi inventari è stata possibile con il finanziamento dell'Ufficio della natura e del paesaggio e dell'Ufficio della caccia e della pesca di Bellinzona. I diversi aggiornamenti successivi al 2003 sono stati sostenuti sia dall'Ufficio della natura e del paesaggio, sia dal Museo cantonale di storia naturale di Lugano.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Lardelli R. & Scandolara C. 2014. Conservazione di *Upupa* *Upupa epops*, Civetta *Athene noctua* e Succiacapre *Caprimulgus europaeus* in Ticino: Sintesi dei risultati 2010-2013. Ficedula, 48: 19-28.
- Lardelli R. & Scandolara C. 2007. Strategia cantonale per lo studio e la protezione degli Uccelli. Principi e indirizzi. Ufficio della natura e del paesaggio, Bellinzona, 83 pp.
- Scandolara C., Vimercati E. & Lardelli R. 2020. Il progetto ticinese di BirdLife Svizzera e Ficedula. Ficedula, 53: 45-48.
- Schmid H., Zbinden N. & Keller V. 2004. Überwachung der Bestandsentwicklung häufiger Brutvögel in der Schweiz/ Surveillance de l'évolution des effectifs des oiseaux nicheurs répandus en Suisse. Schweizerische Vogelwarte Sempach, 24 pp.
- UFAM 2019. Lista delle specie e degli ambienti prioritari a livello nazionale. Specie e ambienti prioritari da promuovere in Svizzera. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale n. 1709, 97 pp.

Analisi dei dati della cartografia floristica tra Lago Maggiore e Lago di Como mediante cluster analysis

Michael Kleih

Breitestrasse 11B, 8427 Freienstein, Svizzera

Michael.Kleih@floravarese.it

Riassunto: I dati floristici raccolti secondo il reticolo della cartografia floristica del centro Europa (CFCE) per il territorio tra il Lago Maggiore e il Lago di Como sono stati analizzati con una *cluster analysis*. L'analisi con diversi indici di diversità ha portato alla definizione di 3 aree principali: una con vegetazione acidofila montana-subalpina, una calcifila e una con carattere igrofilo-antropico di pianura. L'analisi della flora delle 3 aree con diversi indicatori ecologici ha mostrato chiare differenze tra le tre aree, confermando la pertinenza del raggruppamento e l'efficacia dell'approccio.

Parole chiave: cluster analysis, fitogeografia, Insubria, indicatori ecologici, vegetazione

Abstract: Floristic data collected according to the grid of the floristic cartography of central Europe (CFCE) for the territory between Lago Maggiore and Lago di Como was analysed with cluster analysis. The analysis with different diversity indices led to the definition of 3 main areas: one with montane-subalpine acidophilous vegetation, one with calciphile vegetation and one with lowland hydrophilic-anthropic character. The analysis of the flora of the 3 areas according to different ecological indicators showed clear differences between the areas, confirming the relevance of the grouping and the effectiveness of the approach.

Keywords: cluster analysis, ecological indicators, Insubria, phytogeography, vegetation

INTRODUZIONE

Al Congresso internazionale "Botanica Sudalpina" del 2017 è stata presentata la cartografia floristica del territorio insubrico tra Lago Maggiore e Lago di Como (Marazzi et al. 2018) svoltasi in un periodo tra il 1995 e 2018 e i cui risultati sono stati pubblicati in dettaglio in un libro (Kleih 2018). I dati sono stati raccolti secondo il reticolo usato per la cartografia del Centro Europa CFCE definita in Ehrendorfer & Hamann (1965). Si tratta del reticolo più usato nel Centro Europa però non in Svizzera, oltretutto in Italia per esempio in Germania, Austria, Slovenia e Repubblica Ceca. Prevede diversi livelli di suddivisione di longitudini e latitudini. Nello caso specifico è stato scelto il livello dei quadranti. Ogni quadrante alle latitudini del territorio studiato corrisponde a una superficie di circa 6.5 km x 5.5 km. In figura 1 è rappresentato il territorio studiato con sfondo colorato secondo le altitudini. Si notano le zone elevate a Nord intorno al M. Lema e verso est intorno al M. Generoso e intorno al M. Galbiga - M. Tremezzo. A sud, verso la Pianura Padana, le altitudini diminuiscono rapidamente. Lo stesso vale per le vallate principali della Valcuvia, Valtravaglia, Valle di Porlezza ed il Mendrisiotto.

La flora presente è molto diversa dove il tipo di substrato è calcareo o dolomitico. Nella parte comasca e ticinese è il tipo prevalente mentre nel Varesotto è presente solo nella parte centrale (Fig. 2).

La grande quantità di dati raccolti permette numerose analisi. In questo caso l'obiettivo era di studiare le differenze nella distribuzione spaziale della vegetazione che sono determinate da differenze nel clima, nel substrato o nella topografia. A questo scopo, i rilevamenti floristici dei vari quadranti del reticolo sono stati raggruppati in base alla loro somiglianza. Per capire meglio le cause delle differenze nella distribuzione spaziale, il risultato del raggruppamento è stato analizzato secondo i valori medi degli indici ecologici di Ellenberg/Pignatti (Pignatti et al. 2005) dei singoli quadranti. All'interno di ogni gruppo, sono state identificate le specie tipiche che differiscono maggiormente da quelle degli altri.

MATERIALI E METODI

La flora è stata mappata secondo lo stesso principio usato per la Lombardia nord-orientale (Martini et al. 2012). Anche in questo lavoro, i dati sono stati analizzati in diversi modi e i quadranti raggruppati con una *cluster analysis*. La somiglianza tra rilevamenti è stata determinata tramite la percentuale dei tipi corologici dei singoli quadranti usando la *similarity ratio* come criterio. Qui si è voluto adottare un approccio senza il passo interpretativo dei tipi corologici, confrontando direttamente le liste di specie dei singoli quadranti. Per analizzare i dati è stato scritto un programma in C#,

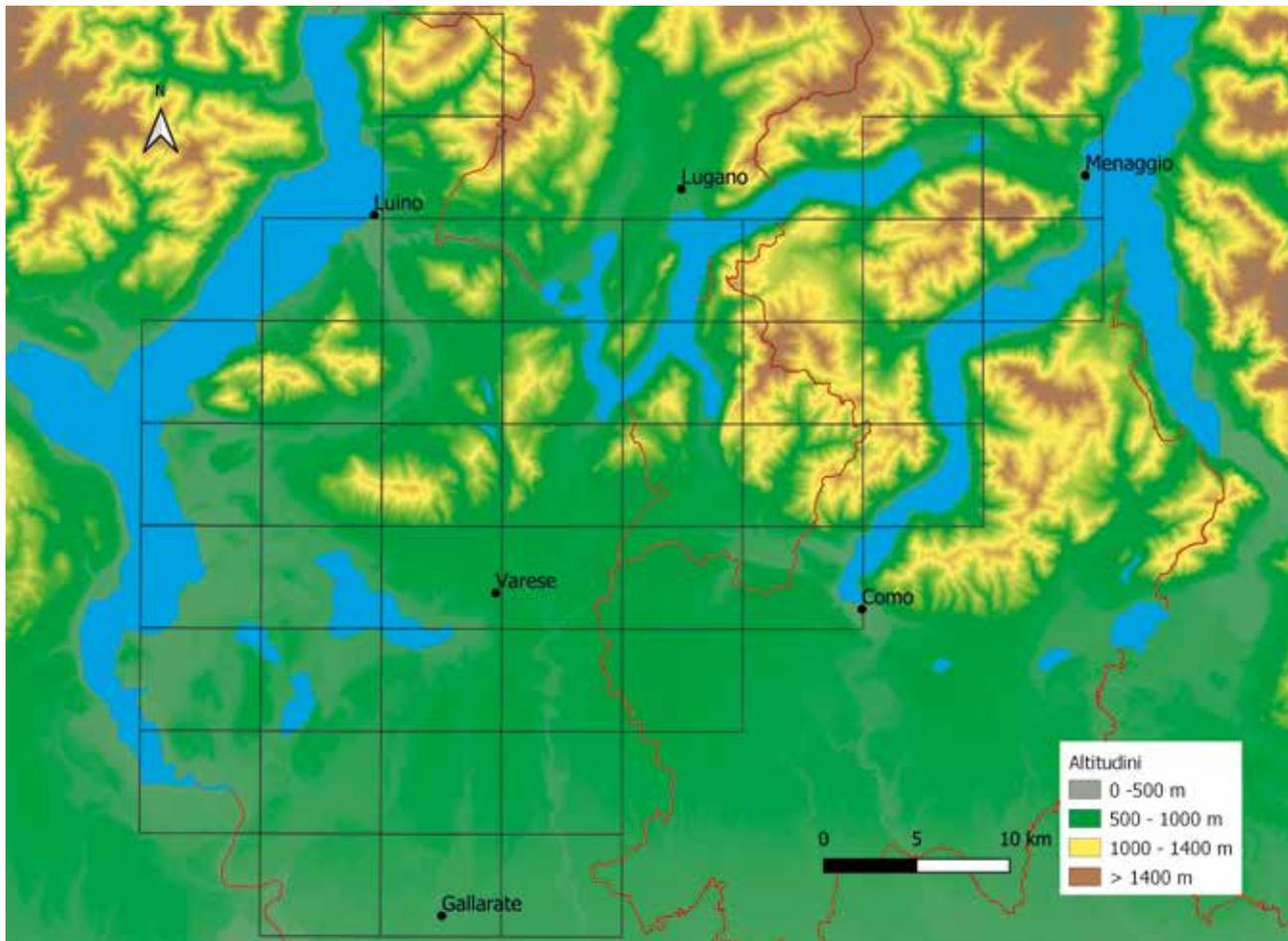


Figura 1: Carta del territorio considerato con colorazione secondo le altitudini.

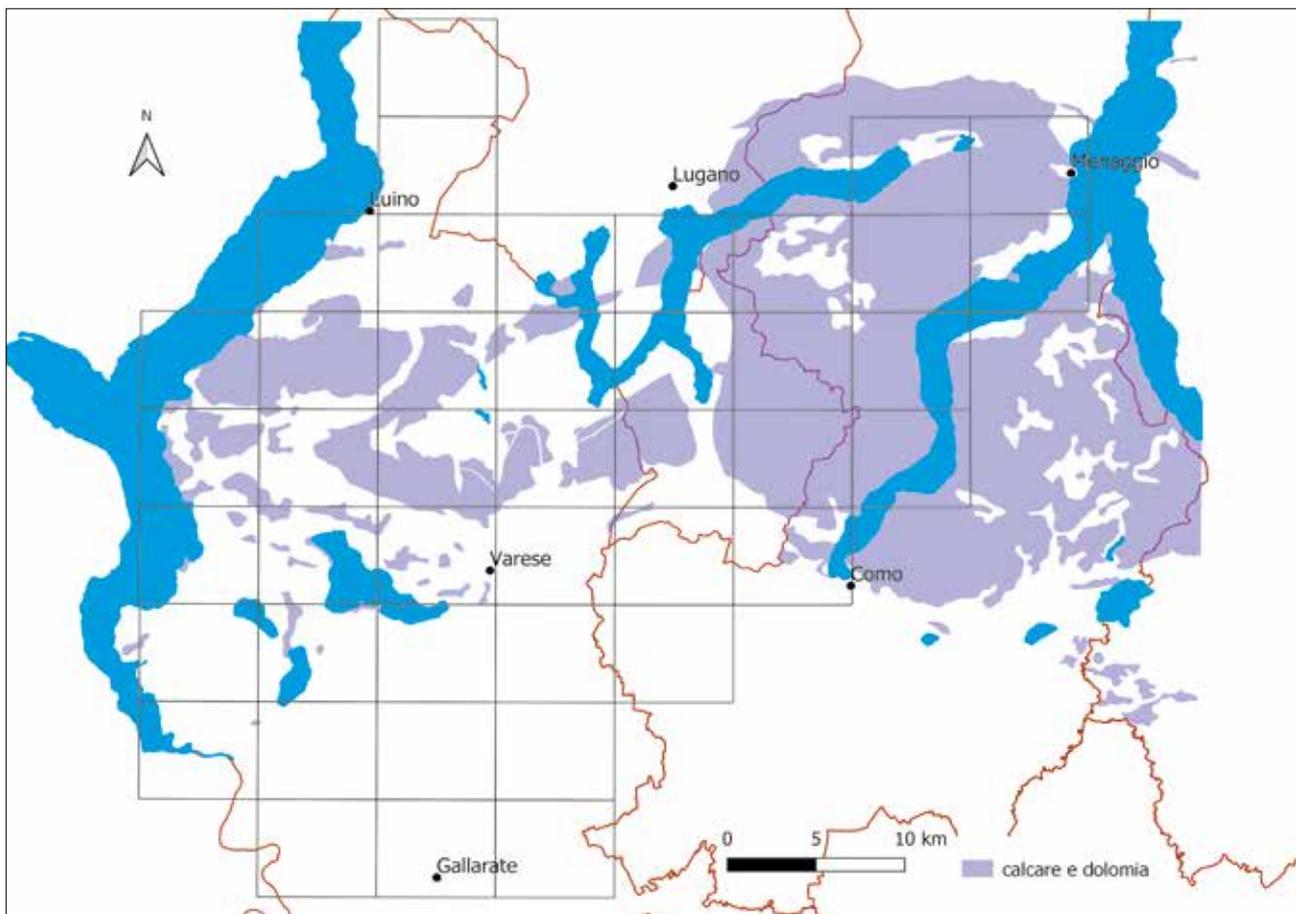


Figura 2: Carta del territorio considerato con indicazione delle aree con substrato calcareo o dolomitico.

che calcola la *beta-diversity* tra tutti i quadranti come il quoziente tra il numero di specie in comune tra le liste di specie A e B di due quadranti, diviso per il numero totale delle specie (*Jaccard-similarity*):

$$\beta = \frac{\text{NumSpecie (A} \cap \text{B)}}{\text{NumSpecie (A} \cup \text{B)}}$$

Per trovare la somiglianza tra due gruppi, è stata calcolata la distanza beta tra tutte le coppie di quadranti, diviso per il numero di coppie (*average-linkage*):

$$\text{distanzaGruppi} = \frac{\text{distCoppieQuadranti}}{\text{numCoppieQuadranti}}$$

Nella fase di *clustering*, i quadranti sono stati raggruppati partendo dai due più simili. Il raggruppamento è stato fermato ad un certo valore soglia di *beta-diversity*, che può essere scelto nell'interfaccia grafica del software. Il software permette poi di esportare i gruppi in formato ESRI shape e di visualizzarli in un sistema d'informazione geografica (SIG). Sono stati valutati diversi metodi per determinare le specie tipiche per ogni gruppo. Un primo tentativo ha contemplato l'eliminazione di specie comuni presenti in quasi tutti i quadranti e di seguito la determinazione delle specie più comuni nei singoli gruppi. Con questo procedimento sono però rimaste molte specie non particolarmente caratteristiche per le diverse aree. Un risultato decisamente migliore si è ottenuto identificando le specie per cui la differenza tra l'indice di frequenza all'interno di un gruppo e l'indice di frequenza attraverso tutto il territorio era più grande. Per trovare la frequenza in tutto il territorio sono stati testate due varianti: la media delle frequenze nei gruppi e la frequenza a livello di quadranti. Con quest'ultimo metodo si è avuto il risultato migliore. Questo è a causa del numero relativamente piccolo di quadranti (43), e di conseguenza di gruppi. Per questo motivo, in futuro si auspica di poter applicare l'algoritmo a dataset ancora più grandi. Per mettere in relazione il risultato del raggruppamento con parametri ecologici e ambientali, il programma calcola per ogni quadrante il numero di specie di ambienti umidi, il numero di specie con preferenza per un clima freddo e il numero di specie con preferenza per suoli calcarei. Come valori di bioindicazione vengono usati gli indici ecologici definiti da Ellenberg ed estesi per l'Italia da Pignatti (Pignatti et al. 2005).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Il programma permette di determinare i gruppi secondo diversi valori di *beta-diversity*. Per l'analisi, non sono stati considerati quadranti mappati solo parzialmente che anche in questo caso risulterebbero in gruppi artificiali. Si è mostrato quanto sia importante mappare l'intero territorio nel modo più uniforme possibile e applicando gli stessi criteri. Per questo motivo sono stati tralasciati anche alcuni gruppi critici come i generi *Rubus*, *Hieracium* e *Taraxacum*. In figura 3 sono rappresentati i raggruppamenti a 4 livelli. Più alto la so-

glia del valore beta è, più gruppi ci sono. I shapefile creati dal programma sono stati visualizzati in un SIG (in questo caso QGIS) associando ad ogni gruppo un colore diverso.

In Pignatti et al. (2005) per quasi tutte le specie presenti in Italia vengono definiti indici ecologici. Gli indici hanno valori tra 1 e 9. Più alto il valore è, più importante il fattore è per la pianta. Per tutti i quadranti il programma determina il numero di specie con valori tra 8 e 9 per l'umidità del suolo, il calore e la reazione del suolo. Il risultato viene inserito nello shapefile creato dal programma e può essere visualizzato in un SIG. (Fig. 4). I risultati mostrano chiaramente che le specie con preferenza per i diversi fattori ecologici si concentrano in certe aree del territorio. Le specie igrofile si trovano soprattutto nel sud-ovest, dove sono presenti molti laghi e paludi e in misura minore nell'ampia Valcuvia e in Valle Porlezza tra Lago di Lugano e Lago di Como. Le piante termofile sono più frequenti nella parte meridionale. Qui crescono molte specie termofile che stanno espandendo il loro areale dal Mediterraneo, favorito dalla forte antropizzazione in questa zona. Meno visibile è la fascia termofila nelle immediate vicinanze del Lago di Como. I quadranti in questa zona includono tutti una parte montana, dove prevalgono specie meno termofile. Come ci si poteva aspettare dalla situazione geologica, le piante calcaree sono concentrate nella parte centrale del territorio studiato.

Tenendo conto della topografia del territorio (Fig. 1), la presenza di calcare (Fig. 2) e la distribuzione di fattori ecologici (Fig. 4) la suddivisione di gruppi intorno alla soglia beta di 0.39 sembra modellare bene la diversità ecologica. Per questo valore sono stati studiate in dettaglio le specie presenti nei gruppi considerando però anche i raggruppamenti ad altri livelli di limite beta. Come specie tipiche sono state determinate quelle con la più grande differenza tra frequenza entro il gruppo e frequenza in tutto il territorio.

Il piccolo gruppo settentrionale 1 in Fig. 3 b differisce fortemente dal resto del territorio. Infatti già con una soglia beta più bassa di 0.36 (Fig. 3 a) si distacca come gruppo separato. Più che negli altri due gruppi ci sono diverse specie esclusive o rare altrove, confermato dalle frequenze particolarmente basse nella seconda colonna di tabella 1. Definisce un ambiente montano-subalpino acidofilo e prosegue fuori dal territorio verso la Svizzera. Sono presenti specie che prediligono temperature basse, specie che evitano il calcare e solo pochi ambienti umidi (Fig. 4). Qui sono tipiche *Peucedanum ostruthium*, *Leontodon helveticus* e *Laserpitium halleri* (Tab. 1).

Nel gruppo centrale 2 in Fig. 3 b si nota la forte presenza di piante con una preferenza per i suoli basici (Fig. 4c). Questo viene anche confermato dalle specie tipiche del gruppo (Tab. 2) con presenza frequente di specie calcofile quali *Imula hirta*, *Neottia nidus-avis* e *Buphtalmum salicifolium*, decisamente meno frequenti altrove. Il numero di specie termofile è alto in una fascia stretta soprattutto sopra il Lago di Como. Tuttavia, poiché il terreno sale rapidamente in altitudine, la loro percentuale rimane bassa per le molte specie montane presenti. Questo gruppo può essere diviso in un due sottogruppi, uno occidentale e uno orientale come si

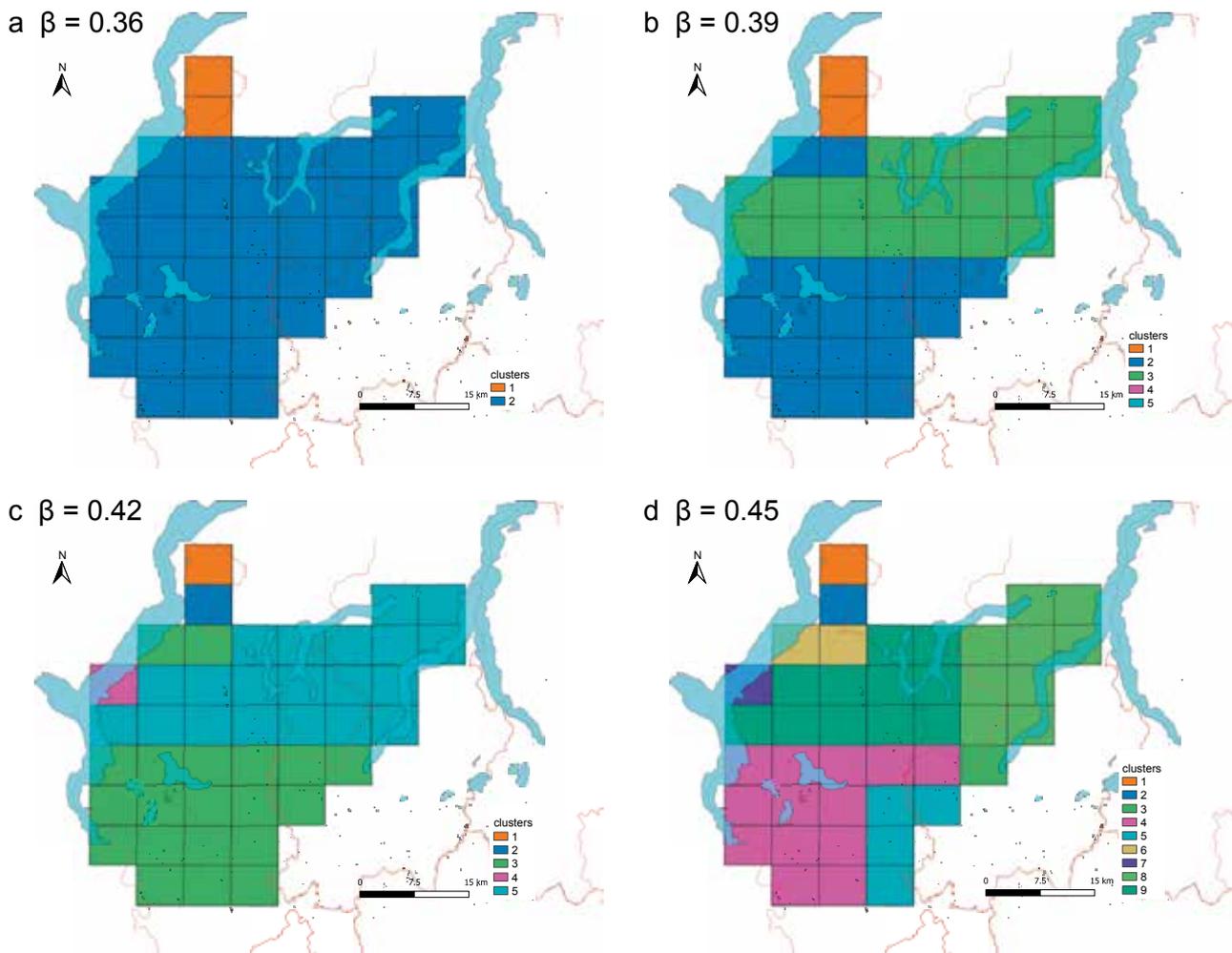


Figura 3: Raggruppamento dei quadranti con quattro livelli di limite beta. Ogni gruppo è rappresentato in un colore diverso.

Tabella 1: Specie tipiche del gruppo 1 in Fig. 3 b. Lista delle dieci specie con la più grande differenza tra frequenza entro il gruppo e frequenza in tutto il territorio.

Nome	Frequenza in tutti i quadranti	Frequenza nel gruppo
<i>Imperatoria ostruthium</i>	5%	100%
<i>Scorzonoides helvetica</i>	5%	100%
<i>Laserpitium halleri</i>	5%	100%
<i>Cryptogramma crispa</i>	5%	100%
<i>Alchemilla saxatilis</i>	5%	100%
<i>Pedicularis tuberosa</i>	7%	100%
<i>Soldanella alpina</i>	7%	100%
<i>Vaccinium uliginosum</i>	7%	100%
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	9%	100%
<i>Oreopteris limbosperma</i>	9%	100%

Tabella 2: Specie tipiche del gruppo 2 in Fig. 3 b. Lista delle dieci specie con la più grande differenza tra frequenza entro il gruppo e frequenza in tutto il territorio.

Nome	Frequenza in tutti i quadranti	Frequenza nel gruppo
<i>Neottia nidus-avis</i>	40%	81%
<i>Inula hirta</i>	40%	81%
<i>Daphne laureola</i>	42%	81%
<i>Rhinanthus alectorolophus</i>	42%	81%
<i>Viburnum lantana</i>	44%	86%
<i>Bupthalmum salicifolium</i>	44%	86%
<i>Sesleria caerulea</i>	47%	90%
<i>Tanacetum corymbosum</i>	47%	86%
<i>Lonicera xylosteum</i>	47%	86%
<i>Listera ovata</i>	47%	81%

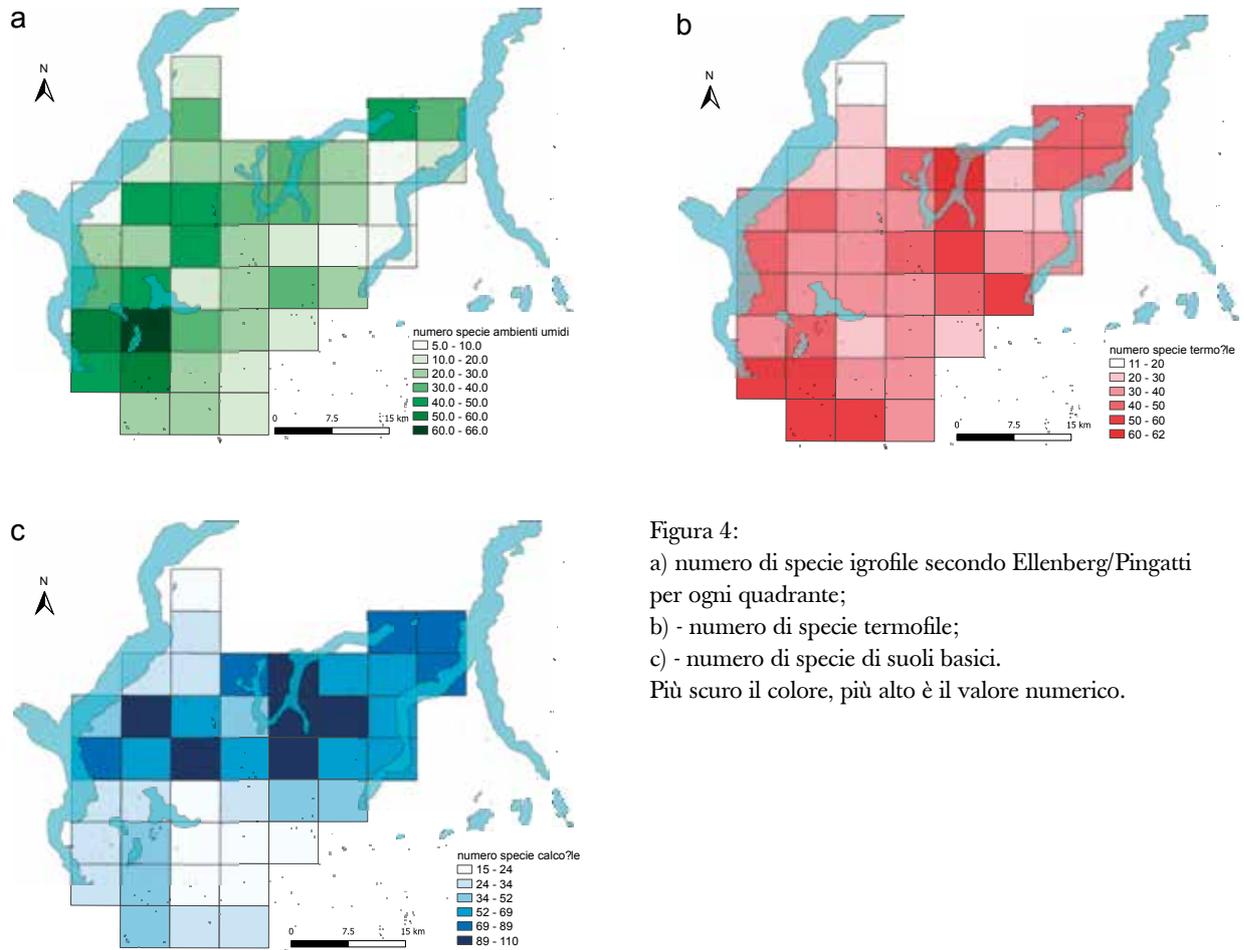


Figura 4:

- a) numero di specie igrofile secondo Ellenberg/Pingatti per ogni quadrante;
 - b) - numero di specie termofile;
 - c) - numero di specie di suoli basici.
- Più scuro il colore, più alto è il valore numerico.

può vedere dalla mappa con una soglia beta di 0.45 in figura 3 d, cluster 8 e 9.

Il gruppo meridionale è caratterizzato da specie igrofile (Fig. 4) quali *Scirpus sylvaticus* e *Carex acutiformis* per i molti laghi e ambienti umidi. La differenza rispetto al resto del territorio è meno marcata rispetto ai due altri gruppi, i valori di frequenza specifica delle specie tipiche nella seconda colonna di tabella 3 di conseguenza sono più alti. Il substrato è per lo più acido e sabbioso, in particolare sulle colline moreniche, favorendo così specie come *Pinus sylvestris* e *Frangula alnus*. La percentuale di specie termofile è particolarmente alta, rare per contro sono le specie montane vista la bassa altitudine. Si tratta soprattutto di specie esotiche quali *Prunus serotina*, *Bidens frondosa* e *Erigeron sumatrensis*, arrivate in tempi recenti dalla Pianura Padana favorite dalla forte antropizzazione di questa parte del territorio. Anche questo gruppo può essere diviso in un due sottogruppi, uno più umido occidentale e uno più arido e continentale orientale come si può vedere dalla mappa con una soglia beta di 0.45 in figura. 3 d, cluster 4 e 5 (Tab. 3).

Tabella 3: Specie tipiche del gruppo 3 in Fig. 3 b. Lista delle tredici specie con la più grande differenza tra frequenza entro il gruppo e frequenza in tutto il territorio.

Nome	Frequenza in tutti i quadranti	Frequenza nel gruppo
<i>Holcus mollis</i>	53%	85%
<i>Spiraea japonica</i>	58%	85%
<i>Pinus sylvestris</i>	60%	85%
<i>Frangula alnus</i>	63%	85%
<i>Festuca arundinacea</i>	65%	95%
<i>Elymus repens</i>	65%	90%
<i>Persicaria maculosa</i>	65%	85%
<i>Scirpus sylvaticus</i>	65%	85%
<i>Prunus serotina</i>	67%	95%
<i>Bidens frondosa</i>	70%	90%
<i>Erigeron sumatrensis</i>	70%	85%
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	72%	95%
<i>Carex acutiformis</i>	72%	95%

CONCLUSIONI

Con la disponibilità di dati floristici raccolti in un reticolo il raggruppamento con la cluster analysis rappresenta un metodo utile per identificare i diversi tipi di vegetazione a scala grande, che si distinguono per topografia, clima e substrato del suolo. Per arrivare a un risultato affidabile è necessario disporre di dati raccolti nello stesso modo per tutto il territorio. È importante eseguire la cluster analysis a diversi livelli di soglia beta per comprendere il grado di differenza tra i diversi gruppi e modellare il raggruppamento secondo i diversi fattori ecologici. Confrontando la frequenza di una specie entro un gruppo e tutto il territorio è possibile trovare le specie più tipiche per i singoli gruppi.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Ehrendorfer F. & Hamann U. 1965. Vorschläge zu einer floristischen Kartierung von Mitteleuropa. Bericht über die Kartierung der Flora Mitteleuropas. Ber. Deutsch. Bot. Ges., Berlin, 78: 35-50.
- Kleih M. 2018. Flora tra il Lago Maggiore e il Lago di Como. Busto Arsizio, Nomos Edizioni, 471 pp.
- Marazzi B., Mangili S., Maccagni A., Soldati D. & Torriani L. 2018. Atti del Congresso internazionale "Botanica Sudalpina". Bollettino della Società ticinese di scienze naturali, 106: 156-186.
- Martini F., Bona E., Federici G., Fenaroli F. & Perico G. 2012. Flora vascolare della Lombardia centro-orientale. Vol II, Trieste, Lint Editoriale srl, 326 pp.
- 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. Camerino, Braun-Blanquetia, 39: 1-97.

Formica exsecta Nylander, 1846: una formica prioritaria per il Cantone Ticino (Hymenoptera, Formicidae)

Isabella Forini-Giacalone^{1*} e Anya Bricalli²

¹ Er Strada del Tasign 51c, 6513 Monte Carasso, Svizzera

² Ufficio della natura e del paesaggio (UNP), Dipartimento del territorio, 6500 Bellinzona, Svizzera

* isa.forini@gmail.com

Riassunto: *Formica exsecta* è la prima formica nel Cantone Ticino per cui è stato elaborato un piano d'azione specifico (PAS) che la definisce una specie con priorità elevata. Ecologia e distribuzione attuale sono riportate.

Parole chiave: distribuzione alpina, *Formicidae*, specie prioritaria, Sud delle Alpi, Svizzera

***Formica exsecta* Nylander, 1846: a priority ant species for the Canton of Ticino (Hymenoptera, Formicidae)**

Abstract: *Formica exsecta* is the first priority ant species for the Canton of Ticino. Ecology and current distribution are reported.

Keywords: alpine distribution, *Formicidae*, priority species, southern Alps, Switzerland

INTRODUZIONE

Nell'ambito del progetto *Sintesi delle conoscenze sulla mirmecofauna al Sud delle Alpi* è stata creata una banca dati (BD *Formicidae* SdA) comprendente circa 28'000 occorrenze provenienti da dati museali (MCSN: museo cantonale di storia naturale di Lugano, MZL: museo zoologico di Losanna, ETH: collezione entomologica del politecnico di Zurigo), infofauna (www.cscf.ch), ricerche precedenti al 2011 e nuovi rilievi non pubblicati svolti tra il 2012 e il 2019 dalle autrici. Questo, unitamente alla volontà dell'Ufficio natura e paesaggio (UNP), ha permesso di elaborare il PAS per *Formica (Coptoformica) exsecta* (Fig. 1).

Kutter (1977) riportava la specie come ben diffusa in Engadina, anche all'interno del Parco Nazionale Svizzero, e molto frequente nel Cantone Ticino, come in generale in tutta la regione sudalpina ad alta quota. Tuttavia, a causa delle minacce che incombono sul suo habitat, nel 1994 è stata inserita nella Lista Rossa delle specie svizzere fortemente minacciate di estinzione (Agosti & Cherix 1994).

DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

Secondo Pisarski (1982a) *Formica exsecta* è originaria della Siberia meridionale, dove abbonda nella zona meridionale della taiga e nella steppa mista a foresta. È una specie a distribuzione paleartica (Kutter 1977), che evita gli ambienti secchi e vive in Europa tra 300 e 2250 m, raggiungendo la quota massima di 2400 m sullo Stelvio (Seifert 2007).



Figura 1: Operaie foraggianti di *F. exsecta*.

Nonostante una distribuzione piuttosto estesa a livello europeo, è estinta o a rischio di estinzione in Gran Bretagna (Stockan et al. 2010), Germania (Sturm & Distler 2003) e Austria (Glaser 2005).

In Svizzera (Neumeyer & Seifert 2005) è presente in tutte le regioni biogeografiche sensu Gonseth (Gonseth et al. 2001), con una forte concentrazione lungo l'arco alpino (Fig. 2) nei cantoni Grigioni, Ticino, Vallese e nel Giura vodese.

Nel Cantone Ticino *F. exsecta* è distribuita da sud (Monte Generoso) a nord (Passo del Lucomagno), dalla fascia collinare a quella alpina, popolando perlopiù la zona montano-subalpina con nidi registrati tra 300 e 2000 m. Nonostante non si abbiano dati comparabili, si presume che le sue popolazioni siano in diminuzione a causa delle attività umane sul territorio cantonale.

ECOLOGIA E RICONOSCIMENTO DELLA SPECIE

Le specie del sottogenere *Coptoformica* sono riconoscibili grazie al caratteristico bordo posteriore della testa incaavato (Fig. 3), da cui deriva il nome latino “*exsecta*”, tedesco “*grosse Kerbsameise*” e inglese “*excised wood ant*”. I nidi, costituiti da acervi di erba fine, pezzi di foglie e pagliuzze, possono raggiungere un’altezza di 70 cm (Cherix et. al. 2006) e sono attorniti da un anello di erba (Fig. 4). È facile confondere gli acervi di *F. exsecta* con quelli delle formiche dei boschi (gruppo *Formica rufa* o *Formica* s.str.), generalmente più grandi e costruiti con materiale più grossolano (aghi di abete, pezzetti di legno e sassolini).

Formica exsecta colonizza prati, pascoli, radure, margini forestali, boschi luminosi, bordi stradali o di sentieri, spingendosi anche in paludi e torbiere. In quota fonda il nido in pascoli estensivi montani e subalpini (Agosti & Cherix 1994). Evita boschi fitti, zone inondabili, siti con elevato apporto di azoto e ambienti con successione vegetale rapida; infatti, necessita di habitat stabili a medio e lungo termine (Seifert 2018) e risente del taglio degli alberi o dell’imboschimento (Stockan et al. 2010).

La fondazione di un nuovo nido avviene tramite parassitismo sociale temporaneo di nidi di *Formica* del sottogenere *Serviformica*. Le giovani regine neofecondiate di *Coptoformica* possono occupare un nido rimasto orfano di *Serviformica* (Pisarski 1982b) o ucciderne la regina (Kutter 1968); dopodiché le operaie di *Serviformica* si dedicano all’allevamento della prole dell’intrusa, scomparendo progressivamente per naturale senescenza e lasciando alla fine una colonia di sole *Coptoformica*. Dalle nostre osservazioni, al Sud delle

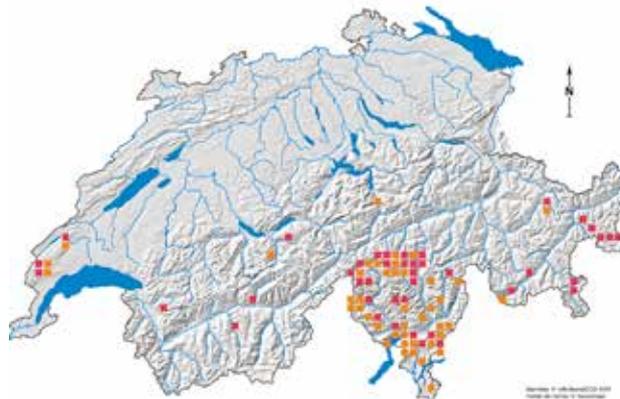


Figura 2: Distribuzione di *F. exsecta* in Svizzera; in arancione: dati prima del 2012, in rosso: dati dopo il 2012 (© infofauna-CSCF, 27.3.2021).

Alpi riportiamo come ospiti *Formica (Serviformica) fusca* o *F. (S.) lemani*.

Le Alpi svizzere ospitano principalmente colonie poliginiche-policaliche di *Formica exsecta* (Seifert 2007), formate da tanti nidi collegati tra loro contenenti più regine.

Formica exsecta è territoriale ed aggressiva, attaccando ed escludendo altre specie di *Formica* dal suo territorio (Hölldobler & Wilson 1990). Se disturbate, le operaie di *F. exsecta* possono aggredire anche l’uomo mordendo e spruzzando acido formico, ma risultando perlopiù solo fastidiose in quanto prive di aculeo e raramente capaci di tagliare la cute con le mandibole.

Formica exsecta preda svariati artropodi e altri invertebrati, tra cui i lombrichi. Si nutre anche della melata ottenuta dalla simbiosi (trofobiosi) con afidi epigei e sotterranei o cicaline e del nettare di orchidee, come *Dactylorhiza viridis* (Claessens & Seifert 2017); al contempo è fonte di nutrimento per altri animali, tra i quali il torcicollo (Freitag 1996).

Formica exsecta svolge anche un ruolo nel controllo di insetti fitofagi nelle foreste ai primi stadi di successione, ma è soppiantata dalle *Formica* del gruppo *rufa* nelle foreste più mature (Sorvari 2009). Essendo predatrice anche in ambienti prativi, dove le formiche possono arrivare a cacciare fino al 40% degli artropodi (Seifert 2018), sarebbe utile anche in sistemi agricoli, riducendo la necessità di ricorrere a pesticidi.

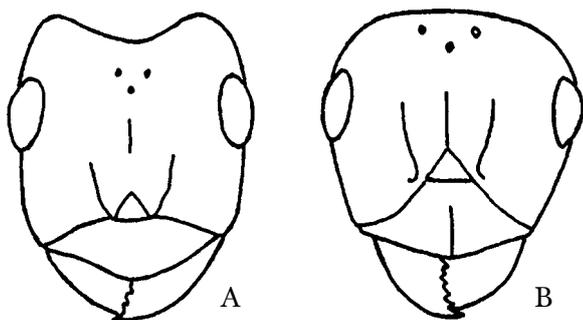


Figura 3: Testa di operaia di *Coptoformica* (A) e *Formica* s. str. o *Serviformica* (B); tratto da Seifert (2018).



Figura 4: Acervo (A) con dettaglio del materiale utilizzato da *F. exsecta* (B) o dalle formiche dei boschi, in questo caso *F. pratensis* (C).

FORMICA EXSECTA COME SPECIE PRIORITARIA

In Svizzera esistono oggi popolazioni più consistenti rispetto agli altri paesi europei, perciò il Cantone Ticino ha una grossa responsabilità nella conservazione di *F. exsecta*, che ha distribuzione limitata all'arco alpino e al Giura.

Nonostante la Confederazione non abbia considerato le formiche nella lista delle specie prioritarie (UFAM 2011), se vengono applicati i criteri di definizione, si ottiene una priorità 2 (elevata) per *F. exsecta*. Gli altri fattori che hanno portato all'elaborazione del PAS (Forini-Giacalone & Bricalli 2019) riguardano la vulnerabilità dell'habitat a bassa-media quota e la necessità di una gestione estensiva in zona agricola (senza sfalci o pascolo intensivi, utilizzo di pesticidi, concimi liquidi e minerali e bonifiche) e forestale (aumento di margini forestali strutturati) con misure di conservazione particolari.

Oltre alle minacce dirette, vanno considerati anche gli effetti dovuti a cambiamenti dell'ambiente circostante, che influenzano le risorse alimentari (Agosti & Cherix 1994).

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo il caro amico e collega Michele Abderhalden (MCSN e CSCF) sicure che ci ascolti dall'alto; questo lavoro è stato possibile grazie al suo sostegno unitamente a quello di Nicola Patocchi e Marco Moretti. Ringraziamo inoltre l'UNP per il finanziamento, Fabrizio Rigato per la rilettura del testo e anticipatamente tutti coloro che ci forniranno nuove segnalazioni.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

Agosti D. & Cherix D. 1994. Lista rossa delle Formiche minacciate in Svizzera. In: Lista rossa degli animali minacciati della Svizzera. Berna, Ufficio Federale dell'Ambiente UFAM, 45-47.

Cherix D., Freitag A. & Maeder A. 2006. Fourmis des bois du Parc jurassien vaudois. Parc jurassien vaudois & Musée de zoologie, Lausanne, 120 pp.

Claessens J. & Seifert B. 2017. Significant ant pollination in two orchid species in the Alps as adaptation to the climate of the alpine zone. Göttingen, Tuexenia, 37: 363-374.

Forini-Giacalone I. & Bricalli A. 2019. Piano d'azione specifico per *Formica (Coptoformica) exsecta* Nylander, 1846 nel Canton Ticino, 41 pp.

Freitag A. 2006. Le régime alimentaire du Torcol fourmilier (*Fynx torquilla*) en Valais (Suisse). Nos Oiseaux, 43: 497-512.

Glaser F. 2005. Rote Liste gefährdeter Ameisen Vorarlbergs. Rote Listen 3, Vorarlberger Naturschau, Dornbirn, 127 pp.

Gonseth Y., Wohlgemuth T., Sansonnens B. & Buttler A. 2001. Les régions biogeographiques de Suisse. Explications et divisions standard. Cahier de l'environnement n. 137. Office fédéral de l'Environnement, des forêts et du paysage Berne, 48 pp.

Hölldobler B. & Wilson E.O. 1990. The ants. Springer-Verlag, Berlin and Heidelberg, 745 pp.

Kutter H. 1968. Die sozialparasitischen Ameisen der Schweiz. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 113 (5): 1-62.

Kutter H. 1977. Insecta Helvetica Fauna. 6: *Hymenoptera, Formicidae*. Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft, Zürich, 298 pp.

Neumeyer R. & Seifert B. 2005. Kommentierte Liste der freilebenden Ameisen (Hymenoptera: Formicidae) in der Schweiz. Bulletin de la Société Entomologique Suisse, 78: 1-17.

Pisarski B. 1982a. Caractéristiques de *Formica (Coptoformica) exsecta* Nylander, 1846. In: Polish Academy of Sciences. Memorabilia Zoologica, 38: 23-30.

Pisarski B. 1982b. Fondation et développement des nouvelles sociétés de *Formica (Coptoformica) exsecta* Nyl. (In: Structure et organisation des sociétés de fourmis de l'espèce *Formica (Coptoformica) exsecta* Nyl. (Hymenoptera, Formicidae, Ed. B. Pisarski) - Memorabilia Zoologica, 38: 53-65.

Seifert B. 2007. Die Ameisen Mittel- und Nordeuropas. Lutra Verlag, 368 pp.

Seifert B. 2018. The Ants of Central and North Europe. Lutra Verlags- und Vertriebsgesellschaft, 407 pp.

Sorvari J. 2009. Foraging distance and potentiality in forest pest insect control: an example with two candidate ants (*Hymenoptera: Formicidae*). Myrmecological News, 12: 211-215.

Stockan J.A., Rao S., Pakeman R. 2010. Nesting preferences of the threatened wood ant *Formica exsecta* (Hymenoptera: Formicidae); implications for conservation in Scotland. Journal of Insect Conservation, 14: 269-276.

Sturm P. & Distler P. 2003. Rote gefährdeter Ameisen (*Hymenoptera: Formicidae*) Bayerns. BayLfU: 208-212.

UFAM 2011. Lista delle specie prioritarie a livello nazionale. Specie prioritarie per la conservazione e la promozione a livello nazionale, stato 2010. UFAM, 134 pp.

La formica fantasma *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius, 1793) osservata per la prima volta al Sud delle Alpi svizzere (Hymenoptera, Formicidae)

Isabella Forini-Giacalone^{1*} e Lucia Pollini Paltrinieri²

¹ Er Strada del Tasign 51c, 6513 Monte Carasso, Svizzera

² Museo cantonale di storia naturale, Viale C. Cattaneo 4, 6900 Lugano, Svizzera

* isa.forini@gmail.com

Riassunto: Riportiamo la prima segnalazione della formica fantasma *Tapinoma melanocephalum* al Sud delle Alpi svizzere. La specie è stata segnalata all'interno di un'abitazione a Lavertezzo, nel Cantone Ticino. Si tratta di una specie alloctona invasiva finora osservata sporadicamente in Svizzera unicamente al Nord delle Alpi.

Parole chiave: abitazione, Cantone Ticino, prima segnalazione, specie aliena, specie alloctona invasiva, specie esotica

Ghost ant *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius, 1793) observed for the first time on the south slope of the Swiss Alps (Hymenoptera, Formicidae)

Abstract: Herewith we report the first observation of the ghost ant *Tapinoma melanocephalum* on the southern slope of Swiss Alps. The species was found inside a house at Lavertezzo in the Canton of Ticino. This allochthonous invasive species has been observed sporadically in Switzerland so far, only north of the Alps.

Keywords: alien species, exotic species, Canton of Ticino, first occurrence, house, invasive allochthonous species

INTRODUZIONE

Con questo contributo segnaliamo per la prima volta la presenza della formica fantasma, *Tapinoma melanocephalum*, nel Cantone Ticino. Il 29 gennaio 2021, infatti, diverse operaie di *T. melanocephalum* sono state prelevate nella cucina di un appartamento a Riazzino, nel Comune di Lavertezzo (coordinate: 711'370/115'150). Gli inquilini, dopo aver cercato in diversi modi di liberarsi delle formiche senza riuscirci, si sono rivolti al Museo cantonale di storia naturale (MCSN) per una consulenza.

La formica fantasma, appartenente alla sottofamiglia delle Dolichoderinae, viene così chiamata per via della minuscola taglia (1.5-2 mm) e della colorazione caratteristica con testa e torace marrone e zampe e addome traslucidi, per cui solo una parte del corpo risulta visibile ad occhio nudo, apparendo così come un puntino scuro in rapido movimento. Questa specie, molto prolifica, invasiva e ubiquista nei tropici e subtropici, è ormai considerata uno dei parassiti più comuni all'interno degli edifici nelle regioni temperate (Wetterer 2009), dove risulta essere un'importante infestante nelle aree urbane. In Florida, ad esempio, invade frequentemente edifici causando disagi e danneggiando le scorte alimentari (Klotz et al. 1995). Nei climi temperati vive esclusivamente al chiuso, dove si rintana negli ambienti più caldi ed umidi, quali serre, bagni e cucine, formando talvolta larghe colonne sui muri delle case (Espadaler & Espejo 2002). Nonostante

le dimensioni ridotte, le mandibole delle operaie arrivano a penetrare anche la plastica dura dei pacchi di zucchero (Klimeš & Okrouhlík 2015). Nelle serre può avere un'influenza negativa sulla produzione agricola, in quanto tende ad allevare e proteggere gli afidi produttori di melata (Wetterer 2009). Inoltre, sebbene il morso di *T. melanocephalum* non sia molto doloroso, in Brasile è considerata un problema serio negli ospedali, poiché risulta un importante vettore di agenti patogeni (Fowler et al. 1993), tra cui ceppi di batteri resistenti agli antibiotici (Moreira et al. 2005).

Con questo contributo, intendiamo presentare lo stato delle conoscenze su questa nuova specie aliena e segnalarne la prima osservazione nel Cantone Ticino.

Identificazione della formica fantasma

Le operaie (Fig. 1) sono state identificate secondo la chiave dicotomica pubblicata in Wilson & Taylor (1967).

Distribuzione geografica

Teoricamente originaria dell'area tropicale dell'Africa e dell'Asia, è attualmente presente in gran parte delle superfici antropizzate della Terra, in particolare nelle zone tropicali; perciò la sua precisa origine geografica risulta di difficile identificazione (Wilson & Taylor 1967). Si tratta di una delle specie più diffuse al mondo, distribuita in tutti i continenti e in entrambi gli emisferi; tuttavia, a latitudini superiori ai 30°, la sua sopravvivenza è garantita solo all'interno di costruzioni



Figura 1: Operaia della formica fantasma lunga 1,5 mm (foto: © Sopia Giriens, microscopio Stacking MHNF).

quali case, ristoranti e ospedali, che colonizza principalmente nelle grandi metropoli (Wetterer 2009). La sua diffusione avviene in modo accidentale e va messa in relazione alla piccola taglia dell'insetto e alla sua capacità di riuscire con facilità a costruire nidi nei materiali più disparati (Appel et al. 2004).

In Europa è nota in Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Inghilterra, Italia, Norvegia, Olanda, Repubblica Ceca, Romania, Russia, Spagna, Svezia, Svizzera, Ucraina e Ungheria (Klimeš & Okrouhlík 2015). In Svizzera, la specie è stata segnalata puntualmente al Nord delle Alpi già a partire dagli anni '80 (Dorn et al. 2009 e comm. pers. di Anne Freitag, Isabelle Lindau e Sophie Giriens, v. Ringraziamenti) a Zurigo e in vari agglomerati del cantone (1985), nelle città di Thusis (1992), Losanna (1994), Neuchâtel (1995), Marin (1996), Nyon (1995), Friburgo (2021), all'aeroporto di Kloten (1995) e allo zoo di Berna (2009). Tutti i ritrovamenti sembrano essere dovuti a introduzioni ricollegabili al turismo.

Organizzazione del nido

Tapinoma melanocephalum presenta colonie poliginiche (con più regine) ma monocaliche (una sola colonia), con 100-1000 individui (Harada 1990). Può però arrivare a formare supercolonie policaliche (con più di un nido) in cui diversi nidi interagiscono tra di loro in

modo collaborativo (Smith 1965) e occupare così aree più vaste. Non sono noti i voli nuziali; l'accoppiamento avviene nel nido e si presume che le nuove colonie siano fondate per gemmazione dalla migrazione di regine insieme a gruppi di operaie (Massuretti & Bueno 2007). Di solito non è facile individuare il luogo preciso in cui la colonia ha nidificato.

Ecologia

Negli ambienti di origine *Tapinoma melanocephalum* si ciba di artropodi morti e di melata prodotta da cocciniglie e afidi (Nickerson et al. 2010), mentre in ambienti domestici e industriali si nutre di prodotti zuccherini, dolci e sciroppi (Smith 1965).

Sembra possedere alcune delle principali proprietà biologiche delle formiche vagabonde (*tramp species sensu* Passera 1994): poliginia, unicolonialità, accoppiamento intranidale (all'interno del nido), fondazione di colonie per gemmazione (Bustos & Cherix 1998).

In genere i nidi sono temporanei, poiché occupano localmente siti troppo piccoli o instabili per supportare colonie di grandi dimensioni (Nickerson et al. 2010). Nidifica opportunisticamente in luoghi che a volte rimangono abitabili solo per pochi giorni o settimane; è infatti in grado di spostare il formicaio altrove nel caso la colonia venga disturbata (Hölldobler and Wilson 1990). Per questa ragione, in natura costruisce il nido

comunemente in habitat temporanei o instabili come fusti di piante o ciuffi di erba secca (Passera 1994), così come sotto sassi e rocce, nel legno in decomposizione, negli alberi, sotto mucchi d'erba, detriti o fogliame (Bustos & Cherix 1998).

La formica fantasma ha una grande capacità di adattamento a nuovi ambienti, ma risulta assente in habitat naturali indisturbati (Fowler et al. 1994; Deyrup et al. 2000), dove non sopporta la concorrenza con altre specie dominanti; necessita, infatti, di una qualche forma di disturbo per sopravvivere in ambienti naturali non perturbati (Andersen & Reichel 1994, Way et al. 1998).

Essendo un organismo alieno e invasivo, ricordiamo che è importante procedere con l'eliminazione di questa formica non appena vengono scoperti dei focolai di infestazione nelle abitazioni, in quanto essa può aumentare rapidamente i suoi effettivi rendendone l'eradicazione più difficile. Se, scoprendo un formicaio in casa vi fosse l'incertezza a quale specie esso appartenga, si invita la popolazione ad inviare al MCSN un campione di formiche per la determinazione e una consulenza.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo Fabrizio Chiara per averci fornito i campioni di formica fantasma riportati nel presente articolo, Anne Freitag del Museo zoologico di Losanna (MZL), Isabelle Landau della federazione svizzera dei disinfestatori (FSD) e Sophie Giriens del Museo di storia naturale di Friburgo (MHNF) per le informazioni sulla formica fantasma al Nord delle Alpi e quest'ultima anche per la gentile concessione dell'immagine fotografica. Ringraziamo inoltre Rainer Neumeyer per la rilettura del testo.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

Andersen & Reichel H. 1994. The Ant (Hymenoptera: Formicidae) Fauna of Holmes Jungle, a Rainforest Patch in the Seasonal Tropics of Australia's Northern Territory. *Journal of Australian entomology*, 33: 153-158.

Appel A.G., Na J.P.S & Lee C. 2004. Temperature and humidity tolerance of the ghost ant, *Tapinoma melanocephalum* (Hymenoptera, Formicidae). *Sociobiology*, 44: 819-1000.

Bustos X. & Cherix D. 1998. Contribution à la biologie de *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius) (Hymenoptera: Formicidae). Union Internationale pour l'Etude d'Insectes Sociaux. Edited by Lachaud J.P & Fourcassie. V. Actes des Colloques Insectes Sociaux, 11: 95-101.

Deyrup M., Davis L. & Cover S. 2000. Exotic ants in Florida. *Transaction of the American Entomological Society*, 126 (3/4): 293-326.

Dorn K., Landau I. & Cherix D. 1997. Einschleppung von *Tapinoma melanocephalum* (Formicidae) in der Schweiz. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 70: 242-243.

Espalader X. & Espejo F. 2002. *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius, 1793), a new exotic ant in Spain (Hymenoptera, Formicidae). *Orsis*, 17: 101-104.

Fowler H.G., Bueno O.C., Sadatsune T. & Montelli A.C. 1993. Ants as potential vectors of pathogens in hospitals in the state of São Paulo, Brazil. *Insect Science and Its Application*, 14: 367-370.

Harada, Y. 1990. Ant pests of the Tapinomini Tribe. In *Applied Myrmecology: A world perspective* (Vander Meer R.K., Jaffe K. & Cedeno A. Editions). Westview Press, Boulder Co, 298-315.

Hölldobler B. & Wilson E.O. 1990. *The Ants*. Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, MA, 732 pp.

Klimeš P. & Okrouhlík J. 2015. Invasive ant *Tapinoma melanocephalum* (Hymenoptera: Formicidae): A rare guest or increasingly common indoor pest in Europe? *European Journal of Entomology*, 112(4): 705-712.

Klotz J.H., Mangold J.R., Vail K.M., Davis L.R. JR. & Patterson R.S. 1995. A survey of the urban pest ants (Hymenoptera: Formicidae) of peninsular Florida. *Florida Entomologist*, 78: 109-118.

Massuretti J. & Correa Bueno O. 2007. Ghost-ant: Post-embryonic development of the worker caste of *Tapinoma melanocephalum* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 50: 583-597.

Moreira D.D.O., De Morais V., Vieira-Da-Motta O., Campos-Farinha A.E. De C. & Tonhasca A. JR. 2005. Ants as carriers of antibiotic-resistant bacteria in hospitals. *Neotropical Entomology*, 34: 999-1006.

Nickerson J.C., Bloomcamp C.L. & Pereira R.M. 2010. Ghost Ant, *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius) (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). Institute of Food and Agricultural Sciences University of Florida, Extension, Entomology and Nematology, 310: 1-4.

Passera L. 1994. Characteristic of tramp species. In: Williams D.F. (Ed.), *Exotic ants. Biology, impact, and control of introduced species*. Westview Press, Boulder, Colorado, USA: 23-43.

Smith M.R. 1965. House-infesting ants of the eastern United States; their recognition, biology, and economic importance. *USDA-ARS Technical Bulletin* 1326, 105 pp.

Way M.J., Islam Z., Heong K.L. & Joshi R.C. 1998. Ants in tropical rice: distribution and abundance, especially of *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae). *Bulletin of Entomological Research*, 88 (4): 467-476.

Wetterer J.K. 2009. Worldwide spread of the ghost ant, *Tapinoma melanocephalum* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 12: 23-33.

Wilson E.O. & Taylor R.W. 1967. The ants of Polynesia. *Pacific Insects Monograph*, 14: 1-109.

PARTE IV

Contributi speciali

Le grotte del Ticino XII: note abiologiche 8

Sergio Veri^{1*}, Roberto Della Toffola¹, Enrico Zamboni¹ e Sara Della Frera¹

¹ Società Svizzera di Speleologia Sezione Ticino, casella postale, 6962 Viganello, Svizzera

* sergioveri@bluewin.ch

Riassunto: Sono descritte e messe a catasto dieci nuove grotte per il territorio del Cantone Ticino. Quattro cavità si trovano nelle classiche aree carsiche del Monte Generoso e del Monte San Giorgio nel Ticino meridionale. Due cavità si sono sviluppate all'interno di marmi dolomitici in Val d'Antabia e negli affioramenti di gesso e anidrite in Val Canaria. Le rimanenti quattro grotte sono di natura tettonica o site tra blocchi rocciosi e sono localizzate in Riviera, Valle Leventina e Val Bavona.

Parole chiave: Cantone Ticino, carsismo, catasto, speleologia

The Caves of Ticino XII: abiological notes 8

Abstract: Ten new caves for the Ticino area are described and inventoried. Four caves occur in the classic karst landscapes area of the Monte Generoso and the Monte San Giorgio in southern Ticino. Two others caves originated by the dissolution of dolomitic marbles in Val d'Antabia and gypsum in Val Canaria. The last four cavities are tectonic caves, formed along fractures in crystalline rocks (mainly gneiss) or between blocks and are located in Riviera, Valle Leventina and Val Bavona.

Keywords: inventory, karst studies, speleology, Ticino Canton

INTRODUZIONE

Sono trascorsi ormai 25 anni dalla pubblicazione dell'ultimo numero del catasto delle grotte del Ticino (Bianchi-Demicheli & Oppizzi 1995). Tuttavia, in questo lungo lasso di tempo, l'attività degli speleologi sul terreno non si è fermata e nuove cavità sono venute alla luce. La Società Svizzera di Speleologia (Sezione Ticino – SSS TI) ha ora deciso di continuare la pubblicazione di queste nuove scoperte nel solco di quanto proposto in passato sulle pagine del Bollettino della Società ticinese di scienze naturali nella serie “Note abiologiche” (Cotti & Ferrini 1961; Ferrini 1962; Bianchi-Demicheli & Cavalli 1980; Spinedi et al. 1980; Bianchi-Demicheli 1984; Bianchi-Demicheli 1991). Sono quindi presentate 10 nuove cavità per il territorio cantonale, la cui numerazione prosegue quella dell'ultimo numero del catasto e integra la grotta del Canalone (TI 166) descritta da Della Toffola et al. (2004).

LE GROTTTE

TI 167 La Canaria

Coordinate ingresso: 2°69'1740, 1°154'384
Quota ingresso: 1247 m
Comune: Airolo (TI)
Località: Frasnè di Dentro, Val Canaria
Sviluppo reale: 282 m
Dislivello: +24 m

Geologia: La cavità si sviluppa all'interno degli affioramenti di gesso e anidrite della Formazione di Röti

del Periodo Triassico (Bernasconi 1980, Bianconi et al. 2014).

Itinerario d'accesso: Da Valle, frazione di Airolo, si percorre il comodo e largo sentiero fino al punto quotato sulla CN 1189 m. Si raggiunge la stradina sterrata che sale da Ressiga e la si segue fino al ponte a quota 1251 m. Si attraversa il fiume e dopo breve, lieve, discesa si raggiunge l'imbocco della risorgenza. In alternativa, da Madrano, frazione di Airolo, si prende il sentiero segnalato che risale il fianco sinistro della Val Canaria fino a Frasnè di Dentro.

Cenni storici: Indicata con il simbolo di risorgenza nella carta geologica di Bianconi et al. (2014), il percorso sotterraneo venne descritto indirettamente, con l'ausilio di prove di tracciamento nell'anno 1997, localizzando il punto di scomparsa del fiume (inghiottitoio) e la risorgenza (per gentile informazione di Maurizio Fabbro; Fabbro 1998). La risorgenza è nota in letteratura con la dicitura AIR 148 (Fabbro 1998, Otz et al. 2003). Prima esplorazione della grotta, luglio 2016, da parte di Sergio Veri, che ha pure allestito la presente scheda di catasto.

Descrizione: L'ingresso è situato sotto una caratteristica parete di gesso. L'imbocco si presenta largo e basso ed è percorso da un corso d'acqua perenne. L'acqua esce tranquilla e regolare, senza variazioni di portata, lungo la superficie sabbiosa. Si striscia per una ventina di metri all'asciutto tra sabbia e ciottoli di medie-piccole dimensioni, il ruscello scorre fortunatamente ai lati evitando un bagno completo. Al termine la volta si alza temporaneamente, si attraversa senza problemi il corso d'acqua. Qui la grotta si divide parzialmente in due sezioni. Esiste la possibilità di percorrere un disagiata ramo ascendente per circa 30 m, sovrapposto alla galle-

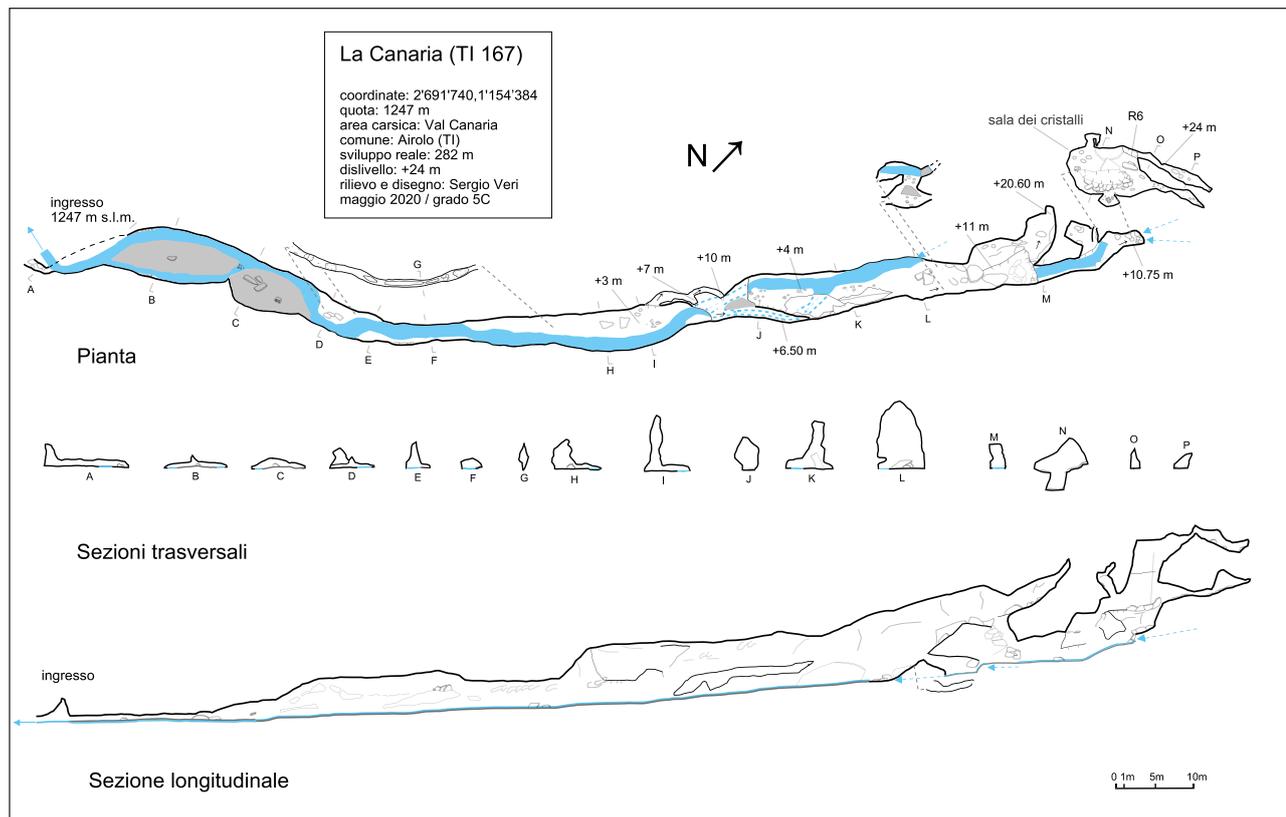


Figura 1: Topografia della grotta La Canaria.

ria principale, fino a raggiungere nuovamente la sezione percorsa dalle acque. Meglio tuttavia proseguire in piano, transitando in un breve, alto e stretto corridoio. Dopo un basso e scomodo passaggio nel ruscello, in condizioni normali l'acqua raggiunge un'altezza massima di 25 cm, inizia la spettacolare sezione principale alta fino 8 m e larga 2-4 m (Fig. 1). Un agevole ramo fossile funge in seguito da piano sovrapposto alla galleria ancora attiva del fiume, quest'ultima si presenta sempre larga ma molto bassa (laminatoio) ingombra al suolo di ciottoli fluviali e decisamente scomoda. Quando si giunge a un grande masso inclinato completamente scollato dalla parete, con un lato perfettamente liscio, si scende nuovamente nel ramo attivo (saltino). Si risale l'ampia galleria: una sala di crollo colma di grandi blocchi, accumuli di detriti sparsi confusamente al terreno e riempita da depositi fini (in alto). Al termine un breve aggiramento in discesa immette nella parte finale del ramo principale che chiude dinanzi a un'impenetrabile frana. Pochi metri prima, ma ora anche direttamente dal fondo, si può risalire un pendio a sinistra, dopo breve arrampicata in opposizione, uno stretto passaggio disostruito dà accesso a una sala di discrete dimensioni abbellita da cristalli aghiformi trasparenti di gesso (selenite; Fig. 2). I minerali sono molto delicati e fragili, per evitare danni si raccomanda di non toccarli minimamente. All'estremità della camera si può percorrere un breve cunicolo laterale, dopo pochi metri il restringimento delle pareti impedisce ogni proseguimento. Sempre nella sala, sopra una liscia parete verticale di 6 m, una risalita permette di procedere lungo un alto cunicolo a fessura, dal fondo terroso e instabile, fortemente ascendente. Al culmine una breve ma selettiva strettoia, allargata, consente di avanzare



Figura 2: Cristalli di selenite (foto: Sergio Veri).

lungo una breve galleria discendente di una decina di metri chiusa da lastroni di roccia. In quest'ultima parte il gesso presenta a tratti un bel colore bianco candido.

Carsologia: «La Canaria» presenta un corso idrico di modesta portata alimentato dalle infiltrazioni del fiume Garegna/Canaria. Prove di tracciamento hanno comunque dimostrato che parte delle acque che si infiltrano nella regione del Ritom raggiungono questa risorgenza (Otz et al. 2003). La cavità, nel suo sviluppo, segue parallelamente il decorso del fiume. La frana presente all'esterno (l'ultimo grande crollo avvenne nel 2009) causò la chiusura quasi completa dell'inghiottitoio situato alle coordinate 2°692'070, 1°154'812, quota 1330 m. Attualmente una contenuta, modesta, quantità d'acqua del torrente filtra unicamente attraverso strette fessure. Di conseguenza il materiale depositato dalle frane provocò il veloce e progressivo

svuotamento interno, permettendo ora l'esplorazione della grotta a partire dalla risorgenza. All'interno, sulle pareti e nei piani superiori sovrapposti, vecchi detriti, di ogni genere, occupano ancora rilievi e sporgenze, anche a considerevoli altezze. In passato la forza esercitata dalle acque durante le piene fu in grado di trasportare attraverso l'inghiottitoio ciottoli di fiume di ogni grandezza e interi tronchi di conifere. La grotta, nel suo insieme, offre numerose caratteristiche interessanti e uniche per la Svizzera italiana, come le anse ipogee, le ampie gallerie di crollo, le venature nella roccia così come talune, bizzarre, forme erosive generate dallo scorrimento dell'acqua a pieno carico: nel particolare si tratta di lame, pendenti di gesso, cupole e canali di volta. Di particolare bellezza sono naturalmente i cristalli di gesso.

Meteorologia: La circolazione d'aria, uscente, è avvertibile unicamente nei passaggi stretti lungo le gallerie sovrapposte. Nel cunicolo situato in alto, nella strettoia, le correnti risultano costanti e sostenute. In quest'ultimo settore la grotta è molto probabilmente in comunicazione, attraverso pertugi impercorribili, con la vicina superficie esterna. Nel mese di giugno la temperatura interna nelle gallerie principali presentava un valore di 6.5 °C, nel cunicolo sovrapposto percorso dalle correnti 6 °C, mentre nella sala dei cristalli raggiungeva i 7 °C. Nelle diverse postazioni le verifiche delle temperature sono state effettuate e ripetute in tre occasioni nell'arco di 24 ore. Le misure sono state rilevate con termometro per ambiente digitale posizionato al suolo.

Percorribilità, valutazione tecnica: La grotta non presenta particolari difficoltà tecniche, occorre tuttavia prestare attenzione in alcuni punti alla roccia instabile e scivolosa. Nelle pareti sono possibili distacchi e crolli. È necessaria l'attrezzatura per la risalita finale. Qualche salto dev'essere affrontato con la tecnica d'arrampicata in opposizione. Una visita alla cavità va evitata nel periodo di fusione delle nevi e dopo forti e prolungate piogge. Si tenga presente che in seguito all'esercizio degli impianti idroelettrici la portata d'acqua del fiume Garegna/Canaria può aumentare repentinamente in qualsiasi momento della giornata. Un pannello informativo è presente ad Airolo presso il ponte per Madrano-Garegna.

Conclusioni e prospettive: La grotta è stata esplorata accuratamente. La grande e pericolosa frana finale chiude ogni possibile tentativo di prosecuzione.

Bibliografia: Bernasconi (1980), Bianconi et al. (2014); Bianconi & Strasky (2015); Fabbro (1998); Otz et al. (2003); Veri (2017).

TI 168 Ghiacciaia presso la Radura della Cresta

Coordinate ingresso: 2°7'15"728, 1°13'7"862

Quota ingresso: 1545 m

Comune: Pollegio (TI)

Località: Radura della Cresta - Matro

Sviluppo reale: 81 m

Dislivello: -29 m

Geologia: La cavità si sviluppa in una frattura dello gneiss occhiadino della falda Simano.

Itinerario d'accesso: Da Biasca-Loderio si percorre il sentiero segnalato che porta a Censo e Mürisc. Si prosegue quindi verso nord fino a quota 1540 m. Abbandonato il sentiero si raggiunge verso est-sud-est, dopo circa 50 m, una zona caratterizzata da evidenti depressioni nel terreno con fratture e crepacci. La cavità si apre verso nord, alla base di una modesta elevazione. La grotta può essere raggiunta anche da Sobrio, via Tenciaréu-Radura della Cresta oppure da Pollegio, passando da Conzanengo-Pizzo Forca. Il transito attraverso la strada forestale che da Semione conduce fino alla quota 1140 m è ora consentito unicamente agli autorizzati.

Cenni storici: Prima esplorazione, maggio 2011, ad opera di Sergio Veri, che ha pure allestito la presente scheda di catasto.

Descrizione: La cavità è impostata lungo un'enorme frattura (diaciasi). È preferibile scegliere l'ingresso inferiore che consente di evitare un primo salto verticale. Si transita dunque sotto un caratteristico, grande masso, dopo un traverso, da affrontare con prudenza a causa della roccia scivolosa e la presenza di fogliame, si giunge nell'ampia galleria principale fortemente discendente. Dopo un passaggio stretto, in parte disostruito, si procede verso sinistra aggirando un masso verticale e rapidamente si raggiunge la partenza del P7 (ancoraggio su un masso e un fix in parete). Alla base s'incontra presto la sezione contraddistinta da importanti formazioni di ghiaccio, con colate alle pareti, stalattiti e stalagmiti (Fig. 3 e Fig. 4). Fino a tarda primavera, per continuare verso il fondo, sono necessari i ramponi da ghiaccio, mentre in estate è possibile evitare un salto roccioso scendendo a destra, dapprima in un basso vano, in seguito affrontando un ristretto cunicolo. Superato un ultimo macigno si percorre un tratto con fini detriti al suolo. Un'ultima stretta galleria determina la fine delle esplorazioni in profondità. Alla partenza del P7 è possibile, dopo un breve ma esposto traverso, raggiungere un ridotto corridoio con due diramazioni. Il primo ramo ci conduce verso l'alto attraverso scomodi e franosi cunicoli, il secondo verso il basso ci permette di percorrere una breve ma ampia galleria.

Meteorologia: La grotta, in profondità, presenta eleganti e continue formazioni di ghiaccio. Le gelide e persistenti correnti d'aria che spirano attraverso una stretta fessura per effetto camino (v. rilievo, Fig. 3), provenienti da una vicina e profonda frattura, permettono, durante le calde giornate estive, di limitare al minimo il processo di fusione del ghiaccio. In aggiunta occorre considerare che l'angusto passaggio al centro della cavità, prima del P7, condiziona la circolazione d'aria

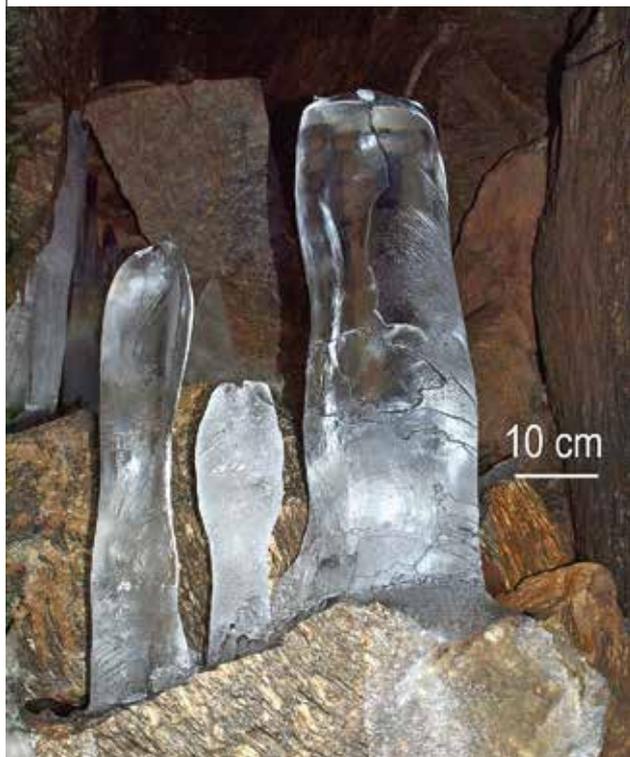
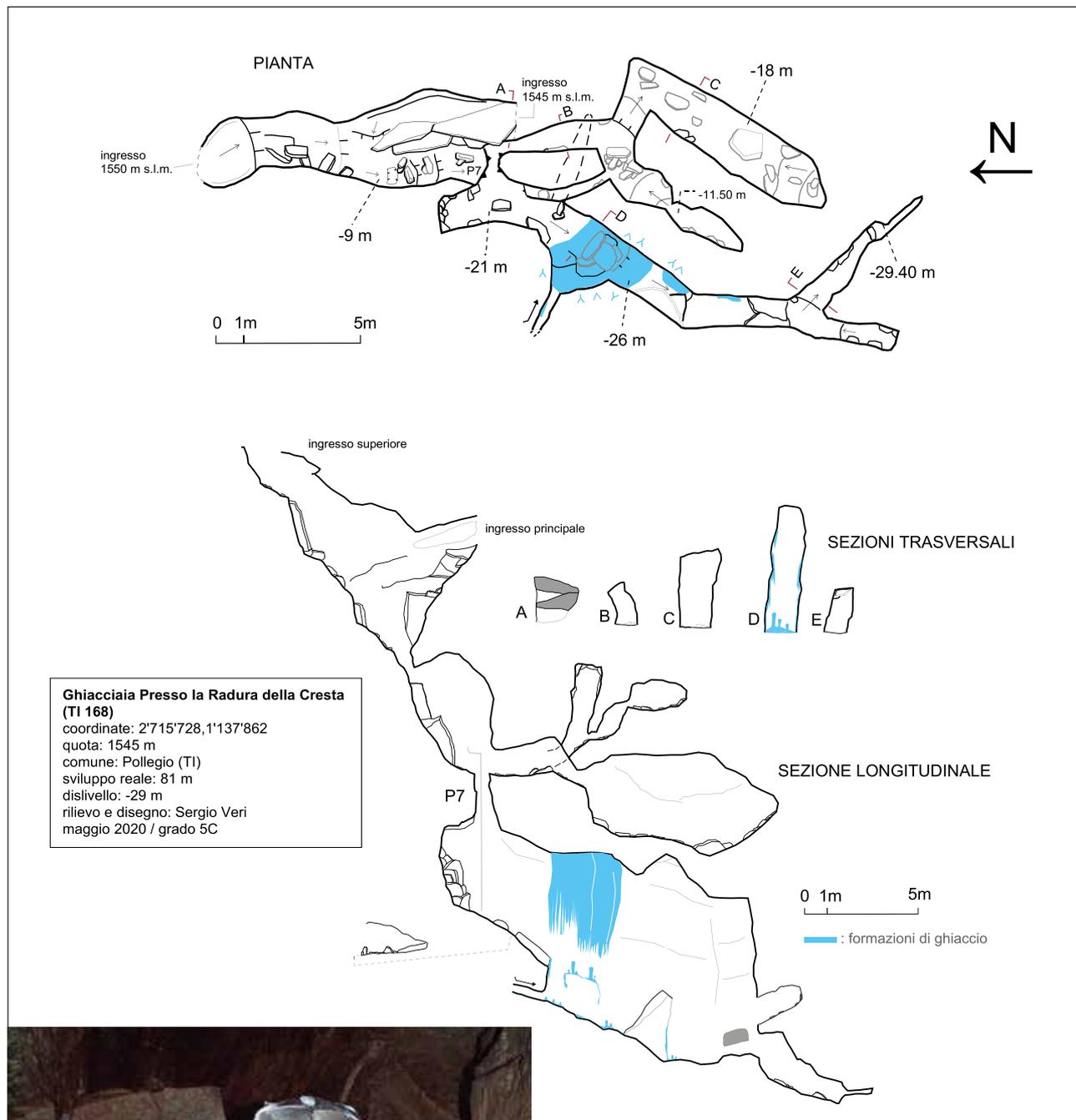


Figura 3: Topografia della Ghiacciaia Presso la Radura della Cresta.

fredda. Quest'ultima, infatti, rimane parzialmente intrappolata nelle parti inferiori della grotta. Lo sviluppo annuale delle concrezioni di ghiaccio risulta strettamente condizionato dalla frequenza delle nevicate durante l'inverno e dalle piogge primaverili: le precipitazioni e le acque di fusione determinano, attraverso il processo d'infiltrazione, l'intensità dello stillicidio necessario per la formazione del ghiaccio.

Percorribilità, valutazione tecnica: è necessaria l'attrezzatura per scendere la verticale del pozzo.

Figura 4: Stalagniti di ghiaccio ancora presenti alla fine d'agosto (foto: Sergio Veri).

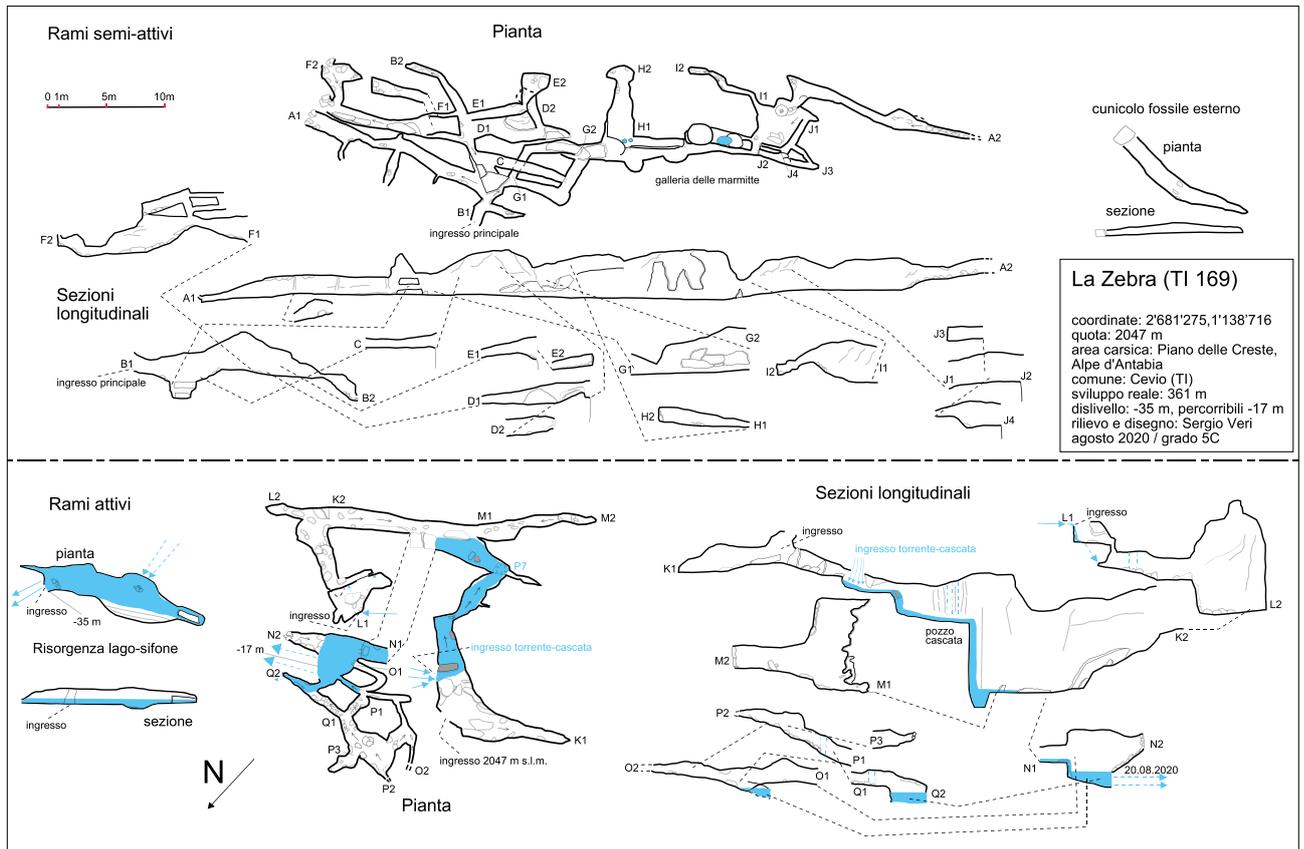


Figura 5: Topografia della grotta La Zebra.

TI 169 La Zebra

Coordinate ingresso: 2°68'1275, 1°138'716

Quota ingresso: 2047 m

Comune: Cevio (TI)

Località: Piano delle Creste - Alpe d'Antabia

Sviluppo reale: 361 m

Dislivello: -35 m, percorribili -17 m

Geologia: La grotta si trova all'interno dei marmi dolomitici triassici della Zona del Teggiolo (Matasci et al. 2011).

Itinerario d'accesso: Da San Carlo (938 m) un ripido sentiero segnalato conduce, superando numerosi gradini rocciosi, a Olmo e alle cascate di quota 1495 m. Dopo aver attraversato due canali rocciosi, sempre percorsi dalle acque, si giunge a Corte Grande (1912 m). Si prosegue in direzione del Piano delle Creste, giunti a quota 2050 m si abbandona il sentiero. Verso sud si continua fino al solco del Ri d'Antabia. Procedendo brevemente in direzione sud-ovest si raggiunge il luogo dove inizia il percorso sotterraneo del fiume e quindi all'ingresso della grotta.

Cenni storici: Scoperta nel mese di giugno 2016, prima esplorazione agosto 2016 da parte di Sergio Veri, che ha pure allestito la presente scheda di catasto.

Descrizione: A mezza altezza di una parete rocciosa ed erbosa, una fessura poco appariscente introduce nelle sezioni semi-attive della cavità. Pochi metri dopo l'ingresso, a destra, scendendo, si supera un gradino roccioso e si percorre una galleria dal fondo sabbioso. Si raggiungono dei grandi massi che si superano scavalcandoli o strisciando sotto di essi. Si transita in

uno stretto ma alto ramo caratterizzato da splendide marmite, alcune parzialmente sfondate dall'azione travolgente e vorticoso delle acque. Dopo un passaggio ad angolo retto ci troviamo di fronte ad alte pareti di marmo. Qui la roccia marmorea manifesta un'appariscenza sequenza di strisce continue, ora lineari, ora sinuose, di particolare bellezza e dalle molteplici sfumature cromatiche (Fig. 6). Si continua in un corridoio contraddistinto da numerose piccole conche ellittiche (*scallops*) incise nelle bianchissime pareti; proseguendo la volta si abbassa progressivamente, massi e pietrame ricoprono presto il suolo impedendoci di raggiungere la parte attiva della grotta. Ritornando all'ingresso, procedendo dritti, in lieve ascesa, si intercettano numerosi rami. Le sezioni a sinistra, in caso di piene, fungono da risorgive, mentre i rami a destra sono condotti carsici in collegamento con il ramo principale ma posti in posizione più elevata (Fig. 5).

Per accedere alle sezioni attive della grotta, percorsi dal torrente Ri d'Antabia, occorre portarsi a quota 2047 m, nel settore ben nascosto dietro una spumeggiante cascata. Si aggirano momentaneamente a destra i fastidiosi spruzzi d'acqua, dopo pochi metri si affronta un'ulteriore cascatella e si procede lungo un breve e spazioso meandro con marmite modellate nel marmo zebrato. La galleria in questo tratto presenta forte stillicidio con importante ruscigliamento alle pareti. Rapidamente si intercetta un'enorme frattura diretta WSW-ENE, il fiume ipogeo compie un salto verticale formando un pozzo-cascata di 7 m, per la discesa sono presenti due fix. Alla base la forza dell'acqua ha scavato uno stretto e profondo bacino perennemente allagato: cosiddetto «bicchiere». Seguendo la corrente, superando qualche

blocco roccioso eroso dalla potenza del fiume, si scende in lieve pendenza per una decina di metri. Si transita sotto due macigni che fungono da originale copertura e si supera un'ulteriore, breve cascata raggiungendo così il fondo accessibile della grotta. A dipendenza della situazione meteorologica e del periodo stagionale la parte inferiore è costituita da uno specchio d'acqua di profondità variabile mentre, in condizioni favorevoli, è percorsa da un torrentello che chiude tra ammassi rocciosi e fessure impercorribili. All'inizio dell'ultima cascatella è possibile intercettare verso nord un cunicolo a sezione ellittica. Attraverso la candida roccia marmorea si raggiungono rapidamente le gallerie comunicanti con le sezioni semi-attive descritte in precedenza. Questi cunicoli, purtroppo presto intransitabili, si presentano colmi di detriti, ciottoli di ogni dimensione e macigni pericolosamente instabili. Sempre ritornando nella galleria principale un comodo ramo ascendente permette, dopo aver oltrepassato un ripido tratto ben gradinato, di raggiungere una stretta fessura, disostruita. Si tratta di un inghiottitoio quasi sempre attivo. Nei periodi di magra è possibile, attraverso questo angusto pertugio, uscire direttamente dalla grotta evitando così il pozzo-cascata.

La risorgenza principale si situa a 147 m in linea d'aria dagli inghiottitoi alla base di una grande e liscia parete verticale. Viene raggiunta percorrendo all'esterno, verso nord-est, una tipica «valle morta», vale a dire senza l'azione del corso d'acqua in superficie. Questa gola si presenta colma di neve, nella parte più stretta, perlomeno fino a inizio luglio. La sorgente, la cui temperatura è di 4.4 °C (misurata il 29.5.2021 alle ore 12:45), è caratterizzata da un lago sifone lungo una quindicina di metri, nel punto più largo misura 4 m mentre la profondità dell'acqua varia, a dipendenza del periodo, da 0.5 a 2 m circa. A qualche decina di metri dall'ingresso (inghiottitoio principale), in direzione nord-est, ben nascosta dietro un masso squadrato, è presente un'ultima, breve galleria fossile dalle interessanti forme erosive (condotta a pressione).

Carsologia: Le acque provenienti dal versante nord del Pizzo Solögn (Laghetti d'Antabia), dal bacino di Fiorèra e in parte dal versante sud del Pizzo Mèdola (Pianasciòm) alimentano, al Piano delle Creste, il torrente Ri d'Antabia. Sostenuto dalle frequenti precipitazioni e dalla fusione delle nevi, il corso d'acqua attraversa una splendida prateria con andamento serpeggiante. Alla base di una cascata con doppio salto, nel punto in cui le acque incontrano una fascia di marmo, il torrente scompare improvvisamente nella sezione attiva della grotta. Nella parte più profonda esplorabile le acque si perdono in basse fessure inaccessibili. Per effetto di queste barriere naturali, durante le piene, il ramo perennemente percorso dal fiume riesce solo in parte ad assorbire la grande quantità d'acqua presente; il livello si alza repentinamente allagando nuove gallerie, ristabilendo così il collegamento idrico con i rami semi-attivi esistenti. In caso di fenomeni estremi, l'acqua irrompe in ogni ramo della grotta, una parte del torrente scorre quindi eccezionalmente all'esterno lungo il solco vallivo sopra la cavità. Questo evento si è verificato l'ultima volta durante le violente precipita-

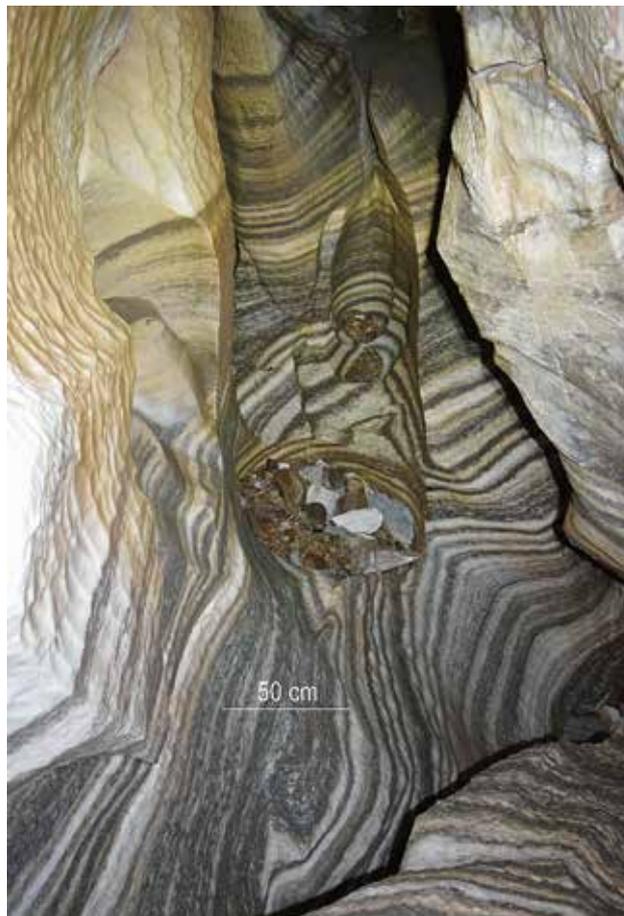


Figura 6: Galleria nel marmo zebrato con marmitte al suolo.

zioni del 9-12 giugno 2019. Alle pareti, in ogni parte della grotta, sono presenti numerose forme incavate (*scallops*), il fiume deve aver percorso cunicoli e gallerie già in tempi antichissimi. Marmitte modellate nelle rocce, depositi di sabbia e ciottoli al suolo, mettono in evidenza l'energia dell'acqua in pressione.

Meteorologia: Nelle sezioni semi-attive, la temperatura in estate raggiunge solamente 4 °C. Nel settore attivo, nell'ambiente influenzato dalla circolazione d'aria provocata dai flussi turbolenti dell'acqua (base della cascata), a fine agosto, è stata rilevata una temperatura di 12 °C. Nelle parti più strette dei rami del troppo pieno, a causa dei vuoti interconnessi, le correnti d'aria risultano fredde e sostenute. L'umidità, nei settori più profondi, è sempre elevata con forte stillicidio e abbondante ruscellamento generato dalle perdite del fiume. Fino a inizio maggio, l'ingresso esposto a nord del troppo pieno si presenta ancora sigillato da uno spesso strato di neve e ghiaccio.

Percorribilità, valutazione tecnica: È possibile compiere l'esplorazione completa della grotta unicamente a partire da metà agosto e nel periodo autunnale, sempre in condizioni di scarse precipitazioni. Il percorso integrale della cavità prevede una muta per proteggersi dalle gelide acque e l'attrezzatura da speleologo per scendere il pozzo cascata.

TI 170 Grotta delle Cavallette

Coordinate ingresso: 2°718'698, 1°082'356

Quota ingresso: 450 m

Comune: Mendrisio (TI)

Località: Mitra del Vescovo - Monte San Giorgio

Sviluppo reale: 18 m

Dislivello: -6.50 m

Geologia: La grotta si trova nella calcarenite della Formazione di Tremona (Bernoulli et al. 2017).

Itinerario d'accesso: Dall'ultimo edificio presso le Cantine al Bosco si percorre un sentierino diretto alla rocciosa elevazione denominata Mitra del Vescovo. Dopo una ventina di metri si abbandona la traccia e verso ovest si risale il versante boscoso raggiungendo un'evidente muraglia. Verso sud, in piano, si attraversa il solco asciutto di un vallone e si procede con ascesa graduale verso sinistra per evitare una ripida balza rocciosa. Verso nord, a 440 m circa, si attraversa nuovamente il canale e lo si costeggia brevemente fino al modesto ingresso della grotta che si apre sul versante orografico destro del solco erosivo.

Cenni storici: Prima esplorazione, gennaio 2014, da parte di Sergio Veri, che ha pure allestito la presente scheda di catasto.

Descrizione: Alla base di una parete, verso sud, una modesta apertura, leggermente allargata, permette di accedere in una cameretta arrotondata dal fondo forte-

mente inclinato. Superato un breve scivolo si intercetta una frattura orientata nord-sud. Si continua verso meridione strisciando faticosamente tra massi accatastati al suolo e la volta della cavità. Si procede in seguito lungo una galleria discendente dove lo spazio è finalmente sufficiente per stare comodamente eretti; in questa sezione la grotta è impreziosita da belle stalattiti, stalagmiti, colate parietali e micro-vaschette (*gours*). La spaccatura chiude sul fondo dopo un alto ma stretto passaggio gradinato (Fig. 7).

Carsologia: La cavità è impostata lungo una frattura originata da rilasci tensionali. L'intera zona si caratterizza per la cospicua presenza di diaclasi e faglie. La grotta presenta modesto stillicidio. Verso il fondo è abbellita da diverse colate concrezionali.

Meteorologia: L'apertura si comporta da ingresso alto di una circolazione ipogea a tubo di vento. Durante le fredde e piovose giornate invernali, all'imbocco, si riscontra un notevole flusso d'aria calda uscente. In gennaio con valori esterni di 0 °C, all'interno si misurava una temperatura di 11.5 °C.

Fauna ipogea: Nella grotta si possono osservare alcuni esemplari di cavalletta del genere *Dolichopoda geniculata* (O.G. Costa 1836) (Fig. 8). Su invito del Museo cantonale di storia naturale (Michele Abderhalden) sono stati raccolti i dati necessari affinché si potesse stabilire la corretta collocazione spaziale e l'entità di questa specie in alcune grotte del Sottoceneri. Le esplorazioni speleo-faunistiche hanno permesso di stabilire che la

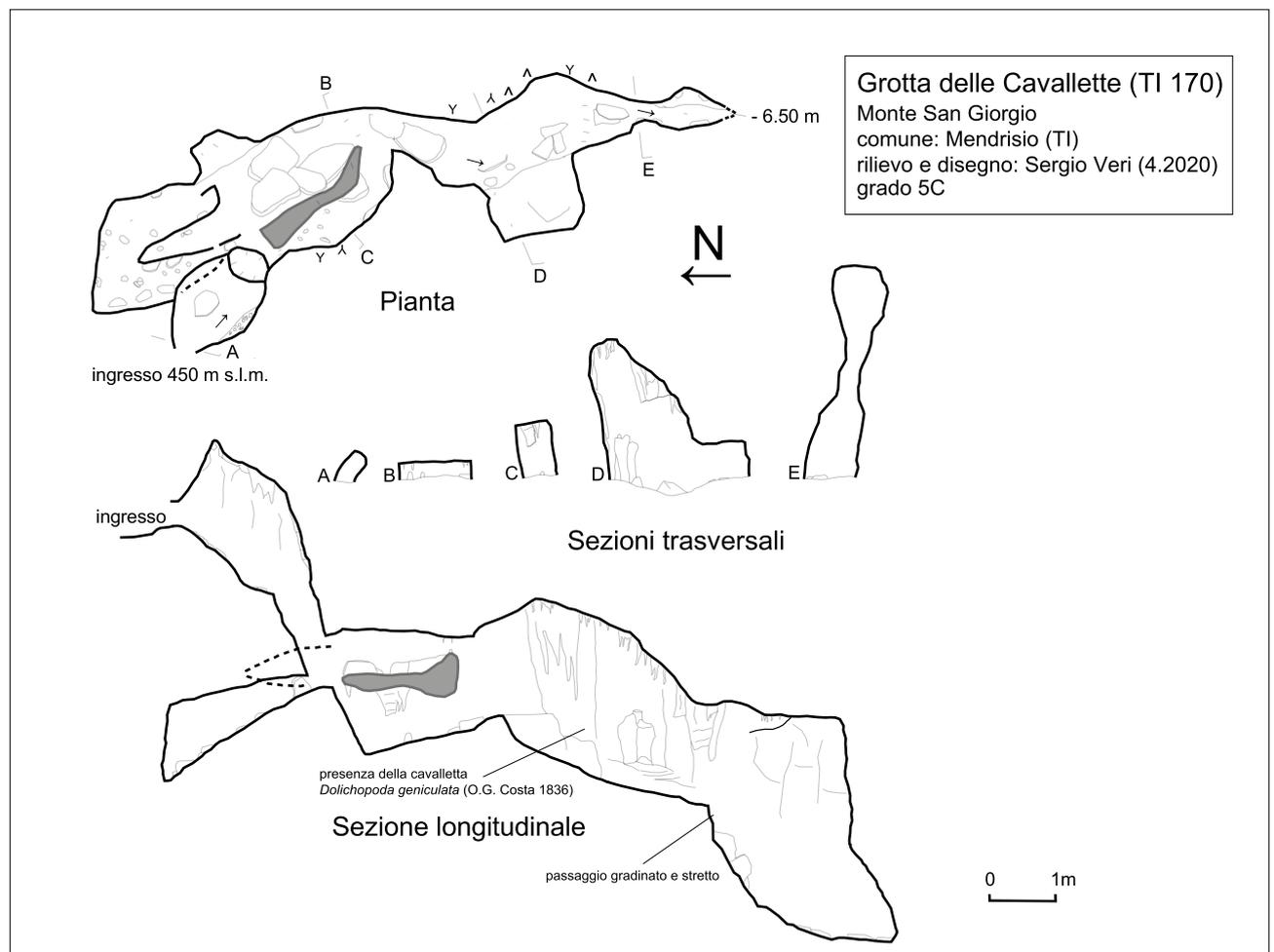


Figura 7: Topografia della Grotta delle Cavallette.



Figura 8: Esemplare di *Dolichopoda geniculata* (O.G. Costa 1836) (foto: Sergio Veri).

cavalletta *Dolichopoda geniculata* è attualmente presente unicamente al Monte San Giorgio e in una grotta presso il Monte Arbòstora (Grotta dei Porfidi) a 580 m di quota in territorio di Morcote. L'occupazione complessiva riguardava dodici cavità, di cui undici, esclusivamente nell'area geografica che comprende le Cantine di Sotto-Mitra del Vescovo-Cantine al Bosco-Cantone, nel comune di Mendrisio; in grotte naturali situate a quote comprese tra i 380 e i 530 metri di altitudine. L'indagine ha consentito di censire nella primavera del 2017 circa 470 esemplari equamente suddivisi. La popolazione esistente, normalmente distribuita in Italia nell'Appennino centro-meridionale, risulta essere la sola attualmente segnalata in Svizzera. Alcune analisi mostrano una corrispondenza genetica di questi esemplari con la popolazione della Grotta di Valmarino che si trova nei pressi di Fondi vicino a Terracina (Latina; Meier et al. 2015). Le informazioni raccolte sono state inviate e registrate presso la banca dati centrale svizzera / info fauna - CSCF (M. Abderhalden, com. orale, 2017). Aggiornamenti: Dopo personali verifiche effettuate durante la stagione invernale 2020-2021 ho potuto accertare la presenza, per la prima volta, della cavalletta *Dolichopoda geniculata* anche in alcune delle numerose grotte situate al di sopra dei 600 metri di quota nel territorio di Tremona: zona Cantine di Sopra-Castello. Per il momento si tratta di pochi, isolati esemplari, tuttavia questa circostanza attesta una sempre maggior diffusione ed espansione della specie nelle cavità poste a media-bassa quota al Monte San Giorgio.

Percorribilità, valutazione tecnica: Occorre prestare attenzione al pericolo di crolli nella prima parte della cavità.

Bibliografia: Meier et al. (2015).

TI 171 Grotta Veri

Ingresso: In qualità di giacimento archeologico, su disposizioni dell'Ufficio dei beni culturali, le coordinate vengono omesse. La tutela della grotta permetterà di svolgere in futuro eventuali, ulteriori indagini archeologiche da parte del personale specializzato.

Comune: Mendrisio (TI)

Località: Monte Generoso

Sviluppo reale: 226 m

Dislivello: 27 m (+15.40 m / -11.70 m)

Geologia: La grotta si trova all'interno del calcare selcifero della Formazione di Moltrasio di età giurassica (Bernoulli et al. 2017).

Cenni storici: Scoperta, lavori di disostruzione e prima esplorazione, 14 maggio 2017, da parte di Sergio Veri, che ha pure allestito la presente scheda di catasto. In seguito al ritrovamento del reperto archeologico (collare in bronzo; Fig. 11), nel rispetto della Legge sulla protezione dei beni culturali (LBC) e secondo la prassi vigente, è stato informato il competente ufficio. Il 5 luglio sono stati accompagnati sul luogo del rinvenimento gli archeologi Luisa Mosetti, Mattia Gillioz, il tecnico disegnatore Michele Pellegrini (UBC) e il geologo Marco Antognini del Museo cantonale di storia naturale (MCSN). Il 17 novembre 2018, con lo scopritore, ha partecipato alla visita in grotta il biologo Michel Blant dell'ISSKA (Istituto Svizzero di Speleologia e Carsologia) che si è occupato delle indagini volte a determinare la specie dei resti ossei di origine animale ritrovati all'interno. Per decisione dei responsabili del Servizio archeologia dell'Ufficio dei beni culturali la grotta deve il suo nome allo scopritore.

Descrizione: L'ingresso attuale, disostruito, occhieggia alla base di un alto torrione la cui roccia si presenta irregolarmente tormentata da crolli e frane. Si striscia in lieve discesa sotto la volta costituita da un compatto, grigio calcare. Si giunge in una cameretta inclinata. Una prima diramazione a destra scende per una decina di metri, la strettoia si conclude davanti a una spaccatura intransitabile. Si ignora quindi la deviazione e si prosegue dritti, in ascesa, dopo un primo scalino si incontra, sempre a destra, una seconda diramazione: questo stretto ramo, disostruito, è collegato direttamente con le parti inferiori della grotta. Si continua seguendo la via più logica scalando una facile parete gradinata di 4 m, dopo una breve curva a destra la cavità si approfondisce verso l'alto ancora per 5 m. A oriente un basso passaggio tra i massi conduce direttamente nell'ampia sala di crollo: una bella caverna dalle linee nette, a spigoli vivi, con strati ben evidenti, alle pareti, di selce nera, il cui fondo risulta ingombro di blocchi. Lungo la sala, verso sud, in orizzontale, prima di guadagnare il fondo si cambia direzione procedendo a sinistra e si risale un comodo ramo ascendente. Questa diramazione ci guida nelle sezioni superiori. Si raggiunge una saletta caratterizzata dalla presenza di un grande blocco roccioso (alto 2.85 m, largo 1.20 m), da qui si scala una piccola parete: la verticale dà accesso a una camera inclinata, punto culminante della grotta. Alle estremità, sempre nella parte alta, si aprono

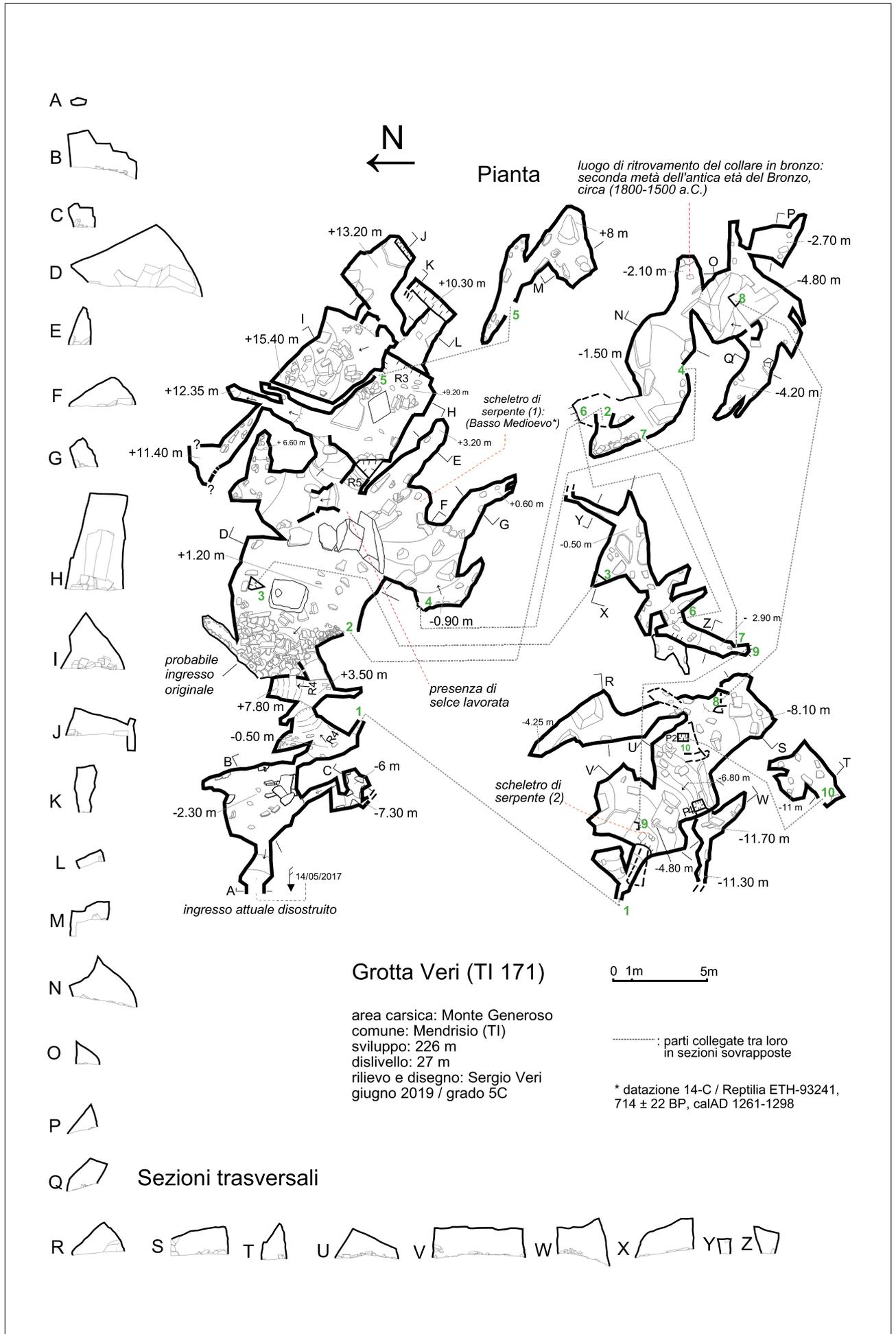


Figura 9: Topografia della Grotta Veri.

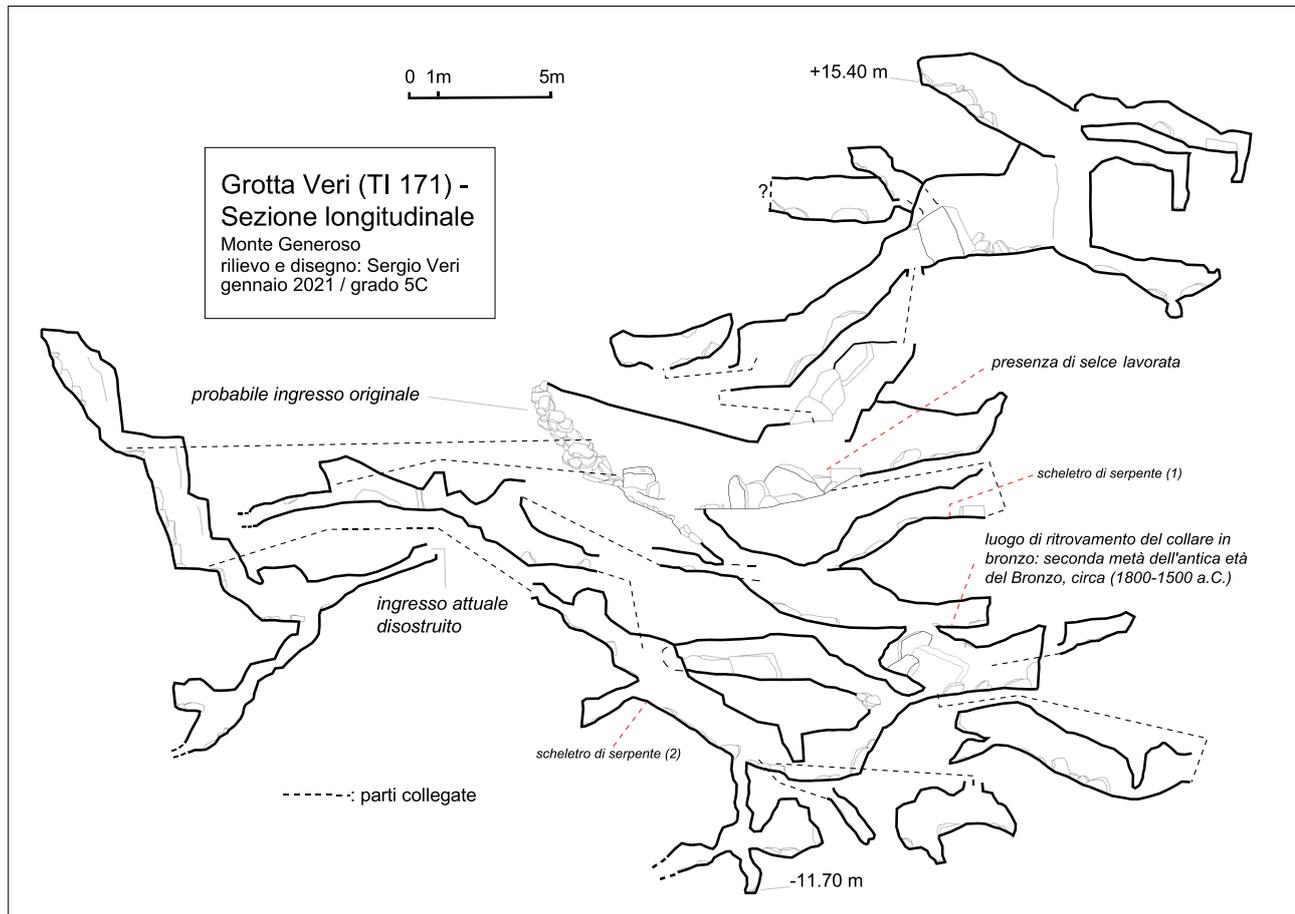


Figura 10: Sezione longitudinale della Grotta Veri.

alcune brevi diramazioni: si tratta di strettoie impostate su fratture. Ritornando in basso, nella sala principale, un passaggio tra massi in frana a sud-ovest permette il trasferimento nelle parti inferiori. Si percorre una galleria discendente per circa 15 m. Sotto una stalattite la cavità continua a scendere ancora per pochi metri, al termine cambia direzione: verso nord, dopo uno stretto passaggio al suolo, si raggiunge una camera allungata, con piccoli cristalli di calcite a soffitto. Verso ovest, dopo breve discesa, s'incontra una nuova sala di crollo ascendente, parzialmente divisa da macigni. Nella prima sezione sono presenti due diramazioni inferiori, questi cunicoli conducono nella parte più profonda della grotta. All'estremità della sala, in alto, due rami portano rispettivamente in un cunicolo verso l'uscita (citato in apertura della descrizione) e in un ramo che sbuca direttamente nel pavimento della sala principale accanto a un grande masso.

Carsologia: La grotta presenta una morfologia prettamente tettonica, ad andamento labirintico, caratterizzata da importanti fratture (Fig. 9, Fig. 10). Numerose sono le sezioni sovrapposte collegate fra loro da intricati passaggi comunicanti che si incrociano a vari livelli. In alcuni settori è interessata da stillicidio temporaneo, comunque sempre debole, mentre rare sono le concrezioni, prevalentemente *stalagniti in fase senile*. In epoca incerta, probabilmente remota, il cedimento, avvenuto all'esterno, di una grande parete rocciosa ha provocato un crollo di grandi proporzioni, modificando profondamente l'intera struttura della grotta. Enormi macigni e blocchi hanno probabilmente seppellito



Figura 11: Il collare in bronzo (1800-1500 a.C.) deposto in grotta (foto: Sergio Veri).

l'ingresso originale impedendo, per un lunghissimo e indeterminato periodo, ogni frequentazione umana; fino al recente giorno della scoperta. All'interno della grotta, in particolare nei settori a nord e nella sala principale, sono ancora perfettamente visibili i resti del grande crollo.

Meteorologia: L'imbocco attuale si comporta da ingresso inferiore: espelle intensi flussi d'aria fredda in

estate e aspira in inverno. Nel mese di agosto, nella sala principale e nelle sezioni superiori, si misurava una temperatura di 11 °C, mentre si registravano 8.5 °C nelle parti inferiori.

Percorribilità, valutazione tecnica: La grotta è di difficile accesso, nell'ultimo tratto occorre attraversare scoscese ed esposte rupi.

Archeologia: Durante la prima esplorazione, riposto sul fondo di una galleria discendente (v. rilievo, Fig. 9, Fig. 10), perfettamente visibile all'interno di un vano, è stato trovato un collare in bronzo tipologicamente databile al Bronzo antico (Veri 2018; David-Elbiali 2019; Veri 2019). Di forma ellittica misura 15.6 cm di diametro (Fig. 11). Lo spessore è decrescente verso le estremità che sono appiattite e arrotondate. L'analisi della composizione del metallo effettuata dal Museo nazionale svizzero ha fornito importanti indizi sulle caratteristiche del reperto. L'oggetto fu realizzato in bronzo: una lega di rame e stagno, quest'ultimo presente in misura del 12% circa. Di regola prima del 1850 a.C. gli oggetti non contenevano una percentuale così alta di stagno a causa dell'assenza di giacimenti nell'area alpina. Altre impurità, come arsenico, nichel, antimonio e argento, sono presenti nel minerale di rame, ciò suggerisce che esso sia di provenienza alpina. Il collare di Mendrisio sembra quindi sia stato prodotto con rame alpino durante la seconda metà dell'antica età del Bronzo, tra il 1800 e il 1500 a.C. circa. Oggetto di prestigio è più simile ai torques dell'Italia settentrionale rispetto ai collari nordalpini. La sua deposizione in grotta richiama un'offerta votiva, un rito comune nell'età del Bronzo (David-Elbiali 2019). Un esame a vista approfondito nella sala principale ha permesso in un secondo tempo di rinvenire della selce lavorata abbandonata al suolo, nel dettaglio si tratta di uno strumento di scheggiatura e scarti di lavorazione ritoccati e modificati. Di difficile datazione, gli esemplari trovano infatti correlazioni e similitudini con altri strumenti litici realizzati in un periodo temporale compreso tra il Paleolitico e l'età del Bronzo (Lo Vetro, com. orale 2019).

Archeozoologia: I resti ossei di origine animale raccolti nella grotta sono stati determinati da M. Blant e da W. Müller presso l'ISSKA e il laboratorio archeozoologico dell'Università di Neuchâtel nell'ambito di uno studio finanziato dal Museo cantonale di storia naturale. Le parti appartenenti a mammiferi di grande taglia comprendono in particolare due equini, un omero di asino, diverse ossa caprine (pecora o capra) e un calcagno bovino. Cinque specie di pipistrelli sono state scoperte nella grotta: *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus hipposideros*, *Myotis myotis*, *Myotis blythi* e *Myotis daubentoni*. I primi quattro figurano attualmente nella Lista rossa (Bohnenstengel et al. 2014; Blant 2018). Le ossa di un serpente, trovate distese al suolo ai margini della sala principale, sono state sottoposte a datazione. La prova al carbonio 14 presso il Politecnico federale di Zurigo ha dato il seguente risultato: (714 ± 22 ¹⁴C BP; ETH-93241; 1261-1298 d.C., OxCal v4.3.2; IntCal13 Reimer et al. 2013; intervallo di confidenza 2σ, 95.4% di probabilità). Un altro esemplare, sempre di serpente, era situato nelle sezioni più profonde della grotta e si presentava quasi interamente sepolto da fini detriti.

Fauna ipogea: In seguito all'apertura del nuovo ingresso avvenuta nel 2017, nel corso dell'anno 2020, alcuni isolati esemplari di chiroteri hanno ripreso a frequentare la grotta. L'ambiente ipogeo viene utilizzato come ricovero diurno estivo e come luogo di svernamento.

Bibliografia: Blant (2018), David-Elbiali (2019), Veri (2018, 2019).

TI 172 La Giurassica

Coordinate ingresso: 2°720'212, 1°082'563

Quota ingresso: 690 m

Comune: Mendrisio (TI)

Località: Monte Generoso

Sviluppo reale: 101 m

Dislivello: -16 m

Geologia: La cavità si sviluppa interamente nei calcari selciferi della Formazione di Moltrasio di età giurassica (Bernoulli et al. 2017).

Itinerario d'accesso: Dal parcheggio presso l'eremo di San Nicolao si prosegue verso nord lungo il sentiero diretto al Monte Generoso. A quota 700 m si risale un pendio boscoso per raggiungere la dorsale principale. Gradualmente, con massima prudenza, si scende ora nel ripidissimo versante ovest del monte, in direzione nord. Giunti sul bordo di un vertiginoso precipizio, alla base di una paretina rocciosa si apre il modesto e poco evidente ingresso della grotta. Per raggiungere in sicurezza la cavità è possibile assicurarsi con corda a degli alberi.

Cenni storici: Scoperta e prima esplorazione, aprile 2017, ad opera di Sergio Veri, che ha pure allestito la presente scheda di catasto.

Descrizione: Dall'ingresso si procede sotto una sporgenza rocciosa con intaglio in alto a destra. Si svolta subito a sinistra e si affronta un saltino gradinato e relativamente stretto. Dopo pochi metri in lieve discesa, si supera un P4, spit a destra e a soffitto, giungendo alla base di una frattura dal suolo momentaneamente ripido e franoso, la galleria si presenta alta con netto restringimento verso il fondo. Si prosegue a mezz'altezza in opposizione tra le pareti, con cautela e attenzione per non danneggiare i numerosi speleotemi presenti. Al termine quando la cavità, verso il basso, appare chiusa dalle concrezioni, ci si alza qualche metro lungo il pavimento molto inclinato e completamente ricoperto da colate di calcite, raggiungendo la parte superiore della galleria principale. Nella prima parte e al centro le pareti sono ancora ben concrezionate (Fig. 13), proseguendo in graduale discesa, affrontando qualche saltino, dopo una trentina di metri il ramo diventa sempre più umido e stretto con depositi argillosi alle pareti. Al termine, dopo una strozzatura con massi di crollo al suolo, il cunicolo si riduce presto in fessura impercorribile (Fig. 12).

Carsologia: La grotta è situata nel suggestivo versante ovest del Monte Generoso, al culmine di verticali pareti rocciose. I rilasci tensionali del massiccio montuoso hanno determinato la formazione della frattura principale. Per effetto dell'infiltrazione meteorica successiva al rilascio, la grotta risulta abbondantemente concre-

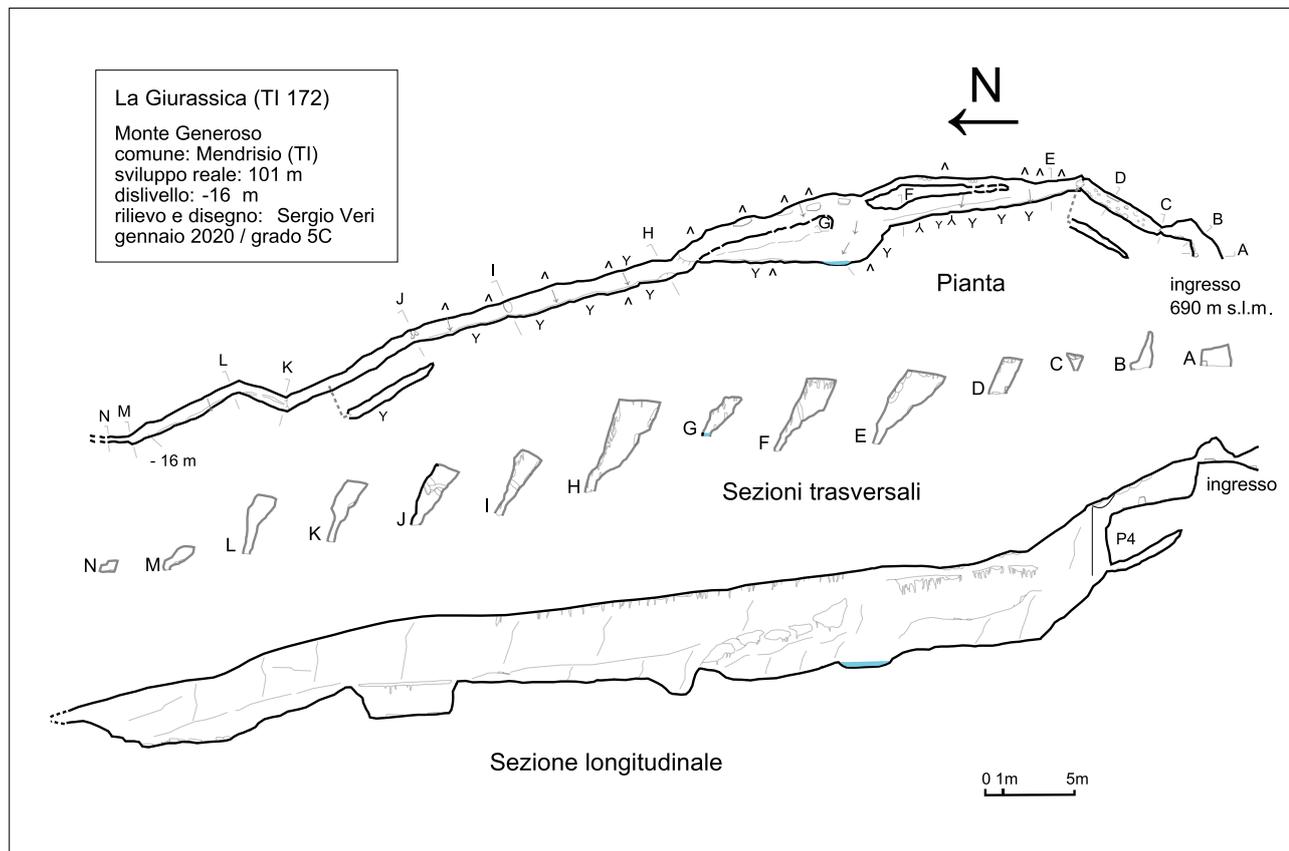


Figura 12: Topografia della grotta La Giurassica.

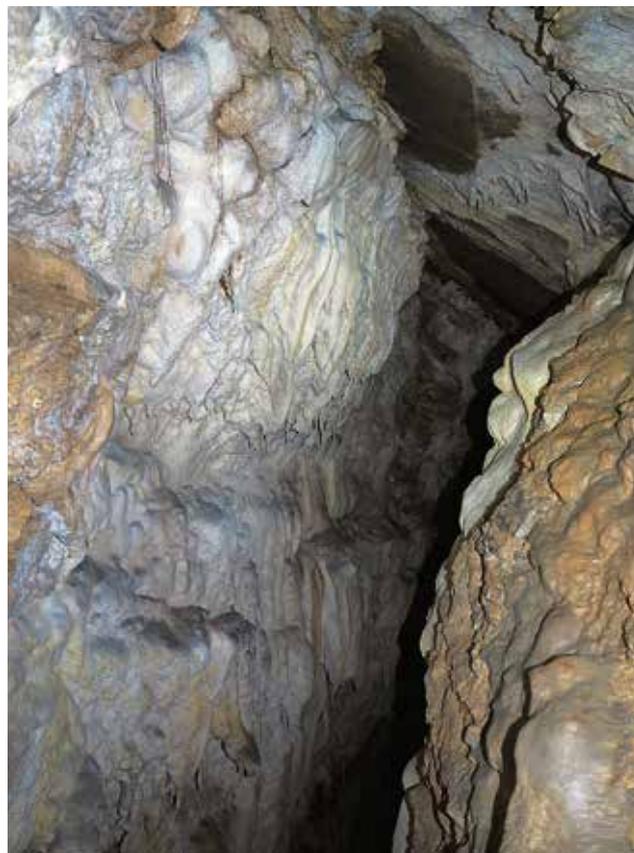


Figura 13: Galleria principale: in questo tratto la cavità misura 2.5 m in altezza ed è larga 1.5 m (foto: Sergio Veri).

zionata: sono presenti stalattiti e stalagmiti nelle diverse varianti, crostoni parietali, dighe di concrezione (*gours*) e copiose formazioni di latte di monte (*moonmilk*). Attualmente, in condizioni normali, la grotta è interessata da modesto stillicidio. Dopo prolungate piogge, in alcuni tratti, per effetto dello scorrimento superficiale, nella stretta e inagibile parte inferiore si formano temporanei depositi d'acqua.

Meteorologia: In assenza di sensibili correnti d'aria il clima risulta sempre gradevolmente temperato. A inizio primavera, al centro della cavità, si registrava una temperatura di 12.4 °C.

Percorribilità, valutazione tecnica: Occorre prudenza nell'affrontare il ripido pendio durante la fase d'avvicinamento alla grotta.

TI 173 Grotta del Belvedere (o del Veglio)

Coordinate ingresso: 2°718'365, 1°136'047

Quota ingresso: 407 m

Comune: Biasca (TI)

Località: Grotti di Biasca

Sviluppo reale: 213 m

Dislivello: -14 m

Geologia: La cavità si sviluppa in una frattura nello gneiss. Il pendio dove si trova la grotta tettonica del Belvedere è caratterizzato da numerose frane e blocchi di notevoli dimensioni e abbondante detrito di falda.

Itinerario d'accesso: Per accedere alla grotta si deve percorrere un sentiero a destra dei grotti di Biasca, si sale per circa 15/20 minuti giungendo in una valletta

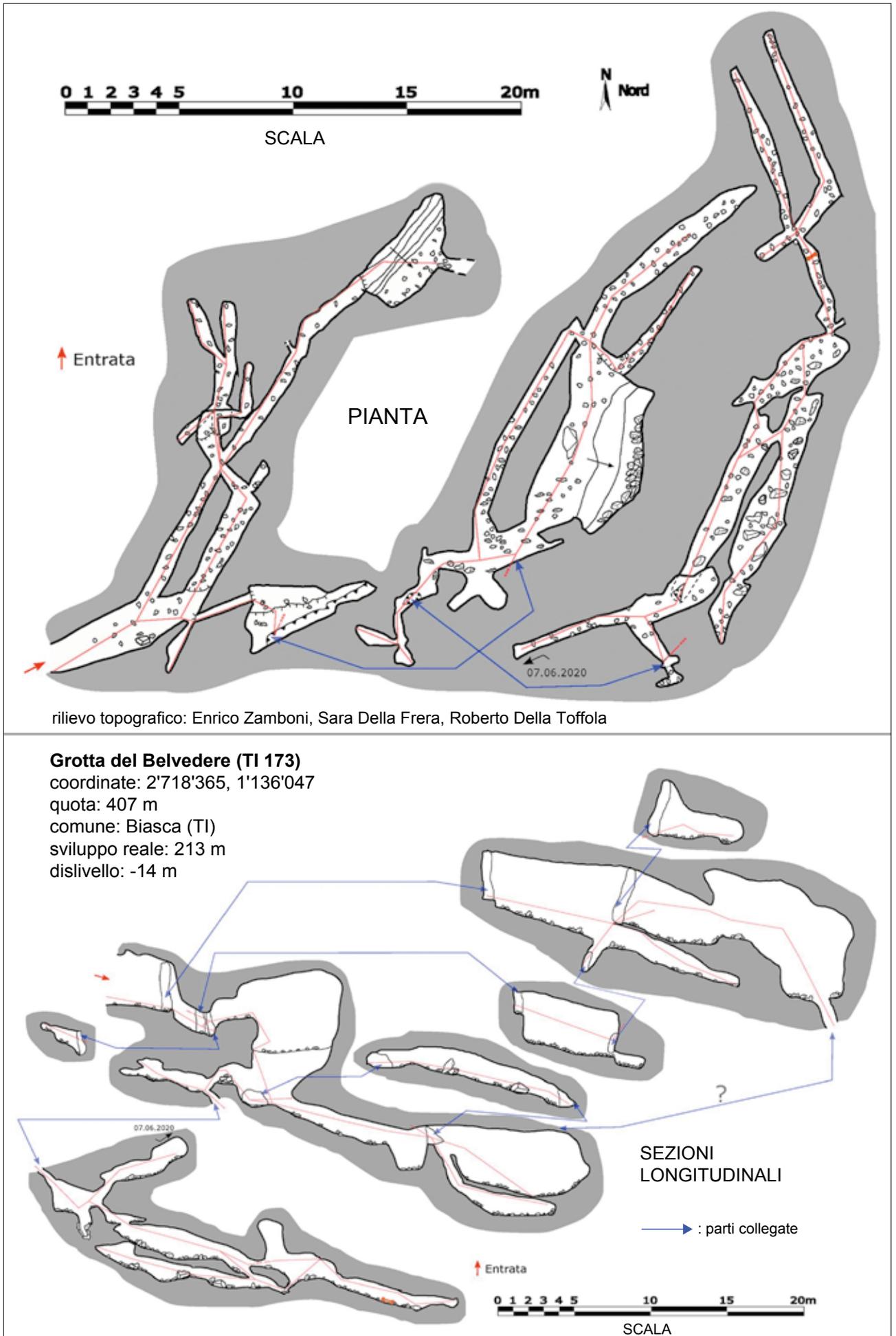


Figura 14: Topografia della Grotta del Belvedere.

con un cancelletto, lo si supera, ci si sposta a sinistra senza seguire il sentiero e si arriva sotto una parete di roccia con un terrazzamento artificiale. L'ingresso della cavità si trova circa 5 m sopra questo ripiano seguendo una scalinata in piode, una torretta di sassi ne protegge l'ingresso. Alla sua sinistra una cengia di roccia a forma di balcone si affaccia su un magnifico panorama che domina il paese.

Cenni storici: La cavità, situata in posizione strategica rispetto al fondovalle biaschese, nascosta sotto scoscese pareti rocciose, ricorda alcune fortezze a grotta note nella regione come “rocche rupestri” o “Case dei pagani” di epoca medievale.

Al suo interno è stato ritrovato un coccio di vaso in pietra lavorata, con tracce di fuliggine, e altri reperti metallici (chiodi lavorati a mano). All'esterno sono ancora presenti dei supporti di ferro probabilmente più recenti che indicano un utilizzo della grotta come deposito o rifugio temporaneo. Sembra infatti che in tempi non lontani vivesse un certo Veglio, che ha dato il nome al luogo (per i locali: “Grotta del Veglio”), (Mazzucchelli, com. scritta 2003). La presente scheda di catasto è stata allestita da Roberto Della Toffola.

Descrizione: La cavità si sviluppa lungo le fratture parallele della parete di roccia soprastante e si immerge un po' più in profondità per circa una decina di metri seguendo la direzione principale nord-ovest. Il dislivello della grotta rilevata in un primo rilievo, alcuni anni fa, era di -7 m per uno sviluppo di 48 m (Mazzucchelli, com. scritta 2003). Nelle più recenti esplorazioni, si è intrapresa una campagna di misure tra le quali anche il rifacimento totale della topografia. La scoperta di nuovi rami ha portato la profondità a 14 m e lo sviluppo a 213 m (Fig. 14).

Meteorologia: La grotta è percorsa regolarmente da correnti d'aria piuttosto sostenute che variano da 0.3 a 1.3 m/s, la temperatura misurata nel giugno del 2020 era di 17.3 °C di media a 10 m dall'ingresso. Il 1° agosto dello stesso anno, la temperatura era di 22 °C con un'umidità relativa del 68.7% (esterno 27.8 °C e 59% di umidità). In quei giorni il vento presente all'esterno era a tratti forte e poteva dunque influenzare le misure climatiche. Durante il mese di settembre dello stesso anno la temperatura misurata grazie a un dispositivo datalogger Elitech RC5, accuratezza ± 0.5 (-20°C/+40°C), periodo dal 29.08.2020/28.09.2020, frequenza di 2 minuti, ha rivelato che durante questo mese la temperatura media interna a circa una ventina di metri dall'ingresso, in cima alla frattura principale, era di 19.8 °C, mentre quella esterna era di 24.9 °C. L'andamento della temperatura interna era stabile, ma i picchi di temperatura esterna hanno un'influenza su quella interna e provocano piccole variazioni.

Osservazioni: Ai piedi della Grotta del Belvedere si trova un'altra cavità denominata Caverna dei Grotti di Biasca o *Cà d'la Cröiscia* (TI 174). Le due cavità condividono il medesimo contesto tettonico e sono praticamente collegate anche se non si può per il momento accedervi dall'interno. Le topografie recenti hanno evidenziato che la distanza tra le due è di poco più di un metro, ma purtroppo il passaggio è impraticabile in quanto chiuso parzialmente da un blocco di roccia.

TI 174 Caverna dei Grotti di Biasca (o Cà d'la Cröiscia)

Coordinate ingresso: 2°7'18"365, 1°13'6"047

Quota ingresso: 401 m

Comune: Biasca (TI)

Località: Grotti di Biasca

Sviluppo reale: 85 m

Dislivello: -22 m

Geologia: La cavità si sviluppa in una frattura nello gneiss. Il pendio dove si trova la Caverna dei Grotti di Biasca è caratterizzato da numerose frane e blocchi di notevoli dimensioni e abbondante detrito di falda.

Itinerario d'accesso: Per accedere alla grotta si deve percorrere un sentiero a destra dei grotti di Biasca, si sale per circa 15/20 minuti giungendo in una valletta con un cancelletto, lo si supera, ci si sposta a sinistra senza seguire il sentiero e si arriva sotto una parete di roccia con un terrazzamento artificiale. L'ingresso della cavità si trova all'altezza del ripiano, l'entrata è caratterizzata da un pertugio tra le rocce che porta a una cameretta, una seconda entrata molto stretta si apre in frattura.

Cenni storici: Cavità e ripari sotto roccia collegate ai *Cröisch* o che riportano questo termine nel nome sono frequenti nelle Tre Valli (Högl 2017), anche se la loro esatta funzione non è ancora stata determinata. La presente scheda di catasto è stata allestita da Roberto Della Toffola.

Descrizione: La cavità si sviluppa lungo fratture parallele della parete di roccia soprastante e si immerge fino a una profondità di circa 20 m seguendo la direzione principale nord-ovest (Fig. 15). Il dislivello negativo rilevato in un primo rilievo alcuni anni fa era di 22 m per uno sviluppo di 85 m (Mazzucchelli, com. scritta 2003). Il suo interno è caratterizzato da due ambienti contrastanti, con depositi di limo e molte radici che si sviluppano anche sui depositi di ossa sparse nella parte est, mentre la parte più profonda presenta depositi di roccia fratturata e blocchi di una certa dimensione. In questo settore la frattura è ampia e molto alta. La cavità è stata purtroppo utilizzata impropriamente, risulta infatti parzialmente invasa da spazzatura e scarti di animali, era presente persino la carcassa di una capra con al collo un campanaccio. Prossimamente è prevista una radicale pulizia.

Meteorologia: La grotta è percorsa regolarmente da correnti d'aria piuttosto sostenute che variano da 0.3 a 1.3 m/s. Il 1° agosto 2020, la temperatura interna era di 22 °C con un'umidità relativa del 68.7% (esterno 27.8 °C e 59% di umidità). La temperatura media misurata in settembre dello stesso anno era di 17.4 °C a circa 10 m dall'ingresso, a metà della frattura principale. Le misurazioni sono state effettuate con dispositivo datalogger Elitech RC5, accuratezza ± 0.5 (-20°C/+40°C), periodo dal 29.08.2020/28.09.2020, frequenza di 2 minuti. Le correnti d'aria che si sviluppano in contesti di frane e fratture seguono l'influenza delle variazioni esterne.

Osservazioni: Sopra la Caverna dei Grotti di Biasca è situata la Grotta del Belvedere o Grotta del Veglio (TI 173). Le due cavità condividono il medesimo contesto tettonico, pertanto valgono le stesse considerazioni espresse nella precedente osservazione.

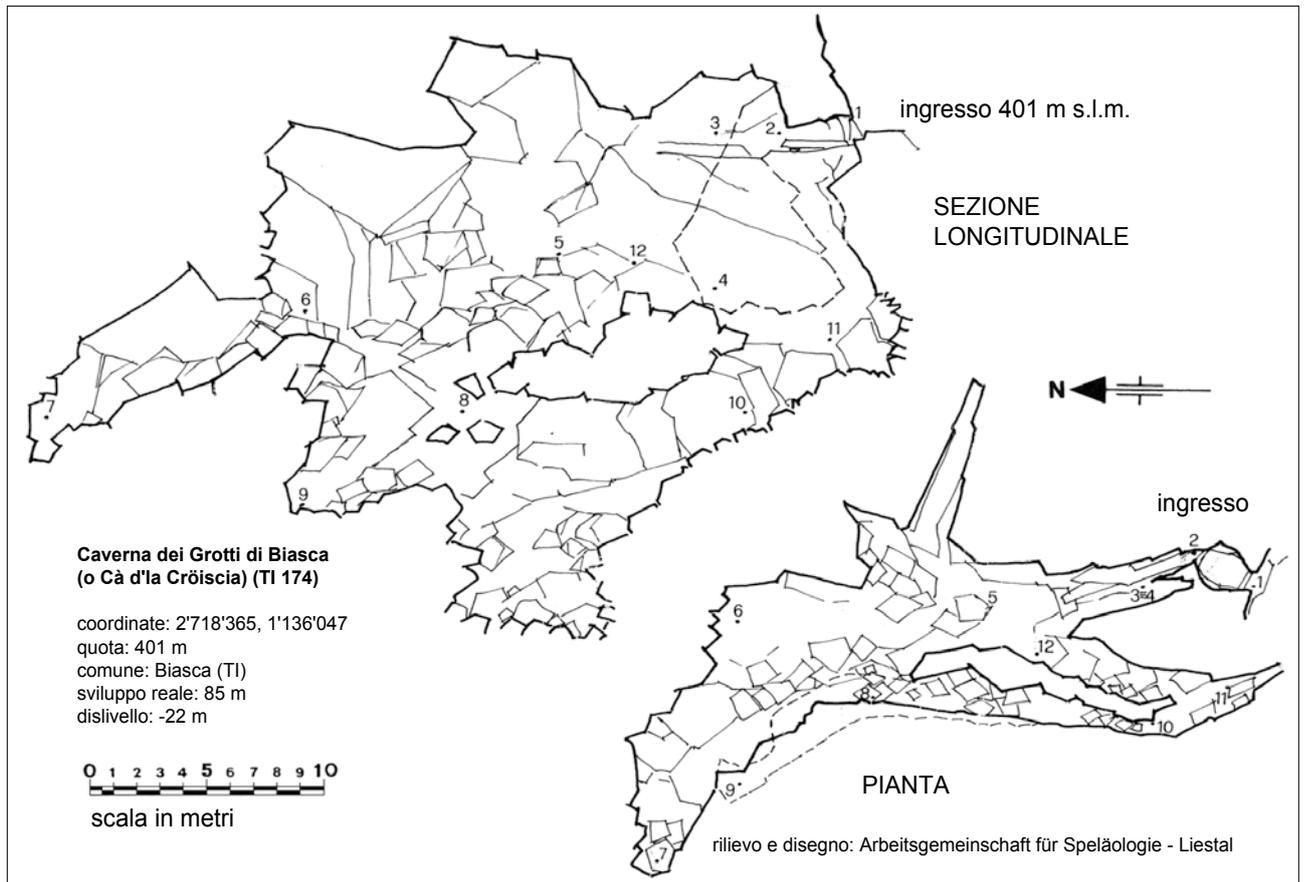


Figura 15: Topografia della Caverna dei Grotti di Biasca.

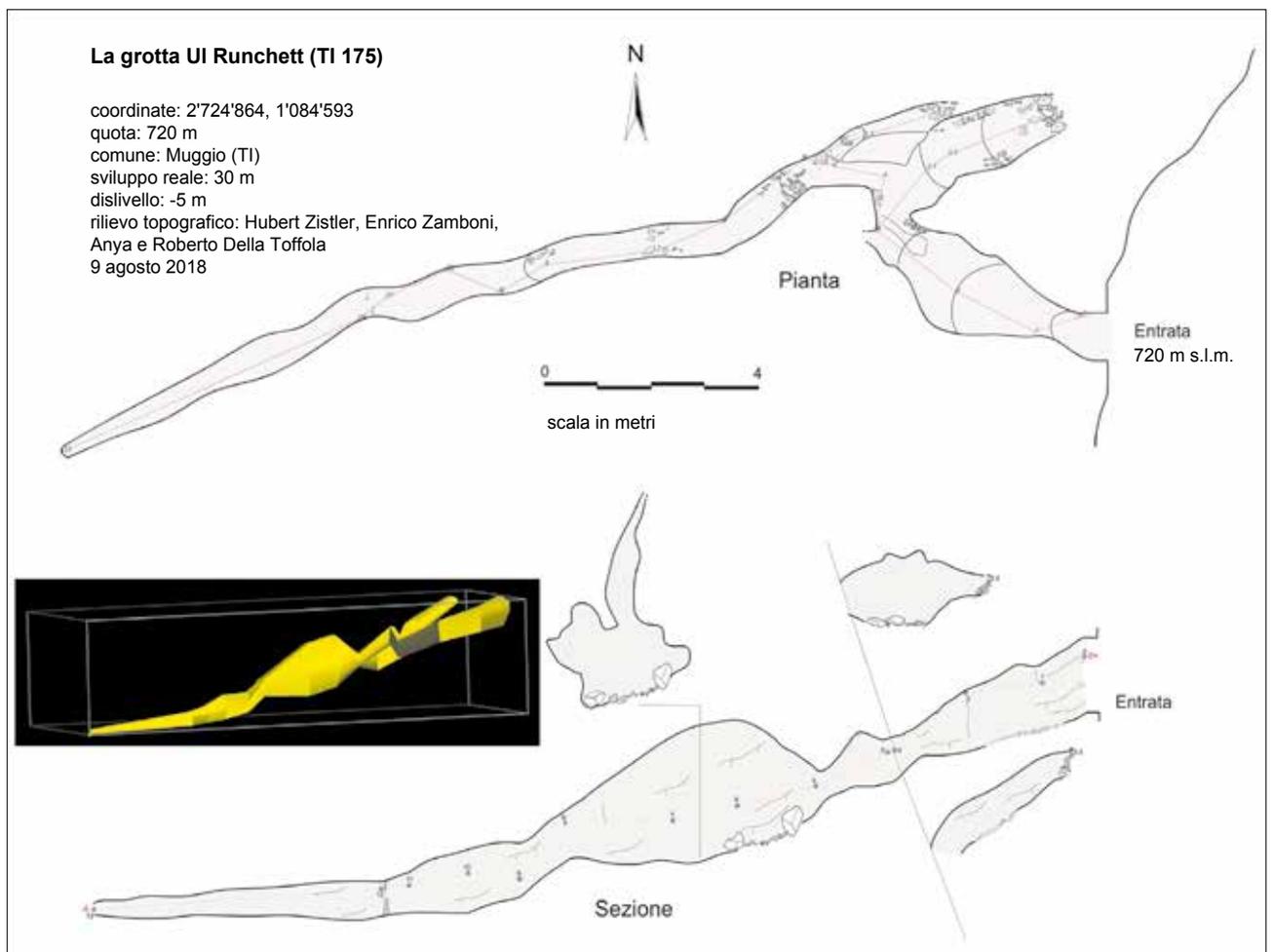


Figura 16: Topografia e modello 3D della grotta UI Runchett.

TI 175 La grotta Ul Runchett

Coordinate ingresso: 2°724'864, 1°084'593

Quota ingresso: 720 m

Comune: Muggio (TI)

Località: Ronchetti

Sviluppo reale: 30 m

Dislivello: -5 m

Geologia: La cavità si sviluppa interamente nei calcari selciferi della Formazione di Moltrasio del Periodo Giurassico (Bernoulli et al. 2017). La stratificazione della roccia nella zona Ronchetti è ben sviluppata con strati compatti che partono da pochi centimetri a 30/40 cm di spessore. Il calcare risulta piuttosto puro senza intrusioni di selce.

Itinerario d'accesso: Da Muggio si segue il sentiero che conduce alla Val Luasca e dopo pochi minuti si incontra un piccolo nucleo di rustici. La grotta si trova su di un sedime privato ed è utilizzata come cantina per verdure e bevande e chiusa con una costruzione di cemento e una porta di legno.

Cenni storici: La grotta è stata scoperta nel maggio del 2007 dal signor Oscar Brusadelli e suo figlio durante la visita al signor Luigi Colombo, proprietario del ronco da cui prende il nome la grotta (Zona Ronchetti). La cavità si trova infatti in prossimità della casa. L'entrata è stata disostruita durante i lavori di sbancamento della parete di roccia per ricavarne una piccola piazza di giro che si trova a ridosso della mulattiera ai piedi della Val Luasca. La cavità fu reperita notando un foro di pochi centimetri nell'interstrato degradato di questa parete. La piccola apertura incuriosì il signor Brusadelli che dopo molte ore di scavo aprì un varco, scoprendo un cunicolo sino ad allora inesplorato. La presente scheda di catasto è stata allestita da Roberto Della Toffola.

Descrizione: La cavità si è sviluppata lungo un interstrato degradato molto evidente, sono ben visibili anche le forme di erosione di una probabile seconda entrata (a nord-est). Al suo interno sono presenti forme di concrezionamento, piccole stalattiti adornano in alcuni punti la volta della grotta, sul fondo del cunicolo principale una grossa stalagmite (30 cm circa di lunghezza) blocca il passaggio degli speleologi, in alcuni punti vi è un leggero gocciolamento molto probabilmente derivato da condensazione. Come detto la piccola grotta è caratterizzata da evidenti segni di erosione su tutto il suo sviluppo, che in parte ha anche accelerato il distacco di parte delle pareti già fratturate. La grotta termina con una strettoia invalicabile, un'eventuale prosecuzione dell'esplorazione sembra impossibile al momento, a meno di rompere la stalagmite presente o allargare la parete opposta (Fig. 16).

Meteorologia: La temperatura della cavità misurata segue l'andamento di quella esterna. Le misure eseguite con dispositivo datalogger Tinytag Ultra 2, accuratezza 0.01°C, con frequenza di registrazioni ogni 30 minuti, tra il mese di maggio e il mese di agosto del 2018, hanno rilevato una temperatura di 10.2 °C che aumenta gradualmente per arrivare a raggiungere nel mese d'agosto i 15.5 °C.

TI 176 Grotta 1° Maggio

Coordinate ingresso: 2°683'960, 1°140'686

Quota ingresso: 1154 m

Comune: Cevio (TI)

Località: San Carlo

Sviluppo reale: 150 m

Geologia: La morfologia della Val Bavona è quella di una valle risultante dall'azione di erosione glaciale con un profilo a U e imponenti pareti verticali di rocce cristalline. Sui fianchi della valle sono presenti molti accumuli detritici formati da antiche frane. Come altre grotte conosciute nella zona si tratta di una cavità creata dalle nicchie presenti tra i massi di queste frane.

Cenni storici: La cavità è stata scoperta il 1° maggio 2020 da Enrico Zamboni e Sara Della Frera. L'esplorazione e il rilievo topografico hanno avuto luogo nel corso dell'estate con l'aiuto di Roberto Della Toffola. La presente scheda di catasto è stata allestita da Enrico Zamboni e Sara Della Frera.

Itinerario d'accesso: La grotta è raggiungibile grazie a un sentiero che inizia sopra la partenza della teleferica San Carlo-Robiei. Dopo averlo percorso per un breve tratto, si trova l'ingresso sul lato sinistro del sentiero nascosto tra grossi massi.

Descrizione: Un agevole corridoio discendente conduce alla sua destra in una sala più ristretta. Da qui, a sinistra, si apre un passaggio che con un salto di circa 3 m conduce a una sala inferiore. Da questa ulteriore cameretta si aprono stretti e tortuosi cunicoli (Fig. 17).

Archeozoologia: Nella cavità sono stati fatti importanti ritrovamenti ossei. In particolare, è stato identificato il cranio di uno stambecco. I reperti sono stati raccolti sul posto da R. Della Toffola e M. Blant il 18 luglio 2020 e determinati presso il laboratorio archeozoologico dell'Università di Neuchâtel (Dr. W. Müller). La datazione al radiocarbonio di un frammento osseo del cranio (articolazione occipitale), eseguita dal Laboratorio di fisica delle particelle dell'ETH di Zurigo (Dr. I. Hajdas), ha dato il seguente risultato: (2125 ± 23 ¹⁴C BP; ETH-109564; 341-52 a.C., intervallo di confidenza 2σ, 95.4% di probabilità). La Grotta del 1° Maggio, situata in zona boscosa, corrisponde ad una delle quote più basse in cui sono state ritrovate delle ossa di stambecco, senza intervento da parte dell'uomo (almeno in apparenza). Infatti, sempre in relazione a questo genere di mammifero, la maggior parte delle scoperte nelle Alpi, avviene solitamente ad una altitudine superiore ai 1500 metri (Blant et al. 2012; Blant 2020).

Meteorologia: La grotta è caratterizzata da due ambienti distinti: il settore al di sopra del salto si presenta per lo più asciutto, la parte più profonda, al di sotto della verticale, è contraddistinta da umidità e stitilicidio, in questo settore il clima è apparentemente più freddo. Questa differenza è probabilmente dovuta a un ricircolo d'aria nella parte superiore che permette la ventilazione attraverso un secondo collegamento verso la superficie. I risultati delle temperature registrate, all'esterno e all'interno, nel periodo autunno / inverno, anno 2020-21, effettuate con dispositivo datalogger Elitech RC5, accuratezza ± 0.5 (-20°C/+40°C), sono illustrati nella

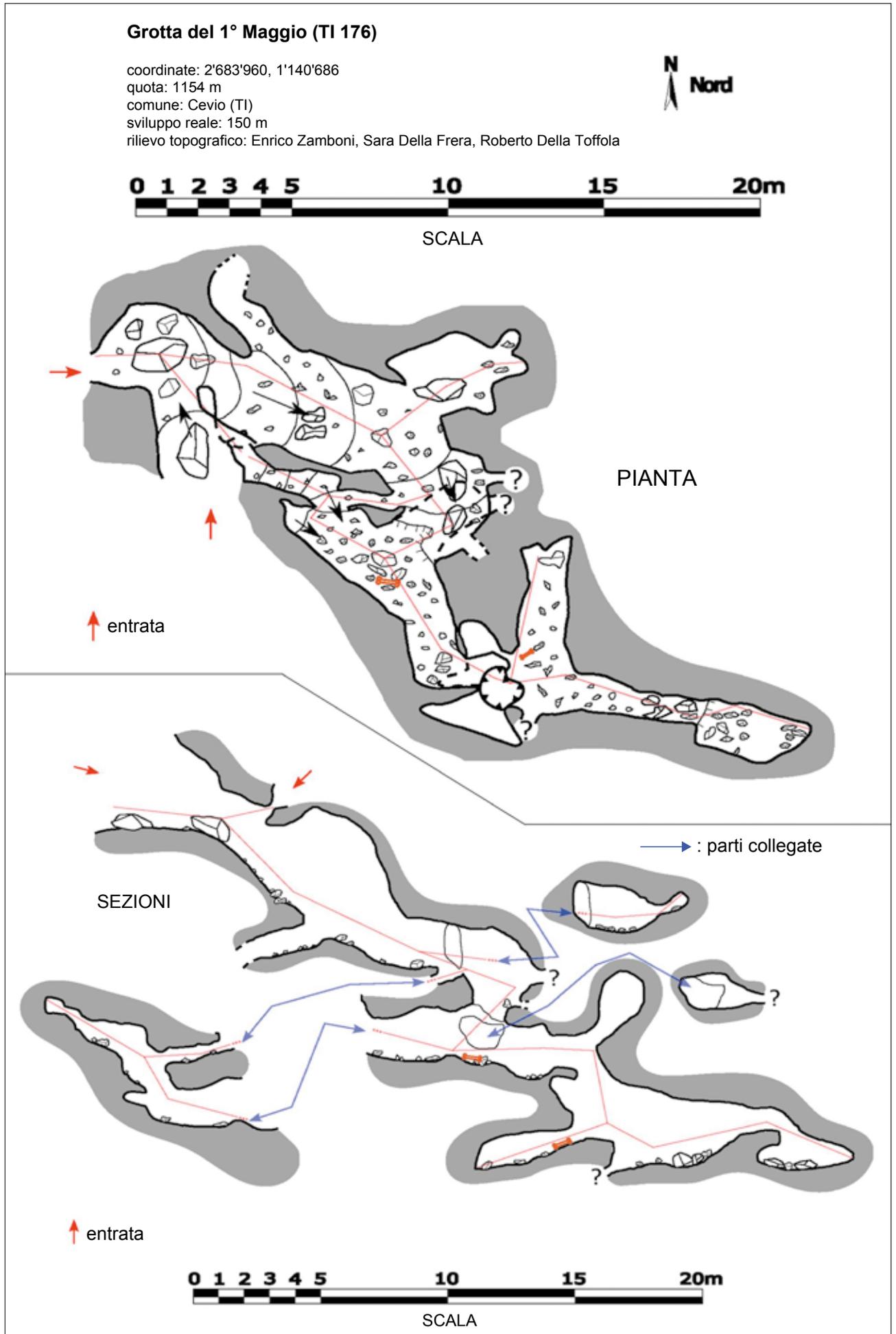


Figura 17: Topografia della Grotta 1° Maggio.

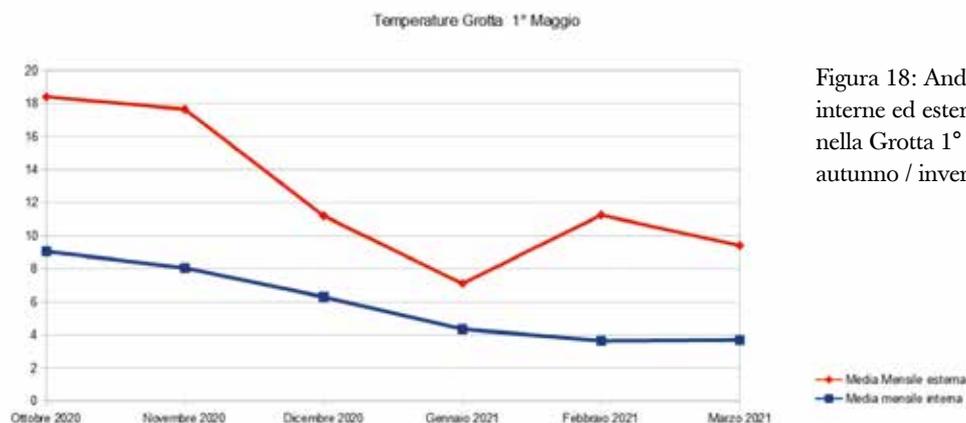


Figura 18: Andamento delle temperature interne ed esterne registrate nella Grotta 1° Maggio durante il periodo autunno / inverno (2020-2021).

(Fig. 18). All'esterno lo strumento è stato posizionato 5 metri sopra l'entrata a livello del suolo, protetto dal vento e dalle intemperie; nella grotta è stato collocato sopra la base del pozzetto finale, a circa 30 metri dall'ingresso.

Bibliografia: Blant et al. (2012), Blant (2020).

BIBLIOGRAFIA

- Bernasconi R. 1980. Der Gipskarst von Val Canaria TI. *Stalactite* 30(2): 53-57.
- Bernoulli D., Ambrosi C., Scapozza C., Castelletti C. & Wiedenmayer F. 2017. Foglio 1373 Mendrisio con parte del foglio 1374 Como. Atlante geologico della Svizzera 1:25'000, Carta 152. Ufficio federale di topografia, Wabern.
- Bertoni M. 1883. Le abitazioni dei Cröisch o Grebels. O il Paganesimo nella Valle di Blenio. *Bollettino storico della Svizzera Italiana*, (9): 189-196.
- Bianchi-Demicheli F. & Cavalli I. 1980. Le grotte del Ticino VII - Note abiologiche III. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 68: 133-153.
- Bianchi-Demicheli F. 1984. Le grotte del Ticino IX. Note abiologiche V. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 72: 79-94.
- Bianchi-Demicheli F. 1991. Le grotte del Ticino X. Note abiologiche VI. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali* 79(2), 97-124.
- Bianchi-Demicheli F. & Oppizzi N. 1995. Le grotte del Ticino XI: note abiologiche 7. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 83(1-2): 35-61.
- Bianconi F., Beffa F.A., Steiger R.H., Günthert A., Hasler P., Baumer A. & Huber C.W. 2014. Foglio 1252 Ambri-Piotta. - Atlante geologico della Svizzera 1:25'000, Carta 138. Ufficio federale di topografia, Wabern.
- Bianconi F. & Strasky S. 2015. Foglio 1252 Ambri-Piotta. - Atlante geologico della Svizzera 1:25'000, Note esplicative. Ufficio federale di topografia, Wabern, 212 pp.
- Blant M., Imhof W., Oppliger J. & Castel J.-C., 2012. Analyse chronologique des données d'occupation de bouquetins (*Capra ibex*) dans les grottes des Alpes suisses. Actes du 13e Congrès National de Spéléologie, Muotathal. Supplément n° 18 à *Stalactite*, 231-236.
- Blant M. 2018. Détermination et datation des ossements de la Grotta Veri (Monte Generoso, Mendrisio). *La Chaux-de-Fonds, ISSKA, Rapport inédit*, 5 pp.
- Blant M. 2020. Détermination des ossements des grottes du Canton du Tessin 2020. *La Chaux-de-Fonds, ISSKA, Rapport inédit*, 8 pp.
- Bohnenstengel T., Krättli H., Obrist M.K., Bontadina F., Jaberg C., Ruedi M. & Moeschler P. 2014. Lista Rossa Pipistrelli. Specie minacciate in Svizzera, stato 2011. Berna, UFAM/CCO/KOF/CSCF/WSL, Pratica ambientale n. 1412, 95 pp.
- Cotti G. & Ferrini D. 1961. Le grotte del Ticino IV - Note abiologiche I. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 54: 97-212.
- David-Elbiali M. 2019. Der Zufallsfund eines Ösenhalsrings aus Bronze. *Archäologie Schweiz*, 42(2): 78-81.
- Della Toffola R., Bianchi-Demicheli F. & Oppizzi N. 2004. La Grotta del Canalone (TI 166 / MG 79): scheda speleologica. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 92(1-2): 45-47.
- Fabbro M. 1998. Val Canaria 1998: Hydrogeologische Verbindung zwischen Val Canaria und Ritom See. *Zurigo, Diplomarbeit ETH Zürich (unpubl.)*, 54 pp.
- Ferrini D. 1962. Le grotte del Ticino VI - Note abiologiche II. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 55: 129-153.
- Högl L. 2017. «Casa dei pagani», in: *Dizionario storico della Svizzera (DSS)*, versione del 16.03.2017 (traduzione dal tedesco). Online: <https://hls-dhs-dss.ch/it/articles/011148/2017-03-16/>, consultato il 13.4.2021.
- Matasci B., Epard J.-L. & Masson H. 2011. The Teggiolo zone: a key to the Helvetic-Penninic connection (stratigraphy and tectonics in the Val Bavona, Ticino, Central Alps). *Swiss Journal of Geosciences*, 104: 257-283.
- Meier G., Scimè P., Kistler P. & Abderhalden M. 2015. Prima segnalazione di *Dolichopoda geniculata* (O.G. Costa, 1836) in Svizzera. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 101: 109-112.
- Otz M.H., Otz H.K., Otz I. & Siegel D.I. 2003. Surface water/groundwater interaction in the Piora Aquifer, Switzerland: evidence from dye tracing tests. *Hydrogeology Journal*, 11: 228-239.
- Spinedi F., Lafranchi T., Oppizzi N. & Oppizzi P. 1980. Le grotte nella regione del Basodino - Note abiologiche IV. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 68: 155-169.
- Veri S. 2017. Scoperta e prima esplorazione della grotta più estesa nel gesso-anidrite presente nel Canton Ticino. *Stalactite*, 67(2): 24-28.
- Veri S. 2018. Monte Generoso - Grotta Veri: ritrovamento di un reperto archeologico risalente all'antica età del Bronzo. *Bollettino dell'Associazione archeologica ticinese*, 30: 34-35.
- Veri S. 2019. Monte Generoso (TI): la sorprendente scoperta di una grotta frequentata durante il Bronzo antico. *Stalactite*, 69(1-2): 4-11.

Auchenorrhinchi ed eterotteri (Hemiptera) di ecosistemi naturali di rilevante valore in Cantone Ticino (Svizzera)

Valeria Trivellone^{1*}, Roland Achtziger², Eckart Fründ³, Lysann Funke⁴, John Hollier⁵,
Werner E. Holzinger⁶, Elisabeth Huber⁶, Gernot Kunz⁷, Roland Mühlethaler⁸,
Herbert Nickel⁹, Rolf Niedringhaus¹⁰, Bernd Panassiti¹¹, Alex Ramsay¹², Verena Rösch¹³,
Gabrijel Seljak¹⁴, Roel van Klink¹⁵ e Lucia Pollini Paltrinieri¹⁶

¹ Illinois Natural History Survey, Prairie Research Institute, University of Illinois, Champaign, IL 61820, USA

² TU Bergakademie Freiberg, Biology & Ecology Unit, Leipziger Straße 29, 09599 Freiberg, Germania

³ Westerwiesenweg 21, 27383 Scheeßel, Germania

⁴ Schulweg 20, 09599 Freiberg, Germania

⁵ Muséum d'histoire naturelle de Genève, C.P. 6434, CH-1211 Genève 6, Svizzera

⁶ Oekoteam – Institute für Animal Ecology and Landscape Planning, Bergmannsgasse 22, 8010 Graz, Austria

⁷ Karl Franzens University of Graz, Universitätsplatz 2, Department of Biology, 8010 Graz, Austria

⁸ Wunsiedeler Weg 36, 12247 Berlino, Germania

⁹ Ricercatore indipendente, Ehrengard-Schramm-Weg 2, 37085 Göttingen, Germany

¹⁰ Landscape Ecology Group, Institute of Biology and Environmental Sciences, University of Oldenburg, Germania

¹¹ Ricercatore indipendente, Munich, Germania

¹² 49 Rutherglen Road, London SE2 0YA, Regno Unito

¹³ iES Landau, Institute for Environmental Sciences, University of Koblenz-Landau, Fortstraße 7, 76829 Landau, Germania

¹⁴ Kromberska cesta 8, 5000 Nova Gorica, Slovenia

¹⁵ German Center for Integrative Biodiversity Research (iDiv) Halle-Jena-Leipzig, Puschstraße 4, 04103 Leipzig, Germania

¹⁶ Museo cantonale di storia naturale, Viale Carlo cattaneo 4, 6900 Lugano, Svizzera

* valeria.trivellone@gmail.com

Riassunto: Il contributo riporta i risultati delle raccolte di emitteri effettuate in Cantone Ticino in giugno 2017 dagli entomologi convenuti a Lugano per il 24^{esimo} Central European Auchenorrhyncha meeting. Questo report costituisce il primo contributo alla caratterizzazione della auchenorrhincofauna di alcuni dei principali ambienti e riserve naturali del territorio ticinese. Dal materiale raccolto con retino, raccolta a vista e aspiratore entomologico nell'arco di sei giorni è stato possibile identificare 214 specie di auchenorrhinchi, pari al 38% delle 561 specie del gruppo riportate per l'intero territorio elvetico. Sedici specie di auchenorrhinchi, in gran parte già note per paesi limitrofi all'area di indagine (quali Italia, Francia, Austria e Germania), vengono qui segnalate per la prima volta come nuove per la Svizzera. Tra le nuove specie rientrano anche entità tipicamente mediterranee che al momento trovano nella presente segnalazione il loro limite a nord di distribuzione geografica (*Jassargus avennicus* e *Notus italicus*). Di particolare interesse risulta il rinvenimento di un'entità nuova per la scienza (n. gen., n. sp.), appartenente alla sottofamiglia Deltocephalinae, tribù Mukariini. Il cicadellide è strettamente associato a piante di bambù ornamentali di aree urbane, ed è verosimile che sia di origine asiatica. Oltre ad auchenorrhinchi sono stati raccolti anche esemplari di eterotteri risultati appartenere a 29 specie, tutte già conosciute per la Svizzera.

Parole chiave: cariceti, Cicadomorpha, Fulgoromorpha, golene, Heteroptera, parchi urbani, prati magri

Auchenorrhyncha and Heteroptera (Hemiptera) of relevant natural ecosystems in the Cantone of Ticino

Abstract: The present paper provides the results of the sampling of hemipteran species carried out in Cantone Ticino during the 24th Central European Auchenorrhyncha meeting held in Lugano in June 2017. This report is the first contribution to the knowledge of Auchenorrhyncha in the most important habitats and nature preserve areas in Ticino. Using sweep-nets, suction-samplers, and hand collections, 214 Auchenorrhyncha species were collected and identified during six-days of field-work, representing 38% of the total species number of this group recorded in Switzerland. Sixteen species were recorded for Switzerland for the first time, most of them known from the neighboring countries (i.e., Italy, France, Austria, Germany) and expected to occur. Among the new records, species with a Mediterranean distribution were recorded, and the localities of the present survey represent their current northern limit (e.g., *Jassargus avennicus* and *Notus italicus*). A remarkable record regards an undescribed species (n. gen. n. sp.) belonging to the subfamily Deltocephalinae, tribe Mukariini. This bamboo-feeding leafhopper was collected in urban gardens, and has probably been introduced from Asia. A total of 29 species of Heteroptera were also identified but all of them were already known to occur in Switzerland.

Keywords: Cicadomorpha, dry meadow, flood plain, Fulgoromorpha, Heteroptera, sedge, urban garden

Auchenorrhyncha und Heteroptera (Hemiptera) bedeutender naturnaher Lebensräume im Kanton Tessin (Schweiz)

Zusammenfassung: In dieser Arbeit werden die Ergebnisse zikaden- und wanzenkundlicher Aufsammlungen präsentiert, die im Zuge der 24. Mitteleuropäischen Zikadentagung in Lugano im Juni 2017 getätigt worden waren. Es handelt sich um den ersten Beitrag zur Kenntnis der Zikadenfauna der wichtigsten Lebensräume und Schutzgebiete des Tessin. Mithilfe von Keschern, Insektensaugern und Handaufsammlungen wurden an sechs Tagen insgesamt 214 Zikadenarten gesammelt und identifiziert. Diese stellen 38% der aus der Schweiz bekannten Arten dar. Sechzehn Arten werden hier erstmals für die Schweiz nachgewiesen, wobei die meisten aus Nachbarländern (Italien, Frankreich, Österreich, Deutschland) bekannt waren und erwartet werden konnten. Unter den Erstnachweisen fanden sich auch Arten mit mediterranem Areal, für die die hier präsentierten Fundorte ihren nördlichsten Verbreitungspunkt repräsentieren (z. B. *Jassargus avennicus* und *Notus italicus*). Besonders bemerkenswert war der Fund einer bislang unbeschriebenen Gattung und Art aus dem Tribus Mukariini der Unterfamilie Deltocephalinae. Diese Art lebt an Bambus und konnte in urbanen Gärten gesammelt werden. Sie wurde wahrscheinlich aus Asien eingeschleppt. Im Rahmen der Geländeerhebungen wurden auch 29 Wanzenarten gesammelt, die allerdings alle aus der Schweiz bereits bekannt sind.

Schlüsselwörter: Cicadomorpha, Trockenwiese, Flussaue, Fulgoromorpha, Heteroptera, Segge, Stadtgarten

INTRODUZIONE

Il 24^{esimo} “Central European Auchenorrhyncha meeting” si è tenuto a Lugano dal 9 all’11 giugno 2017, grazie al supporto organizzativo, logistico e finanziario del Museo cantonale di storia naturale (MCSN) (Fig. 1). Per quanto riguarda la Svizzera, questo stesso tipo di evento a cadenza annuale era già stato organizzato nel 2005 sull’Alpe Flix (Sur, Cantone dei Grigioni).

Fin dalla prima edizione il convegno ha rappresentato un’occasione per permettere agli esperti di auchenorrhinchi provenienti da tutta Europa di discutere di

esperienze e di aggiornamenti sulle indagini in corso (ciclo di presentazioni) e di effettuare, durante uno o due giorni di escursione, raccolte faunistiche mirate in aree naturali prossime alla sede dell’incontro. Il comitato organizzatore di detto 24^{esimo} incontro (primo e ultimo autore), coadiuvato da alcuni membri del gruppo di lavoro, ha proposto e reso possibile una “sei giorni di escursioni e raccolte” per una migliore conoscenza e caratterizzazione della fauna ad auchenorrhinchi di alcune aree naturali del Cantone Ticino.

In effetti, l’auchenorrhincofauna della regione era già stata oggetto di indagini nel decennio precedente grazie



Figura 1: Entomologi (specialisti) del gruppo di lavoro sugli auchenorrhinchi del centro Europa che hanno preso parte al 24^{esimo} incontro (Lugano, 10 giugno 2017). Da sinistra, ultima fila: Roland Mühlethaler, Marcel Kettermann, Felix Helbing, Roel van Klink, Dominik Poniatowski, Dariusz Swierczewski, Nico Nieser, Bernd Panassiti, Tim Klaffke, Werner Witsack, Lysann Funke, Anita Hollier, John Hollier, Ronnie Röthel, Alex Ramsay. Fila centrale: Roland Achtziger, Rolf Niedringhaus, Mike Wilson, Gabor Seljak, Eckart Fründ, Verena Rösch, Caroline Sonnay, Lucia Pollini Paltrinieri, Sabine Walter, Herbert Nickel. Prima fila: Werner Holzinger, Gernot Kunz, Ivo Tosevski, Valeria Trivellone, Ping-Ping Chen, Brigitte Komposch & Winny, Elisabeth Huber, Jelena Jovic (foto cortesemente fornita dal Dr. Werner Holzinger).

a vari campionamenti estensivi condotti tra il 2009 e il 2017 in agro-ecosistemi, principalmente a viticoltura, e in aree naturali e semi-naturali limitrofe (Trivellone 2009; Trivellone et al. 2012; Trivellone et al. 2016a,b; Trivellone & Mitrović 2018). Ulteriori dati faunistici su detti emiteri erano per altro disponibili dall'analisi di materiale raccolto su piante ornamentali del verde urbano (Trivellone et al. 2015), e derivante da campionamenti effettuati in aree naturali (Trivellone 2010; Trivellone & Pollini Paltrinieri 2011; Trivellone 2012). Le specifiche aree di riferimento del presente contributo sono state in passato prese in esame sia dal punto di vista floristico che faunistico per alcuni gruppi di artropodi tradizionalmente ben studiati in Svizzera come per esempio i cicadidi del Monte di Caslano (Hertach & Pollini Paltrinieri 2012) e gli ortotteri dell'Alpe Vicania (Monnerat et al. 2014). Nessun dato faunistico pubblicato era però prima d'ora disponibile sugli auchenorrhinchi (escludendo i cicadidi). Con questo contributo gli autori forniscono la prima lista di specie di auchenorrhinchi (escluso i cicadidi) associati a 11 ambienti di particolare pregio naturalistico in Cantone Ticino, costituiti principalmente da prati magri, aree golenali e aree umide. Sebbene gli eterotteri esulassero dal precipuo scopo dell'indagine e del contributo, gli esemplari raccolti durante l'indagine, nel complesso appartenenti a 10 famiglie, sono stati identificati dal Dr. Alex Ramsay e da John Hollier e opportunamente aggiunti all'elenco.

Questo trova alcuni significativi elementi di valorizzazione nei commenti dedicati alle nuove segnalazioni per la Svizzera e nella puntualizzazione di alcune problematiche tassonomiche da chiarire.

MATERIALI E METODI

Area di studio

Le raccolte sono state effettuate in 15 siti, di cui 11 ambienti naturali e quattro habitat antropizzati (centro città/paese e parchi urbani) (Fig. 2). Ogni sito è stato indagato da uno a dieci entomologi.

I siti antropizzati sono stati esaminati mediante raccolte estemporanee effettuate da uno a tre entomologi con il solo scopo di ispezionare specifiche essenze vegetali o verificare la presenza di specie esotiche. Il campionamento, come sopra accennato, è stato svolto dal 10 al 15 giugno 2017. I dettagli relativi a singoli siti e allo sforzo di raccolta (espresso come numero di persone/sito/giorno) sono riportati in Tabella 1.

Alpe Vicania (AIV)

L'area presa in esame è all'interno dei quasi dieci ettari di prati magri dell'Alpe Vicania (oggetto 1553 dell'inventario federale dei prati e pascoli secchi di importanza nazionale, PPS), posti sulla cima dell'Arbostora. I prati godono di una completa esposizione a sud e sono gestiti a pascolo estensivo per cavalli e asini. Sono caratterizzati dalla presenza di una grande varietà di strutture vegetali, come erbe basse e alte, alberi isolati, cespugli di rovi e ginestra dei carbonai (*Cytisus scoparius*), così come siepi di biancospino (*Crataegus monogyna*).

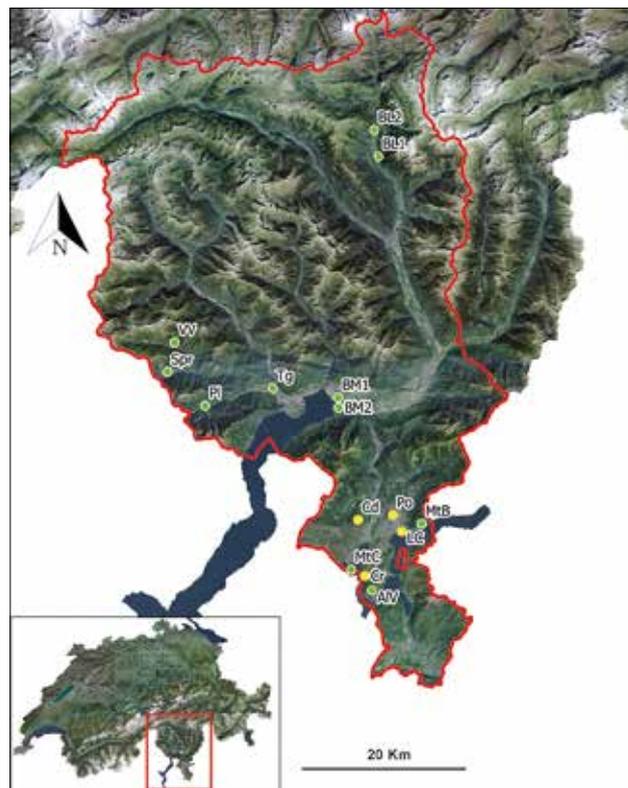


Figura 2: Localizzazione dei 15 siti ticinesi indagati nel 2017 in occasione del 24^{esimo} meeting del gruppo di lavoro sugli auchenorrhinchi del centro Europa. I confini del Cantone Ticino sono evidenziati in rosso. In verde gli 11 siti che rappresentano aree naturali di pregio e aree protette (da sud: AIV- Alpe Vicania; MtC- Monte di Caslano; MtB- Monte Brè; BM1 e BM2- Riserva Bolle di Magadino Settentrionali e Centrali; Tg- Tegna, Terre di Pedemonte; Pl- Palagnedra, Spr- Sprüga; VV- Valle Vergetto; BL1 e BL2- Aquarossa Leontica e Largario). In giallo i 4 siti relativi a parchi e verde urbano (da sud: Cr- Lugano Figino; LC- Lugano Cassarate; Po- Porza; Cd- Cademario).

Monte di Caslano, Valleggi (MtC)

Oggetto di indagine sono stati i prati magri insubrici (1594 PPS) del versante sud del Monte di Caslano. I prati si inerpicano per più di duecento metri a partire dalle rive del Lago Ceresio e ne fanno una zona particolarmente ricca di rare specie vegetali e animali. In particolare caratterizzano la flora *Chrysopogon gryllus*, *Heteropogon contortus* e *Bromus erectus* subsp. *condensatus*. Altre specie caratteristiche di questi prati sono *Aster linosyris*, *Dictamnus albus*, *Trinia glauca*, *Inula hirta*, *Centaurea triumfettii*, *Leontodon incanus* subsp. *tenuiflorus* e *Clematis recta*. Le aree aperte sono attorniate da boschi misti di carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), roverella (*Quercus pubescens*) e orniello (*Fraxinus ornus*). Tra gli elementi strutturali si segnalano cespugli, rocce affioranti e zone senza copertura vegetale.

Monte Brè, Gemor (MtB)

L'area esaminata comprende un prato magro (1550 PPS) di poco più di tre ettari che si trova a monte del villaggio di Brè, alle falde del Monte Boglia, con una chiara esposizione verso sud. L'area è attornata da ampie faggete e si distingue per una considerevole varietà di elementi strutturali come siepi, boschetti e cespugli nani. Precedenti indagini botaniche segnalano la pre-

Tabella 1: Lista dei siti campionati in Cantone Ticino nel 2017. Nelle righe in bianco sono riportati gli 11 ambienti naturali, in grigio le quattro aree antropizzate. ¹ID: codice del sito; ²No. entomologi/sito/giorno; ³Sigla dell'entomologo: AR- Alex Ramsay, BP- Bernd Panassiti, EF- Eckart Fründ, EH- Elisabeth Huber, Gernot Kunz- GK, GS- Gabrijel Seljak, HN- Herbert Nickel, LF- Lysann Funke, JH- John Hollier, RA- Roland Achtziger, RM- Roland Mühlethaler, RN- Rolf Niedringhaus, RvK- Roel van Klink, VR- Verena Rösch, VT- Valeria Trivellone, WH - Werner Holzinger.

ID ¹	Località	Coordinate	Alt [m slm]	Data	Sforzo di raccolta ²	Sigla entomologo ³
AIV	Vico Morcote, Alpe Vicania	714523/88219	677	14/6/2017	11	AR, BP, EF, EH, GZ, HN, RM, RN, RvK, VR, VT
MtC	Caslano, Monte di Caslano, Valleggi	711737/90999	196	11/6/2017	14	AR, BP, EF, EH, GK, GS, HN, LF, RA, RM, RN, RvK, VT, WH
MtB	Lugano, Brè, Monte Brè, Gemor	721232/97186	918	10/6/2017	12	AR, BP, EH, GK, GS, HN, JH, RM, RN, RvK, VT, WH
BM1	Gordola, Reviscái, Riserva Bolle di Magadino	709963/114024	196	12/6/2017	9	AR, BP, GK, EH, HN, RN, RvK, VR, VT
BM2	Locarno, Bolette, Riserva Bolle di Magadino	710067/112746	196	12/6/2017	8	BP, EF, EH, GK, HN, RM, RN, RvK
Tg	Tegna, Saleggi, Terre di Pedemonte	701125/115286	226	13/6/2017	5	AR, BP, RM, VR, VT
PI	Centovalli, Borgnone, Palagnedra	692007/112984	602	13/6/2017	2	VR, AR
BL1	Acquarossa, Leontica, Fiume Brenno	715433/146321	533	13/6/2017	5	EF, EH, HN, RN, RvK
BL2	Acquarossa, Largario, Rancorina	714890/149899	960	13/6/2017	4	EF, HN, RN, RvK
Spr	Onsernone, Sprüga, I Spund del Tabid	686893/117468	1331	13/6/2017	1	RvK
VV	Valle Vergeletto/Valle Maggia	687870/121427	1401	9/6/2017	3	HN, RN, RvK
LC	Lugano, Cassarate	718563/96114	274	15/6/2017	1	RvK
Po	Porza, Ronchi	717359/98308	454	13/6/2017	3	EH, RN, RvK
Cd	Cademario, Paese e Casèl	712693/97664	761	13-15/6/2017	1	RvK
Cr	Lugano, Figino, Pian Casoro	713615/90156	272	14/6/2017	6	EH, GK, HN, RN, RvK, VT

senza di alcune specie particolari, come ad esempio *Centaurea triumfettii*, *Orchis mascula*, *Polygala pedemontana* e *Thesium linophyllum*.

Riserva Bolle di Magadino, Bolle Settentrionali (BM1) e Centrali (BM2)

BM1. L'area di campionamento comprende una prateria xerica primaria, attornata da querceti dominati da *Quercus petraea*, originatasi sulle sommità delle dune ciottolose depositate dall'attività del fiume Verzasca (non più attivo dal 1965) su di un suolo molto drenato. Qui domina una vegetazione xeroterma con specie tipiche di steppe alluvionali, come *Artemisia campestris*, *Aira caryophylla*, *Festuca ovina*, *Thymus* spp.; puntualmente è presente *Cytisus scoparius* e il suolo è coperto da uno strato muscinale. In questo sito è stato oggetto di rilievi anche l'orlo e il margine cespuglioso di un bosco planiziale (Carpinion), con la presenza di *Quercus robur*, *Prunus avium*, *Tilia cordata* e *Fraxinus excelsior*. Nello strato arbustivo si trovano *Ligustrum vulgare*, *Crataegus monogyna*, *Viburnum opulus*. Il bosco è a contatto con una prateria da fieno tradizionale (Arrhenatherion) gestita intensivamente con tre sfalci all'anno e interventi di concimazione. Infine, è stata visitata anche una prateria xerica secondaria, lungo la riva del fiume Verzasca, gestita a pascolo estensivo con cavalli. Nella parte più alta è dominata da *Festuca ovina*, *Aira caryophylla*, *Peucedanum oreoselinum* e *Thymus* spp., mentre nella parte inferiore, influenzata dal lago, si trovano superfici pio-

niere igrofile dominate da *Gratiola officinalis* e dal parvocariceto a *Carex panicea*. Sono pure presenti specie neofite che formano chiazze dense, ad esempio *Aster lanceolatus*.

BM2. Si tratta di un'area prativa ripristinata nel 2010 a bordo del fiume Ticino, rudera e inondabile, con vegetazione igrofila rudera che comprende *Lythrum salicaria*, *Juncus effusus*, *Equisetum ramosissimum* e *Calamagrostis epigejos*. Sono presenti chiazze di *Phragmites australis* e della specie neofita *Aster lanceolatus*. Si nota anche una ricca ricrescita di giovani plantule di *Populus nigra* e *Salix alba*. Il prato è sfalcato annualmente in autunno.

Tegna, Terre di Pedemonte (Tg)

La stazione indagata a Tegna si trova lungo le rive della Melezza. Delle due tipologie di habitat considerate, la prima presenta una vegetazione rudera, contraddistinta da un suolo parzialmente nudo e cespugli di salice. La seconda invece è un prato magro (1667 PPS) e fra le specie caratteristiche si trovano *Aster linosyris*, *Chrysopogon gryllus*, *Hypochaeris maculata*, *Orchis morio* e *Thesium linophyllum*.

Centovalli, Borgnone, fermata di Palagnedra (PI)

Si tratta di un prato magro ben esposto a sud e posto al di sopra della diga di Palagnedra. Nessun dettaglio riguardo la vegetazione si è reso disponibile per il presente contributo.

Acquarossa, Leontica, Fiume Brenno (BL1)

Il campionamento è stato effettuato su di un greto della zona Golenale del Fiume Brenno (oggetto 151 dell'inventario federale delle zone golenali d'importanza nazionale), nel quale troviamo vegetazione ruderale e numerosi cespugli di *Salix purpurea*, *Salix eleagnos* e *Myricaria germanica*.

Acquarossa, Largario, Rancorina (BL2)

Si tratta di un prato magro della media valle di Bleenio. Secondo l'inventario federale PPS (1412, 1420, 1498, 1648), le specie vegetali tipiche presenti sono: *Dactylorhiza sambucina*, *Epipactis helleborine* s.l., *Fumana procumbens*, *Gymnadenia conopsea*, *Lactuca perennis*, *Leontodon incanislenuiflorus*, *Listera ovata*, *Medicago minima*, *Silene otites*, *Orchis* sp., *O. morio*, *O. tridentata*, *O. mascula*, *O. morio*, *O. tridentata*, *O. ustulata* s.l., *Polygala pedemontana*, *Paradisea liliastrum*.

Lugano Cassarate (LC)

Le raccolte sono state effettuate su essenze ornamentali, incluso il bambù (*Phyllostachys bissetii*) utilizzato per il verde urbano.

Porza, Rochi (Po) e Cademario (Cd)

In entrambi i siti sono state indagate le coperture vegetali associate a vigneti o prati presenti in prossimità del paese di Porza, normalmente gestiti e sfalcati.

Lugano Figino (Cr)

Le raccolte sono state effettuate in un parco urbano sul lago Ceserio gestito in modo intensivo; le stesse hanno riguardato principalmente una siepe di bambù alta più di tre metri delimitante il parco dal resto del paese.

Metodologia di campionamento e preparazione degli esemplari

La raccolta degli insetti è stata effettuata in modo diretto con l'ausilio del retino da sfalcio e dell'aspiratore entomologico. Esemplari adulti rappresentativi di ogni specie e per ogni località sono stati preparati a secco e depositati presso il Museo cantonale di storia naturale a Lugano.

RISULTATI**Lista di specie**

In totale, per i 15 siti considerati, sono stati esaminati 2'323 individui di auchenorrhinchi, risultati appartenere a 214 specie distribuite in 7 famiglie. Le specie intercettate nelle aree naturali ammontano a 200 (Tab. 2), mentre sono 14 le specie rinvenute in maniera estemporanea nei quattro siti antropizzati (*Aconurella prolixa*, *Asymmetrasca decedens*, Mukariini n. gen., *Delphacodes mulsanti*, *Eupterycyba jucunda*, *Javesella pellucida*, *Macropsis albae*, *M. infusata*, *Maiestas schmidtgeni*, *Metalimnus steini*, *Metcalfa pruinoso*, *Muellerianella extrusa*, *Stenidiocerus poecilus*, *Xanthodelphax straminea*).

Ulteriori 105 esemplari afferenti a 29 specie di 10 diverse famiglie di eterotteri sono stati campionati in sei aree naturali (Alpe Vicania, Monte di Caslano, Monte Brè, Riserva Bolle di Magadino-BM1, Tegna e Palagnedra). Si è trattato per lo più di specie ad ampia distribuzione in Europa, aventi regime dietetico da ampiamente polifago ad oligofago, ad eccezione di due specie (*Arma custos* e *Zicrona caerulea*) predatrici (Moulet 1995; Wachmann et al. 2004, 2008; Derjanschi & Péricart 2005; Péricart 2013; Ribes & Pagola-Carte 2013; Lupoli 2017; Ramsay 2019; Roca-Cusachs & Jung 2019).

Tabella 2: Lista delle specie di auchenorrhinchi (Hemiptera Auchenorrhyncha) esclusi i cicadidi, e di eterotteri (Hemiptera Heteroptera) rilevate durante il campionamento effettuato nella prima decade di giugno 2017 in 11 aree naturali in Cantone Ticino. I codici dei siti sono riportati in Tabella 1. *: nuova segnalazione per la Svizzera già attesa secondo Mühlethaler et al. (2016); **: nuova segnalazione per la Svizzera inattesa secondo Mühlethaler et al. (2016); ?: identificazione specifica in attesa di validazione; a: identificazione verosimile; S: specie recentemente assegnata al nuovo subgenere *Hebata* (*Signatasca*) Xu, Dietrich & Qin (Xu et al. 2021), sebbene la sinonimia tra *Empoasca pteridis* e *E. solani* (specie tipo del subgenere) rimane da chiarire.

	Specie	AIV	MtC	MtB	BM1	BM2	Tg	PI	BL1	BL2	Spr	VV
	AUCHENORRHYNCHA											
	FULGOROMORPHA											
	Cixiidae											
1	<i>Cixius cunicularius</i> (Linnaeus, 1767)				X				X			
2	<i>Cixius nervosus</i> (Linnaeus, 1758)					X						
3	<i>Hyalesthes obsoletus</i> Signoret, 1865		X					X				
4	<i>Myndus musivus</i> (Germar, 1825)				X	X						
5	<i>Pentastiridius</i> sp.									X		
6	<i>Reptalus cuspidatus</i> (Fieber, 1876)	X	X	X						X		
	Delphacidae											
7	<i>Acanthodelphax spinosa</i> (Fieber, 1866)			X								X
8	<i>Anakelisia perspicillata</i> (Boheman, 1845)	X	X	X	X			X				
9	<i>Chloriona smaragdula</i> (Stål, 1853)								X			
	<i>Chloriona</i> sp.				X	X						
10	<i>Conomelus lorifer dehnelli</i> Nast, 1966					X				X		
	<i>Conomelus lorifer</i> Ribaut, 1948				X	X				X		

	Specie	AIV	MtC	MtB	BM1	BM2	Tg	PI	BL1	BL2	Spr	VV
11	<i>Delphacodes venosus</i> (Germar, 1830)								X			
12	<i>Delphax ribautianus</i> Asche & Drosopoulos, 1982 *				X							
	<i>Delphax</i> sp.								X			
13	<i>Dicranotropis hamata</i> (Boheman, 1847)									X		
14	<i>Dicranotropis remaniaca</i> Guglielmino, D'Urso & Bückle, 2016			X						X		
	<i>Dicranotropis</i> sp.								X			
15	<i>Ditropis pteridis</i> (Spinola, 1839)			X								
16	<i>Ditropis flavipes</i> (Signoret, 1865)			X						X		
17	<i>Euides</i> cfr. <i>basilinea</i> (Germar, 1821)								X			
18	<i>Eurysa lineata</i> (Perris, 1857)			X								
19	<i>Florodelphax leptosoma</i> (Flor, 1861)				X				X	X		
20	<i>Horvathianella palliceps</i> (Horváth, 1897)		X	X								
21	<i>Javesella dubia</i> (Kirschbaum, 1868)			X	X				X			
22	<i>Javesella discolor</i> (Boheman, 1847)											X
23	<i>Kelisia monoceros</i> Ribaut, 1934								X			
24	<i>Kelisia punctulum</i> (Kirschbaum, 1868) *				X							
25	<i>Kelisia praecox</i> Haupt, 1935					X			X			
26	<i>Kelisia sima</i> Ribaut, 1934								X			
	<i>Kelisia</i> sp.									X		
27	<i>Kosswigianella exigua</i> (Boheman, 1847)	X										
28	<i>Laodelphax striatella</i> (Fallén, 1826)	X	X	X	X	X			X	X		
29	<i>Stenocranus major</i> (Kirschbaum, 1868)					X						
30	<i>Stenocranus minutus</i> (Fabricius, 1787)		X									
31	<i>Stenocranus fuscovittatus</i> (Stål, 1858)				X							
32	<i>Stiroma affinis</i> Fieber, 1866			X								
33	<i>Megamelus notula</i> (Germar, 1830)				X							
34	<i>Muellerianella brevipennis</i> (Boheman, 1847)									X		
	<i>Muellerianella</i> sp.			X								X
35	<i>Ribautodelphax albostrata</i> (Fieber, 1866)				X	X						
36	<i>Ribautodelphax angulosa</i> (Ribaut, 1953)				X							
37	<i>Ribautodelphax collina</i> (Boheman, 1847)	X										X
38	<i>Ribautodelphax imitans</i> (Ribaut, 1953)					X						
39	<i>Ribautodelphax imitantoides</i> Den Bieman, 1987 *		X									
40	<i>Ribautodelphax pungens</i> (Ribaut, 1953)	X	X									
	<i>Ribautodelphax</i> sp.			X				X				
41	<i>Xanthodelphax</i> sp.					X						
	Issidae											
42	<i>Issus coleoptratus</i> (Fabricius, 1781)	X	X	X	X							X
	CICADOMORPHA											
	Cercopidae											
43	<i>Cercopis sanguinolenta</i> (Scopoli, 1763)			X								
44	<i>Cercopis vulnerata</i> Rossi, 1807	X	X	X		X				X		
	Aphrophoridae											
45	<i>Aphrophora alni</i> (Fallén, 1805)	X	X		X	X			X			X
46	<i>Aphrophora major</i> Uhler, 1896	X			X				X			
47	<i>Aphrophora salicina</i> (Goeze, 1778)	X			X	X						
48	<i>Neophilaenus albipennis</i> (Fabricius, 1798)	X										
49	<i>Neophilaenus campestris</i> (Fallén, 1805)								X			X
50	<i>Neophilaenus infumatus</i> (Haupt, 1917)	X										
51	<i>Philaenus spumarius</i> (Linnaeus, 1758)	X			X	X			X	X		X
	Membracidae											
52	<i>Centrotus cornutus</i> (Linnaeus, 1758)		X		X							
53	<i>Gargara genistae</i> (Fabricius, 1775)	X	X									
54	<i>Stictocephala bisonia</i> Kopp & Yonke, 1977					X						

	Specie	AIV	MtC	MtB	BM1	BM2	Tg	PI	BL1	BL2	Spr	VV
	Cicadellidae											
	Ulopinae											
55	<i>Ulopa carneae</i> Wagner, 1955 *	X										
	Megophthalminae											
56	<i>Megophthalmus scanicus</i> (Fallén, 1806)	X		X	X	X	X		X			
	Macropsinae											
57	<i>Hephathus nanus</i> (Herrich-Schäffer, 1835)	X	X	X								
58	<i>Macropsis cerea</i> (Germar, 1837)	X										
59	<i>Macropsis fuscineris</i> (Boheman, 1845)	X							X	X		
60	<i>Macropsis fuscula</i> (Zetterstedt, 1828)	X			X							
61	<i>Macropsis graminea</i> (Fabricius, 1798)				X							
62	<i>Macropsis</i> cfr. <i>haupti</i> W. Wagner, 1941											X
63	<i>Macropsis marginata</i> (Herrich-Schäffer, 1836)								X			X ^a
64	<i>Macropsis najas</i> Nast, 1981 *								X			
65	<i>Macropsis remanei</i> Nickel, 1999								X			
66	<i>Macropsis vicina</i> (Horváth, 1897)				X							
67	<i>Macropsis viridinervis</i> W. Wagner, 1950 *					X						
68	<i>Oncopsis alni</i> (Schränk, 1801)								X			
69	<i>Oncopsis appendiculata</i> W. Wagner, 1944	X										
70	<i>Oncopsis carpini</i> (J. Sahlberg, 1871)	X	X	X								
71	<i>Oncopsis flavicollis</i> (Linnaeus, 1761) group	X										
72	<i>Oncopsis subangulata</i> (J. Sahlberg, 1871)	X		X								
	<i>Oncopsis</i> sp.	X		X							X	
73	<i>Oncopsis tristis</i> (Zetterstedt, 1840)			X								
	Agalliinae											
74	Agalliinae indet. ?				X	X						
75	<i>Agallia consobrina</i> Curtis, 1833	X										
76	<i>Anaceratagallia ribauti</i> (Ossiannilsson, 1938)	X		X	X	X			X	X		
77	<i>Dryodurgades antoniae</i> (Melichar, 1907) *	X										
78	<i>Dryodurgades dlabolai</i> Wagner, 1963	X										
	Idiocerinae											
79	<i>Idiocerus herrichii</i> (Kirschbaum, 1868)								X			
80	<i>Idiocerus similis</i> Kirschbaum, 1868					X						
81	<i>Idiocerus stigmatalis</i> Lewis, 1834				X	X						
82	<i>Idiocerus vicinus</i> Melichar, 1898					X						
83	<i>Metidiocerus rutilans</i> (Kirschbaum, 1868)					X			X			
84	cfr. <i>Populicerus albicans</i> (Kirschbaum, 1868)											X
85	<i>Populicerus nitidissimus</i> (Herrich-Schäffer, 1835)					X						
86	<i>Populicerus populi</i> (Linnaeus, 1761)	X								X		
87	<i>Tremulicerus</i> cfr. <i>fulgidus</i> (Fabricius, 1775)				X							
88	<i>Tremulicerus tremulae</i> (Estlund, 1796)									X		
89	<i>Tremulicerus vitreus</i> (Fabricius, 1803)	X										
	cfr. <i>Tremulicerus</i>											X
90	<i>Viridicerus ustulatus</i> (Mulsant et Rey, 1855)					X						
	Iassinae											
91	<i>Batracomorphus irroratus</i> Lewis, 1834				X							
92	<i>iassus lanio</i> (Linnaeus, 1761)	X	X	X	X	X						
	Penthimiinae											
93	<i>Penthimia nigra</i> (Goeze, 1778)	X										
	Aphrodinae											
94	<i>Anoscopus albifrons</i> (Linnaeus, 1758)		X									
95	<i>Anoscopus serratulae</i> (Fabricius, 1775)								X	X		
96	<i>Aphrodes bicincta</i> (Schränk, 1776)	X			X					X		
97	<i>Aphrodes diminuta</i> Ribaut, 1952					X				X		

	Specie	AIV	MtC	MtB	BM1	BM2	Tg	PI	BL1	BL2	Spr	VV
98	<i>Aphrodes makarovi</i> Zachvatkin, 1948	X	X	X		X				X		
	<i>Aphrodes</i> sp.		X		X	X	X			X		X
99	<i>Planaphrodes nigrita</i> (Kirschbaum, 1868)								X			
100	<i>Planaphrodes trifasciata</i> (Geoffroy, 1785)	X										
101	<i>Strogglocephalus livens</i> (Zetterstedt, 1840)	X										
	Cicadellinae											
102	<i>Cicadella viridis</i> (Linnaeus, 1758)	X		X	X	X	X		X	X		X
103	<i>Errhomenus brachypterus</i> Fieber, 1866		X									
104	<i>Evacanthus acuminatus</i> (Fabricius, 1794)		X		X				X			X
105	<i>Evacanthus interruptus</i> (Linnaeus, 1758)					X			X			
	Typhlocybinae											
106	<i>Alebra coryli</i> Le Quesne, 1977		X							X ^a		
107	<i>Alebra viridis</i> (Rey, 1894)		X	X	X ^a							
108	<i>Alebra albostriella</i> (Fallén, 1826)	X										
109	<i>Alebra wahlbergi</i> (Boheman, 1845)	X ^a			X							
	<i>Alebra</i> sp.			X		X						
110	<i>Alnetoidia alneti</i> (Dahlbom, 1850)				X	X						
111	<i>Arboridia</i> sp.	X			X					X		
112	<i>Chlorita paolii</i> (Ossiannilsson, 1939)						X					
113	<i>Chlorita viridula</i> (Fallén, 1806)				X					X		
114	<i>Edwardsiana avellanae</i> (Edwards, 1888)								X	X		
115	<i>Edwardsiana flavescens</i> (Fabricius, 1794)								X			
116	<i>Edwardsiana salicicola</i> (Edwards, 1885)					X						
	<i>Edwardsiana</i> sp.			X					X			
117	<i>Emelyanoviana mollicula</i> (Boheman, 1845)	X	X						X	X		X
118	<i>Empoasca pteridis</i> (Dahlbom, 1850) ♂	X				X						
119	<i>Empoasca vitis</i> (Göthe, 1875) ♂	X	X		X				X			
	<i>Empoasca</i> sp. ♂		X	X		X						X
120	<i>Forcipata major</i> (Wagner, 1947)				X	X			X	X		
121	<i>Forcipata obtusa</i> Vidano, 1965			X						X		
	<i>Forcipata</i> sp.					X			X	X		
122	<i>Notus italicus</i> Wagner, 1954 *				X							
123	<i>Kybos</i> cfr. <i>rufescens</i> Melichar, 1896											X
	<i>Kybos</i> sp.			X					X			
124	<i>Eupteryx aurata</i> (Linnaeus, 1758)			X						X		
125	<i>Eupteryx cyclops</i> Matsumura, 1906									X		
126	<i>Eupteryx curtisii</i> (Flor, 1861)		X						X			
127	<i>Eupteryx decemnotata</i> Rey, 1891								X			
128	<i>Eupteryx notata</i> Curtis, 1837	X			X				X			
129	<i>Eupteryx urticae</i> (Fabricius, 1803)								X	X		
130	<i>Eupteryx vittata</i> (Linnaeus, 1758)				X							
	<i>Eupteryx</i> sp.	X							X	X		X
131	<i>Eurhadina pulchella</i> (Fallén, 1806)	X			X							
132	<i>Fagocyba cruenta</i> (Herrich-Schäffer, 1838)			X								
133	<i>Ribautiana scalaris</i> (Ribaut, 1931)	X										
134	<i>Ribautiana tenerrima</i> (Herrich-Schäffer, 1834)	X			X				X	X		
135	<i>Ribautiana ulmi</i> (Linnaeus, 1758)		X									
136	<i>Typhlocyba quercus</i> (Fabricius, 1777)				X							
137	<i>Wagneriala incisa</i> (Then, 1897) *	X								X		
138	<i>Wagneripteryx germari</i> (Zetterstedt, 1840)			X								
139	<i>Zyginidia pullula</i> (Boheman, 1845)	X	X	X	X				X	X		
140	<i>Zygina</i> sp.	X				X						
	Dellocephalinae											
141	<i>Adarrus exornatus</i> Ribaut, 1952	X	X	X						X		

	Specie	AIV	MtC	MtB	BM1	BM2	Tg	PI	BL1	BL2	Spr	VV
142	<i>Adarrus multinotatus</i> (Boheman, 1847)	X	X					X				
	<i>Adarrus</i> sp.								X			
143	<i>Allygus mixtus</i> (Fabricius, 1794)	X			X		X					
144	<i>Allygus maculatus</i> Ribaut, 1952	X		X								
145	<i>Allygus modestus</i> Scott, 1876				X				X			
146	<i>Allygidius abbreviatus</i> (Lathierry, 1878)	X					X			X		
	<i>Allygidius</i> sp.			X								
147	<i>Anoplotettix fuscovenosus</i> (Ferrari, 1882)	X		X								
148	<i>Arocephalus grandii</i> Servadei, 1972	X		X								
149	<i>Arocephalus longiceps</i> (Kirschbaum, 1868)	X	X	X				X	X	X	X	
150	<i>Arthaldeus striifrons</i> (Kirschbaum, 1868)					X			X			
151	<i>Balclutha punctata</i> (Fabricius, 1775)	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
152	<i>Chiasmus conspurcatus</i> (Perris, 1857)				X							
153	<i>Cicadula albingensis</i> W. Wagner, 1940 *									X		
154	<i>Cicadula quadrinotata</i> (Fabricius, 1794)				X	X			X			
	<i>Cicadula</i> sp.				X	X			X			
155	<i>Cicadula</i> cfr. <i>albingensis</i> ?				X	X						
156	<i>Deltocephalus pulicaris</i> (Fallén, 1806)			X						X		
157	<i>Doratura exilis</i> Horváth, 1903			X								
158	<i>Doratura impudica</i> Horváth, 1897 *	X			X							
159	<i>Doratura stylata</i> (Boheman, 1847)	X		X								
160	<i>Elymana</i> sp.									X		
161	<i>Errastunus ocellaris</i> (Fallén, 1806)								X			
	<i>Errastunus</i> sp.					X						
162	<i>Eupelix cuspidata</i> (Fabricius, 1775)	X		X	X		X			X		
163	<i>Euscelis incisus</i> (Kirschbaum, 1858)			X		X		X		X		
164	<i>Euscelis lineolatus</i> Brullé, 1832			X								
	<i>Euscelis</i> sp.			X								
165	<i>Fieberiella florii</i> (Stål, 1864)	X										
166	<i>Goniagnathus brevis</i> (Herrich-Schäffer, 1835)	X		X								
167	<i>Graphocraerus ventralis</i> (Fallén, 1806)	X		X						X		
168	<i>Jassargus avennicus</i> Ribaut, 1952 **		X									
169	<i>Jassargus bicorniger</i> (Then, 1896) **		X									
170	<i>Jassargus bisubulatus</i> (Then, 1896)	X			X		X	X		X		X
171	<i>Jassargus obtusivalvis</i> (Kirschbaum, 1868)		X									
	<i>Jassargus</i> sp.	X			X		X		X			
172	<i>Laburnus</i> cfr. <i>impictifrons</i> (Boheman, 1852)											X
173	<i>Limotettix striola</i> (Fallén, 1806)				X	X						
174	<i>Macrosteles cristatus</i> (Ribaut, 1927)								X	X		
175	<i>Macrosteles frontalis</i> (Scott, 1875)					X			X			
176	<i>Macrosteles horvathi</i> (W. Wagner, 1935)					X			X			
177	<i>Macrosteles laevis</i> (Ribaut, 1927)									X		
178	<i>Macrosteles sexnotatus</i> (Fallén, 1806)								X	X		
179	<i>Macrosteles viridigriseus</i> (Edwards, 1922)				X				X	X		
	<i>Macrosteles</i> sp.	X								X		
180	<i>Maiestas horvathi</i> (Then, 1896)				X	X						
181	<i>Mocydia crocea</i> (Herrich-Schäffer, 1838)									X		
182	<i>Mocydiopsis</i> sp.						X					
183	<i>Opsius stactogalus</i> Fieber, 1866											X
184	<i>Orientus ishidae</i> (Matsumura, 1902)				X	X						
185	<i>Platymetopius</i> sp.		X	X								
186	<i>Psammotettix</i> cfr. <i>alienus</i> (Dahlbom, 1850)			X			X					
187	<i>Psammotettix confinis</i> (Dahlbom, 1850)	X		X	X	X	X	X	X	X		
188	<i>Psammotettix helvolus</i> (Kirschbaum, 1868)									X		
189	<i>Psammotettix</i> cfr. <i>nardeti</i> Remane, 1965			X	X							

	Specie	AIV	MtC	MtB	BM1	BM2	Tg	PI	BL1	BL2	Spr	VV
190	<i>Psammotettix nodosus</i> (Ribaut, 1925)	X		X						X		
191	<i>Psammotettix poecilus</i> (Flor, 1861)								X			
	<i>Psammotettix</i> sp.	X		X		X	X		X	X	X	X
192	<i>Recilia coronifer</i> (Marshall, 1866)								X			
193	<i>Rhopalopyx elongata</i> W. Wagner, 1952	X		X	X			X				X
194	<i>Sagatus punctifrons</i> (Fallén, 1826)					X						
195	<i>Selenocephalus obsoletus</i> (Germar, 1817)	X										
196	<i>Speudotettix subfuscus</i> (Fallén, 1806)	X		X						X	X	X
197	<i>Streptanus aemulans</i> (Kirschbaum, 1868)									X		
198	<i>Tetartostylus illyricus</i> (Kirschbaum, 1868) **						X					
199	<i>Thamnotettix confinis</i> (Zetterstedt, 1828)								X			
200	<i>Thamnotettix dilutior</i> (Kirschbaum, 1868)	X	X	X						X		
	<i>Thamnotettix</i> sp.								X	X		
HETEROPTERA												
Coreidae												
1	<i>Coreus marginatus</i> (Linnaeus, 1758)			X	X			X				
2	<i>Coriomeris affinis</i> (Herrich-Schaeffer, 1839)							X				
Lygaeidae												
3	<i>Kleidocerys resedae</i> (Panzer, 1797)			X								
4	<i>Oxycarenus lavaterae</i> (Fabricius, 1787)			X								
Miridae												
5	<i>Stenodema calcarata</i> (Fallén, 1807)	X										
Pentatomidae												
6	<i>Aelia acuminata</i> (Linnaeus, 1758)	X		X	X		X	X				
7	<i>Arma custos</i> (Fabricius, 1794)	X										
8	<i>Carpocoris purpureipennis</i> (De Geer, 1773)			X	X			X				
9	<i>Dolycoris baccarum</i> (Linnaeus, 1758)			X								
10	<i>Eurydema oleracea</i> (Linnaeus, 1758)			X								
11	<i>Graphosoma italicum</i> (Muller, 1766)		X									
12	<i>Halyomorpha halys</i> (Stål, 1855)	X					X					
13	<i>Neottiglossa leporina</i> (Herrich-Schaeffer, 1830)						X					
14	<i>Neottiglossa lineolata</i> (Mulsant & Rey, 1852)							X				
15	<i>Palomena prasina</i> (Linnaeus, 1761)	X	X									
16	<i>Pentatoma rufipes</i> (Linnaeus, 1758)	X										
17	<i>Peribalus strictus</i> (Fabricius, 1803)			X				X				
18	<i>Piezodorus lituratus</i> (Fabricius, 1794)	X			X		X					
19	<i>Sciocoris cursitans</i> (Fabricius, 1794)	X		X								
20	<i>Sciocoris macrocephalus</i> Fieber, 1851			X								
21	<i>Stagonomus venustissimus</i> (Schrank, 1776)							X				
22	<i>Staria lunata</i> (Hahn, 1835)		X									
23	<i>Zicrona caerulea</i> (Linnaeus, 1758)			X								
Plataspidae												
24	<i>Coptosoma scutellatum</i> (Geoffroy, 1785)		X	X								
Pyrrhocoridae												
25	<i>Pyrrhocoris apterus</i> (Linnaeus, 1758)			X			X					
Rhopalidae												
26	<i>Rhopalus conspersus</i> (Fieber, 1837)			X								
Rhyparochromidae												
27	<i>Peritrechus gracilicornis</i> Puton, 1877			X								
Scutelleridae												
28	<i>Eurygaster testudinaria</i> (Geoffroy, 1785)				X		X	X				
	<i>Eurygaster</i> spp.						X	X				
Tingidae												
29	<i>Lasiacantha capucina piligera</i> (Garbiglietti, 1869)			X								

Gli auchenorrhynchi censiti con la presente indagine, complessivamente 214 specie, rappresentano il 38% di tutte le specie del raggruppamento segnalate per il territorio elvetico, che secondo Mühlethaler et al. (2016) ammontano a 561.

Per 15 specie rilevate in aree naturali e antropizzate se ne dà qui la prima segnalazione per la Svizzera, mentre per una entità (*Mukariini* n. gen.), intercettata su piante ornamentali del verde urbano di Figino (Cr) e Lugano-Cassarate (LC), si discute la scoperta di una specie nuova per la scienza che resta per il momento non identificata. Di seguito viene fornita una descrizione specifica dell'areale di distribuzione (Dmitriev 2003, quando non altrimenti specificato), del regime alimentare e dell'ampiezza della dieta, problematiche tassonomiche e segnalazione in Ticino.

Nuove segnalazioni per la Svizzera

1. *Delphax ribautianus* Asche & Drosopoulos, 1982: risulta avere il proprio areale di distribuzione nel bacino del Mediterraneo ed è diffusa in Francia, Grecia, Italia e penisola balcanica. Nel 2007 esemplari della specie sono stati raccolti sulle coste del lago di Viverone in provincia di Biella (Italia) su un prato a *Fragmitetocaricetum* (Alma et al. 2009). In Ticino, è stata raccolta nei prati delle Bolle di Magadino (sito BM1) su *Phragmites* sp. (Tab. 1).

2. *Kelisia punctulum* (Kirschbaum, 1868): presenta il centro del suo areale di distribuzione nel nord Europa (Austria, Belgio, penisola balcanica, Francia, Germania, Irlanda, Moravia, Olanda, Polonia, Regno Unito, Repubblica Ceca, Russia, Slovenia, Ucraina) (Seljak 2016). La presente segnalazione indica ad oggi il limite a sud della sua distribuzione. In Nord Europa la specie è associata a *Carex acutiformis* e frequente in aree umide (Holzinger et al. 2003). In Ticino è stata raccolta su parvocariceto alle Bolle di Magadino (sito BM1, Tab. 1).

3. *Ribautodelphax imitantoides* Den Bieman, 1987: è segnalata per la regione circummediterranea occidentale (Francia, Marocco, Spagna, Portogallo). Questa specie è filogeneticamente affine a *Ribautodelphax imitans* (Ribaut, 1953) e sebbene siano stati segnalati fenomeni di ibridizzazione, successivi studi sulle preferenze di habitat riproduttivo e alimentare, hanno confermato la distinzione tra i due taxa (Den Bieman, 1986; 1987; 1988). A causa della marcata variabilità morfologica, Den Bieman (1987) suggerisce di esaminare l'apparato genitale maschile di più adulti di una stessa popolazione allo scopo di distinguere la specie dalla congenere *R. imitans*. *Ribautodelphax imitantoides* è associata a *Brachypodium phoenicoides* (Den Bieman, 1987), questa pianta è data per presente solo in Svizzera romanda, ma la sua identificazione è tuttora in fase di convalida (Info flora, 2021). Nella nostra indagine, esemplari di *R. imitantoides* sono stati raccolti sui prati magri del Monte Caslano (sito MtC, Tab. 1) dove popolazioni stabili di *Brachypodium* cfr. *pinnatum* sono state accertate previo esame di campioni rappresentativi (B. Bellosi, com. pers.). Nello stesso sito sono stati inoltre intercettati esemplari di *R. pungens*, specie co-associata con *R. imitantoides* alla stessa

pianta ospite. Esemplari di *R. imitans* sono stati raccolti solo alle Bolle di Magadino (sito BM2), di conseguenza il Ticino rappresenta un'area di sovrapposizione della distribuzione delle due specie morfologicamente affini ma ecologicamente distinte.

4. *Delphacodes mulsanti* (Fieber, 1866): è segnalata in Bulgaria, penisola balcanica, Francia, Italia, Repubblica Ceca, Romania e Slovenia (Seljak 2016). Problematiche tassonomiche sono state riportate e discusse in precedenti contributi e sono dovute alla variabilità morfologica dell'apparato genitale maschile che rende difficoltosa la separazione della specie con le congeneri *D. audrasi* Ribaut, 1954, *D. fascia* (Lindberg, 1960), *D. linnavuurii* (Le Quesne, 1960) e *D. nastasi* Ashe et Remane, 1983 (per una revisione della problematica si veda Guglielmino et al. 2017). Guglielmino e collaboratori (2017) hanno raccolto esemplari di questa specie in aree umide del centro Italia, dove le popolazioni erano associate a diverse Cyperaceae (probabilmente *Eleocharis* o *Cyperus*). Nel presente studio è stato raccolto un unico esemplare maschio nel parco urbano di Lugano Figino, sul Lago Ceresio. Sebbene si tratti di una raccolta estemporanea, la segnalazione di questa specie per la Svizzera è particolarmente importante in quanto segnalata da tempo nei paesi circostanti e, di recente, riportata come potenzialmente presente nel territorio elvetico (Mühlethaler et al. 2016).

5. *Ulopa carnea* Wagner, 1955: è segnalata in Austria e Germania (Nickel 2003). *Ulopa carnea* è strettamente affine a *Ulopa reticulata*, la prima è stata raccolta su *Erica carnea*, mentre la seconda segnalata come monofaga su *Calluna vulgaris*. A tutt'oggi non è chiaro *U. carnea* e *U. reticulata* siano due specie indipendenti o le specie siano da mettere in sinonimia.

6. *Macropsis najas* Nast, 1981: è stata segnalata in Austria, Francia, Germania, Italia e Polonia (Nickel 2003). La specie è data per associata a *Salix alba* (Nickel & Remane 2002). Nel presente studio, esemplari di questa specie sono stati raccolti a Leontica (sito BL1) su salici del greto del fiume Brenno.

7. *Macropsis viridinervis* W. Wagner, 1950: è stata segnalata in Austria, Germania e Polonia (Nickel 2003, Holzinger 2009), principalmente associata a *Salix triandra* e forse a *S. pentandra*. Nella nostra indagine esemplari di questa specie sono stati raccolti su salici nella Riserva delle Bolle di Magadino sulle sponde del fiume Ticino (sito BM2).

8. *Dryodurgades antoniae* (Melichar, 1907): è segnalata per Francia, Germania, Olanda, Portogallo e Spagna. Esemplari di questa specie sono stati catturati sull'Alpe Vicania su *Cytisus scoparius*, su cui questo cicadellide agallino è stato segnalato in associazione monofaga (Nickel 2003).

9. *Wagneriala incisa* (Then, 1897) (Fig. 3A): è segnalata per Austria, penisola balcanica, Germania, Grecia, Italia, Romania, Spagna e le isole del Mar Baltico

(Gotland e Wallin). Esemplari della specie sono stati intercettati in Italia e Germania su diverse specie del genere *Carex*. In Ticino *W. incisa* è stata campionata in due località, sull'Alpe Vicania (sito AIV) e a Largario (Rancorina, sito BL2).

10. *Notus italicus* Wagner, 1954 (Fig. 3B): è conosciuta per Italia (laguna di Venezia), dove le sue popolazioni vivono su *Carex pendula* (Vidano 1965), in Austria (Holzinger 2009) e recentemente segnalata anche in Slovenia (Seljak 2016). In Ticino diversi esemplari sono stati raccolti su cariceti della Riserva delle Bolle di Magadino (sito BM1). La presente segnalazione indica ad oggi il limite nord della sua distribuzione.

11. *Cicadula albingensis* W. Wagner, 1940: è stata segnalata per Austria, Belgio, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Lituania, Norvegia, Polonia, Repubblica Ceca, Russia, Svezia, e penisola balcanica. In Germania la pianta ospite principale è *Scirpus sylvaticus*, e occasionalmente è stata raccolta su alcune specie di *Carex* (tra cui *C. acuta* e *C. acutiformis*) (Nickel 2003). I nostri rilievi hanno permesso la cattura di un solo individuo maschio a Largario (sito BL2).

12. *Doratura impudica* Horváth, 1897: ampiamente distribuita in tutta l'area paleartica occidentale, e anche in Kazakistan e Kirgizstan. Popolazioni di questa specie preferiscono ambienti xerici e aperti, aree ruderali e prati magri (Holzinger 2009). Le piante ospiti registrate sono *Calamagrostis epigejos* e forse *Elymus* spp. (Mühlethaler et al. 2018). In Ticino questa specie è stata raccolta in Alpe Vicania (AIV) e nella Riserva delle Bolle di Magadino (BM1).

13. *Jassargus avennicus* Ribaut, 1952 (Fig. 3C): è presente in Francia del sud (Ribaut 1952; Della Giustina et al. 1989) e in nord Italia (Liguria) (Check list della Fauna d'Italia 2021). La specie è strettamente affine a *J. obtusivalvis*, dalla quale si distingue solo per la forma della parte distale dei lobi del pigoforo. Tuttavia è stato osservato che nell'areale di segnalazione di *J. avennicus* (località del *typus* della specie, Avignone in Francia e la Liguria, Italia) sono presenti delle forme morfologiche intermedie tra *avennicus* e *obtusivalvis* (specie quest'ultima ampiamente diffusa in tutta Europa e in Algeria) (Schulz 1974). Dal momento che le popolazioni di queste due specie non sono completamente isolate, una verifica della loro validità tassonomica, come pure un riesame degli esemplari depositati con il nome di *obtusivalvis* e raccolti in Liguria, Piemonte, Emilia Romagna, Toscana e Lazio (Italia), potrebbero essere alquanto utili (Schulz 1974). Il reperimento di *J. avennicus* in Svizzera, sui prati magri del Monte Caslano, risulta di particolare interesse dato che rappresenta ad oggi la segnalazione più settentrionale della specie (sensibilmente più a nord della località del *typus* della specie), e che nello stesso sito è stato rilevato anche *J. obtusivalvis*.

14. *Jassargus bicorniger* (Then, 1896) (Fig. 3D): è conosciuta per la Slovenia e l'Italia del nord, dove è indicata come specie endemica in Friuli Venezia Giulia (Then,

1896; Seljak, 2004), reperibile su prati secchi in luglio-agosto. La specie è affine a *J. obtusivalvis*, dalla quale si distingue solo per alcuni dettagli della struttura dell'edeago e per la struttura dell'apofisi degli stili (Schulz 1974). Esemplari di questa specie sono stati raccolti nella stessa località in cui sono stati intercettati *J. avennicus* a *J. obtusivalvis* (Monte Caslano).

15. *Tetartostylus illyricus* (Kirschbaum, 1868) (Fig. 3E): è stata segnalata in diversi paesi del centro nord Europa (Albania, Armenia, Austria, Croazia, Francia, Ungheria, Repubblica Ceca, Romania, Russia, Serbia, Slovenia, Slovacchia, penisola balcanica) compreso il nord Italia dove la sua presenza è confermata in Friuli Venezia Giulia nel 2008 (G. Seljak, com. pers.). La specie è considerata monofaga su *Crysopegon gryllus* (Seljak 2016; Mühlethaler et al. 2018). Nel presente studio, esemplari di queste specie sono stati raccolti sui prati magri delle Terre di Pedemonte a Tegna (sito Tg) dove la pianta ospite *C. gryllus* è presente con popolazioni stabili.

16. Mukariini n. gen. (Fig. 3F): Tutti i cicadellidi deltocefalini afferenti alla tribù dei Mukariini, raccolti in ambiente urbano (parco pubblico di Figino, sito Cr, e Lugano-Cassarate, sito LC), appartengono alla stessa specie non ancora descritta. Alcuni di detti individui campionati a Figino sono stati donati dal primo autore al Museo dell'Università dell'Illinois a Urbana-Champaign (Illinois Natural History Survey, INHS) insieme ad altri esemplari raccolti da V. Trivellone nel 2018 in Veneto (Italia). Alla luce della recente letteratura di settore e in particolare dal confronto degli esemplari ticinesi e italiani con materiale della stessa tribù depositato presso l'INHS, emerge che i primi risultano affini a *Protensus nigrifrons* Li & Xing, 2011 ma differiscono da questa specie per la struttura dell'edeago (Zhang et al., in stampa). Zhang e collaboratori (in stampa) menzionano che *P. nigrifrons* non apparterebbe al genere *Protensus* che a sua volta deve trovare una nuova caratterizzazione tassonomica sempre in seno alla tribù dei Mukariini. Secondo C.H. Dietrich (com. pers.) la nuova entità raccolta in Ticino e nel Veneto potrebbe appartenere a uno stesso nuovo genere.

In Ticino, esemplari di questa non ancora descritta nuova specie sono stati raccolti esclusivamente su piante ornamentali di bambù (*Phyllostachys bissetii*). Anche in Veneto popolazioni abbondanti di questo deltocefalino sono state intercettate in siepi di bambù (*Phyllostachys* sp.), presenti a Conegliano, una lungo una strada urbana e una in un giardino pubblico (V. Trivellone, com. pers.). I Mukariini hanno il loro areale di distribuzione in Asia, nell'arcipelago indonesiano e nella regione Afrotropicale. Presumibilmente questa specie è stata introdotta in Europa dalla regione asiatica o indonesiana attraverso materiale di propagazione.

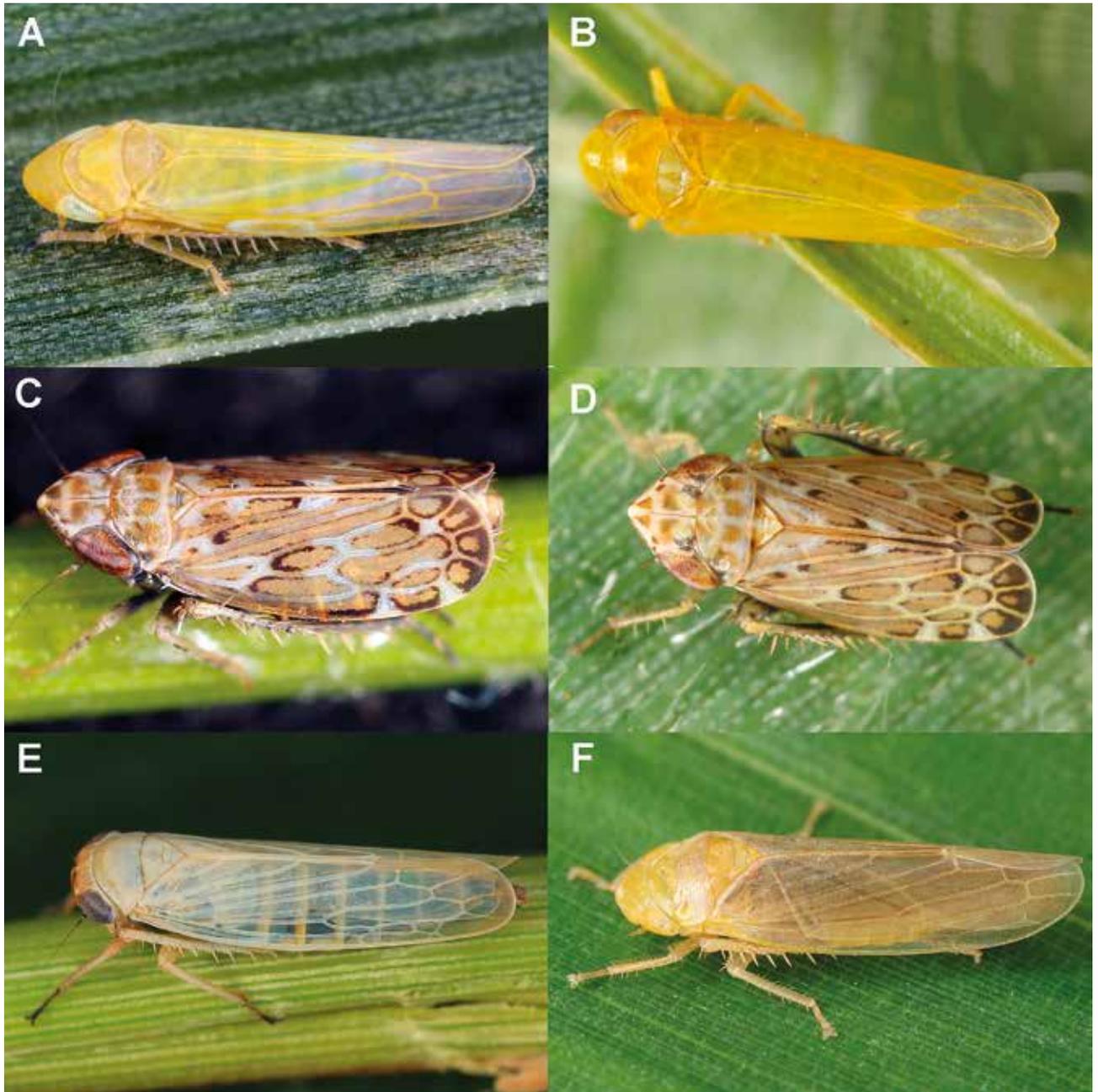


Figura 3: Esemplari adulti di sei specie, nuove segnalazioni per la Svizzera: A- *Wagneriala incisa* (Then, 1897) raccolta in Alpe Vicania (AlV) e Blenio (Bl2), 2.52-2.75 mm (♀♂); B- *Notus italicus* Wagner, 1954 raccolta nella Riserva delle Bolle di Magadino (BM1), 3.25-3.85 mm (♀♂); C- *Jassargus avenicus* Ribaut, 1952 raccolta sul Monte Caslano (MtC), 2.70-3.20 mm (♀♂); D- *Jassargus bicorniger* (Then, 1896) raccolta sul Monte Caslano (MtC), 2.75-3.25 mm (♀♂); E- *Tetartostylus illyricus* (Kirschbaum, 1868) raccolta a Tegna (Tg), 4-5 mm (♀♂); F- Mukariini n. gen. specie esotica raccolta nel parco pubblico di Figino (Cr) e a Lugano-Cassarate (LC), 4.75-5.25 mm (♀♂). Gli acronimi dei siti di raccolta sono riportati in Tabella 1 (foto B-E cortesemente fornite da Gabrijel Seljak, A e F da Gernot Kunz).

RINGRAZIAMENTI

Ringraziano di cuore Michele Aberhalden, caro amico e collega recentemente scomparso, per aver fornito gli shapefiles dei confini del Cantone Ticino e dei laghi utilizzati per la Fig. 2. Ringraziamo Filippo Rampazzi, direttore del Museo cantonale di storia naturale per aver supportato logisticamente e finanziariamente questa indagine.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Alma A., Chen P.P., D'Urso V., Guglielmino A., Hollier J., Kunz G., ... & Nicoli Aldini R. 2009. Auchenorrhyncha collected in the Canavese district (Northwest Italy) (Hemiptera, Auchenorrhyncha). *Cicadina*, 10: 119-125.
- Check list delle species della Fauna d'Italia. Versione on-line 2.1. 2021. <https://www.faunaitalia.it/checklist/>
- Della Giustina W., Ribaut H., Bonfils J. & Le Quesne W. J. 1989. Homoptères cicadellidae. Vol. 3, Compléments aux ouvrages d'Henri Ribaut: France et îles anglo-normandes. 300 pp. Federation Francaise des Societes de Sciences Naturelles: Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, France.
- Den Bieman C. F. M. 1986. Variability in female calling signals in mixed populations of pseudogamous forms and bisexual *Ribautodelphax* species (Homoptera: Delphacidae). *Netherlands journal of Zoology*, 37(1): 43-58.
- Den Bieman C. F. M. 1987. Biological and taxonomic differentiation in the *Ribautodelphax collinus* complex (Homoptera, Delphacidae). Thesis. Landbouwniversiteit Wageningen, Wageningen (Netherlands), 163 pp.
- Den Bieman C. F. M. 1988. Hybridization studies in the planthopper genus *Ribautodelphax* (Homoptera, Delphacidae). *Genetica*, 76(1): 15-26.
- Dmitriev D. A. 2003. onward. Web site: 3I interactive keys and taxonomic databases. <http://dmitriev.speciesfile.org/> (Ultimo accesso: 1.3.2021).
- Derjanschi V. & Péricart J. 2005. Hémiptères Pentatomoidea Euro-Méditerranéens. Vol. 1: Généralités Systématique. Faune de France 90: Federation Francaise des Societes de Sciences Naturelles, Paris.
- Guglielmino A., Scarici E., De Sanctis A. & Bückle C. 2017. Study on flora and Auchenorrhyncha biocenosis (Insecta Hemiptera) in moist areas considered restricted relics of the ancient Lacus Velinus in the provinces of Terni and Rieti (Umbria and Latium, Italy). *Biodiversity Journal*, 8(1): 151-184.
- Hetrach T. & Pollini Paltrinieri L. 2012. Le cicale (Hemiptera: Cicadidae) del Cantone Ticino. *Bollettino della società ticinese di scienze naturali*, 100: 43-51.
- Holzinger W. E., Kammerlander I. & Nickel H. 2003. The Auchenorrhyncha of Central Europe. Vol. 1: Fulgoromorpha, Cicadomorpha excl. Cicadellidae. - Brill Academic Publishers, Leiden, 673 pp.
- Holzinger W. E. 2009. Rote Liste der Zikaden (Hemiptera: Auchenorrhyncha) Österreichs. In: Zulka K.-P. (Ed.): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs 14/3: 41-317.
- Info flora 2021. Il centro nazionale dei dati e delle informazioni sulla flora svizzera. <https://www.infoflora.ch/it/>
- Lupoli R. 2017. *Graphosoma lineatum* (L., 1758) et *G. italicum* (O.F. Müller, 1766), deux espèces valides et distinctes, probablement issues de la transgression zancléenne méditerranéenne (Hemiptera Pentatomidae). *L'Entomologiste*, 73(1): 19-33.
- Monnerat C., Walter T., Gonseth Y. & Bergamini A. 2014. Die Punktraster-Methode für ein optimiertes Arten-Monitoring von Heuschrecken in Trockenwiesen der Schweiz. Alpe Vicania (Vico Morcote TI) mit «Schweizerrekord, Artendichte Heuschrecken»! The gridpoint-method for an optimized monitoring of grasshoppers and bush crickets in dry meadows in Switzerland. Alpe Vicania (Vico Morcote TI) a Swiss record of species density! *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 87: 71-84.
- Moulet P. 1995. Hémiptères Coreoidea, Pyrrhocoridae et Stenoccephalidae Euro-Méditerranéens. Faune de France 81: Federation Francaise des Societes de Sciences Naturelles, Paris.
- Mühlethaler R., Trivellone V., van Klink R., Niedringhaus R. & Nickel H. 2016. Kritische Artenliste der Zikaden der Schweiz (Hemiptera: Auchenorrhyncha). *Cicadina*, 16: 49-87.
- Mühlethaler R., Holzinger W. E., Nickel H. & Wachmann E. 2018. Die Zikaden Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Quelle & Meyer, Wiebelsheim.
- Nickel H. 2003. The Leafhoppers and Planthoppers of Germany (Hemiptera Auchenorrhyncha): Patterns and strategies in a highly diverse group of phytophagous insects. Copublished by Pensoft Publishers, Sofia-Moscow (ISBN 954-642-169-3) and Goecke & Evers, Keltern (ISBN 3-931374-09-2), 460 pp.
- Nickel H. & Remane R. 2002. Artenliste der Zikaden Deutschlands, mit Angaben zu Nährpflanzen, Lebenszyklen und Verbreitung (Hemiptera, Fulgoromorpha et Cicadomorpha) [Check list of the planthoppers and leafhoppers of Germany, with notes on food plants, diet width, life cycles, geographic range and conservation status (Hemiptera, Fulgoromorpha and Cicadomorpha).] *Beiträge zur Zikadenkunde*, 5: 27-64.
- Péricart J. 2010. Hémiptères Pentatomoidea Euro-Méditerranéens, Volume 3: Podopinae et Asopinae. Faune de France 93. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Paris.
- Ramsay A. J. 2019. Pentatomoidea (Hemiptera: Heteroptera) of Greece – An annotated checklist. *Monographs of the Upper Silesian Museum*, 10: 9-27.
- Ribaut H. 1952. Faune de France: Homoptères auchénorhynques; par Henri Ribaut. (Jassidae). Volume 57. 474 pp., Lechevalier, France.
- Ribes J. & Pagola-Carte S. 2013. Hémiptères Pentatomoidea Euro-Méditerranéens. Vol. 2: Pentatominae. Faune de France 96: Federation Francaise des Societes de Sciences Naturelles, Paris.
- Roca-Cusachs M. & Jung S. 2019. Redefining Stagonomus Gorski based on morphological and molecular data (Pentatomidae: Eysarcorini). *Zootaxa*, 4658(2): 368-374. doi: 10.11646/zootaxa.4658.2.10.
- Schulz K. 1976. Zur Kenntnis der Gattung *Jassargus* Zachvatkin (Homoptera Auchenorrhyncha). Versuch einer phylogenetischen Analyse anhand morphologischer und funktioneller Befunde der ektodermalen Genitalarmaturen beider Geschlechter, zoogeographischer und ökologischer Daten. Thesis, University of Marburg/Lahn. Tesi di dottorato, pp. 1-213.

- Seljak G. 2004. Contribution to the knowledge of planthoppers and leafhoppers of Slovenia (Hemiptera: Auchenorrhyncha). *Acta Entomologica Slovenica*, 12(2): 189-216.
- Seljak G. 2016. New and little-known plant- and leafhoppers of the fauna of Slovenia (Hemiptera: Fulgoromorpha and Cicadomorpha). *Acta Entomologica Slovenica*, 24(2): 151-200.
- Then F. 1896. Neue Arten der Cicadinen-Gattungen *Deltocephalus* und *Thamnotettix*. *Mitteilungen der Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark*, 32: 165-197
- Trivellone V. 2009. Studio della biodiversità della Auchenorrhincofauna in vigneti ticinesi. Relazione finale. Scientific Report, Agroscope, 31 pp. Online (ultima consultazione: 16.3.2021): <https://docplayer.it/70944043-Studio-della-biodiversita-della-auchenorrhincofauna-in-vigneti-ticinesi-relazione-finale-autore-valeria-trivellone-acw-centro-di-cadenazzo.html>
- Trivellone V. 2010. Contribution to the knowledge of the Auchenorrhyncha fauna of bogs and fens of Ticino and Grisons, with some new records for Switzerland. *Cicadina*, 11: 97-106.
- Trivellone V. & Pollini Paltrinieri L. 2011. La collezione degli Auchenorrhinchi (Hemiptera: Fulgoromorpha et Cicadomorpha) del Museo cantonale di storia naturale di Lugano e nuove segnalazioni per la Svizzera. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 99: 129-137.
- Trivellone V. 2012. Contributo alla conoscenza degli Auchenorrhinchi (Hemiptera: Fulgoromorpha et Cicadomorpha) della Val Piora (Canton Ticino, Svizzera) con una nuova segnalazione per la Svizzera. *Memorie della Società ticinese di scienze naturali e del Museo cantonale di storia naturale*, 11: 187-190.
- Trivellone V., Pollini Paltrinieri L., Jermini M. & Moretti M. 2012. Management pressure drives leafhopper communities in vineyards in Southern Switzerland. *Insect Conservation and diversity*, 5: 75-85.
- Trivellone V., Knop E., Turrini T., Andrey A., Humbert J.-Y. & Kunz G. 2015. New and remarkable leafhoppers and planthoppers (Hemiptera: Auchenorrhyncha) from Switzerland. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 88: 273-284.
- Trivellone V., Filippin L., Narduzzi-Wicht B. & Angelini E. 2016a. A regional-scale survey to define the known and potential vectors of grapevine yellow phytoplasmas in vineyards South of Swiss Alps. *European Journal of Plant Pathology*. DOI: 10.1007/s10658-016-0880-3
- Trivellone V., Mitrović M., Dietrich C.H. & Toševski I. 2016b. *Osbornellus auronitens* (Hemiptera: Cicadellidae: Deltocephalinae), an introduced exotic species new for the Palearctic region. *Canadian Entomologist*, 149 (4): 551-559.
- Trivellone V. & Mitrović M. 2018. Les cicadelles vectrices connues et potentielles du phytoplasme du stolbur dans les vignobles de Suisse. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 50 (2): 102-110.
- Vidano C. 1965. A contribution to the chorological and oecological knowledge of the European Dikraneurini (Homoptera, Auchenorrhyncha). *Zoologische Beiträge (Neue Folge)*, 2: 343-367.
- Wachmann E., Melber A. & Deckert J. 2004. Wanzen, Band 2. Cimicomorpha: Microphysidae, Miridae. Goecke & Evers, Keltern, pp. 1-288.
- Wachmann E., Melber A. & Deckert J. 2008. Wanzen, Band 4. Pentatomorpha II, Pentatomoidea. Goecke & Evers, Keltern, pp. 1-230.
- Xu Y., Dietrich C. H., Zhang Y. L., Dmitriev D. A., Zhang L., Wang Y. M., ... & Qin, D. Z. 2021. Phylogeny of the tribe Empoascini (Hemiptera: Cicadellidae: Typhlocybiniae) based on morphological characteristics, with reclassification of the Empoasca generic group. *Systematic Entomology*, 46(1), 266-286.
- Zhang L., Webb M. D. & Xing J. in stampa. Review of the leafhopper genus *Protensus* Zhang & Dai (Hemiptera, Cicadellidae, Deltocephalinae) with description of a new species. *Zootaxa*.

Nuovi funghi fitoparassiti introdotti nel Cantone Ticino

Thomas Brodtbeck

Elsternweg 5, 4125 Riehen, Svizzera

Membro della Commissione Scientifica dell'Unione Svizzera delle Società Micologiche

tom.brodtbeck@gmail.com

Riassunto: Sono descritte 13 specie avventizie di ruggini, carboni e peronosspore trovate nel Cantone Ticino (Svizzera). Sono presentate le ruggini (Uredinales) *Puccinia abnormis* (su *Echinochloa*), *Puccinia oahuensis* (su *Digitaria*), *Puccinia dochmia* (su *Muhlenbergia*), *Puccinia phyllostachydis* (su *Phyllostachys*), *Puccinia oxalidis* (su *Oxalis*) e i carboni (Ustilaginales) *Ustilago trichophora* e *Moesziomyces bullatus* (su *Echinochloa*), *Ustilago syntherismae* (su *Digitaria*), *Sporisorium hodsonii* (su *Panicum*), *Sporisorium reilianum* (su *Sorghum*) e *Melanopsichium pennsylvanicum* (su *Polygonum*). Sono inoltre descritte le peronosspore (Peronosporales) *Peronospora manshurica* (su *Glycine*) e *Pseudoperonospora* aff. *celtidis* (su *Celtis*). Probabilmente per la prima volta dal 2019 è accertata la presenza in Europa di *Puccinia abnormis*, *Sporisorium hodsonii* e *Pseudoperonospora* aff. *celtidis*, così come di *Puccinia oahuensis*. È discussa la tassonomia delle varie specie e possibili scenari dell'introduzione delle specie citate.

Parole chiave: neomiceti, Peronosporales, Uredinales, Ustilaginales

Phytoparasitic fungi newly introduced in Ticino

Abstract: In this study 13 adventitious species of rusts, smuts and downy mildews collected in Canton Ticino (Switzerland) are described. The rusts (Uredinales) *Puccinia abnormis* (on *Echinochloa*), *Puccinia oahuensis* (on *Digitaria*), *Puccinia dochmia* (on *Muhlenbergia*), *Puccinia phyllostachydis* (on *Phyllostachys*), *Puccinia oxalidis* (on *Oxalis*), the smuts (Ustilaginales) *Ustilago trichophora* and *Moesziomyces bullatus* (on *Echinochloa*), *Ustilago syntherismae* (on *Digitaria*), *Sporisorium hodsonii* (on *Panicum*), *Sporisorium reilianum* (on *Sorghum*) and *Melanopsichium pennsylvanicum* (on *Polygonum*), and the downy mildews (Peronosporales) *Peronospora manshurica* (on *Glycine*) and *Pseudoperonospora* aff. *celtidis* (on *Celtis*) are described and discussed. *Puccinia abnormis*, *Sporisorium hodsonii* and *Pseudoperonospora* aff. *celtidis*, as well as *Puccinia oahuensis* are confirmed probably for the first time since 2019 in Europe. The taxonomic relationships of the species and possible scenarios of the introduction of the treated species are presented and discussed.

Keywords: neomycetes, Peronosporales, Uredinales, Ustilaginales

INTRODUZIONE

Nell'ambito di un inventario svizzero dei funghi fitoparassiti, dal 2007 sono rilevate anche aree nel Cantone Ticino. In questo studio viene presentata una selezione di nuovi ritrovamenti degni di nota di specie appartenenti al gruppo delle ruggini (Uredinales), dei carboni (Ustilaginales) e delle peronosspore (Peronosporales), la cui area d'introduzione principale è il Cantone Ticino, oppure che sono state osservate in Ticino per la prima volta in Svizzera.

Grazie alla sua posizione geografica e al suo clima mite, il Cantone Ticino si è rilevato un hotspot per neomiceti (Beenken & Senn-Irlet 2016). Il commercio globale di piante coltivate è responsabile per l'introduzione involontaria di organismi esotici, che possono colonizzare nuovi territori.

MATERIALE E METODI

Le parti di piante parassitate sono state studiate al binoculare (Wild M3B) e in parte anche al microscopio

(Leitz SM-Lux), le spore sono state osservate in acqua e disegnate. I campioni sono depositati nell'erbario privato dell'autore e alcuni esemplari anche nell'erbario dell'ETH di Zurigo (ZT). Per le determinazioni è stata utilizzata la letteratura standard e specializzata (ad es. Cummins 1971; Gäumann 1959; Sydow 1904; Zogg 1985; Vánky 1994; Klenke & Scholler 2015).

Le specie presentate sono ordinate secondo la struttura della pianta ospite (graminacea, pianta erbacea, pianta legnosa). Per le ruggini, i numeri romani indicano le uredospore (II) rispettivamente le teleutospore (III). Pustole con uredospore sono definite "uredinia", quelle con teleutospore "telia".

RISULTATI E DISCUSSIONE

Echinochloa crus-galli (L.) P. Beauv.

Il giovane comune (*Echinochloa crus-galli*) è una graminacea indigena (archofita) che prospera in terreni coltivati ricchi in nutrienti ed è comune nelle regioni calde di tutto il mondo.

1. *Puccinia abnormis* Henn. 1896

Specie descritta dall'Argentina, prov. Cordoba, su *Echinochloa* sp. (fide Cummins 1971).

Ritrovamenti su *Echinochloa crus-galli*, sia (II III):

Piano di Magadino ovest (Comune [Cne] di Locarno), 17.10.2019, fascia erbosa a sud-est di Gabana, (2°71'100, 1°114'280) 198 m (ZT). – Piano di Magadino ovest (Cne di Locarno), 17.10.2019, incrocio a nord-est di Gabana, (2°71'150, 1°114'430) 198 m. – Piano di Magadino ovest (Cne di Locarno), 17.10.2019, strada campestre a nord di Isella, maggesi, (2°71'650, 1°114'350) 198 m. – Piano di Magadino, a nord-ovest di Contone, 7.10.2020, a est di Lofredo, prima di un campo di grano saraceno (*Fagopyrum*), (2°713'980, 1°112'710) 200 m. – Cadenazzo, 7.10.2020, a nord-est di "Ciossa Pescioni", campo di soia, (2°716'450, 1°113'050) 206 m. – Stabio, 20.10.2020, Prai P.354, grande mucchio di detriti, solo su 1 esemplare, (2°715'850, 1°077'950) 354 m.

Puccinia abnormis sviluppa uredinia color bruno ruggine e telia allungati color nero bruno su entrambi i lati della foglia. Le teleutospore si caratterizzano da un'elevata variabilità per quanto concerne la posizione del setto tra le due cellule sporali: il setto (septum) può essere orizzontale, perpendicolare o obliquo (Fig. 1).

P. abnormis è una ruggine del Nuovo Mondo. Secondo Cummins (1971) il suo areale di distribuzione in America si estende dagli Stati Uniti attraverso il Messico fino al Cile e all'Argentina. Come piante ospiti sono indicate *Echinochloa crus-galli* e altre specie del genere *Echinochloa*. I primi ritrovamenti per la Svizzera (nel 2019) sono stati pubblicati da Berndt & Brodtbeck (2019), con fotografie al microscopio delle spore.

P. abnormis si differenzia da *P. flaccida* Berk. & Br., descritta dallo Sri Lanka su *Echinochloa crus-galli*, soprattutto per le caratteristiche delle uredospore. *P. abnormis* ha uredospore più piccole (18-20 [24] x [13] 17-19 µm) con 4-6 pori germinativi sparsi; le uredospore di *P. flaccida* misurano 23-30 x (17) 23-27 µm e possiedono 3 pori germinativi equatoriali. Secondo Berndt, le uredospore del campione ticinese (ZT) misurano 23-30 x 18-23

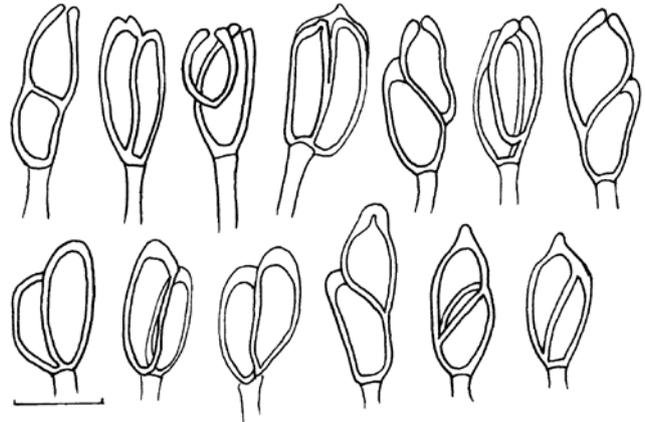


Figura 1: *Puccinia abnormis*, varie teleutospore (scala: 20 µm).

µm e hanno 4-5 pori germinativi evidenti, più o meno distribuiti. La misure delle uredospore è quindi una via di mezzo tra *P. abnormis* e *P. flaccida*. Le teleutospore corrispondono però perfettamente a quelle di *P. abnormis* (Berndt & Brodtbeck 2019, tradotto).

Tutte i campioni provengono da zone in cui le coltivazioni si alternano ai maggesi. Fino ad ora questo fungo non era ancora stato osservato in Svizzera, nelle regioni limitrofe o in Europa. Sarebbe interessante capire se il fungo possa essere presente anche nella Pianura Padana, per esempio nelle risaie o nei campi di mais.

2. *Ustilago trichophora* (Link 1825) Kunze

Specie descritta dall'Egitto su *Echinochloa cololum*.

Ritrovamenti su *Echinochloa crus-galli*:

Cadenazzo, 2.10.2018, a nord della stazione, detriti, (2°716'050, 1°112'600) 205 m. – Cadenazzo nord, 2.10.2018, al di là del ponte del canale a nord-est di P.203, prato, (2°715'370, 1°113'450) 203 m. – Sant'Antonino, 2.10.2018, a ovest di Pianoni, (2°718'150, 1°113'900) 210 m. – Piano di Magadino (Cne di Locarno), 17.10.2019, a est dell'aeroporto, strada di campagna a est di P.198, (2°712'100, 1°114'140) 199 m. – Piano di Magadino, a nord-ovest di Contone, 7.10.2020, a est di Lofredo, (2°713'870, 1°112'750) 200 m.

Questo carbone (Fig. 2) forma delle galle pelose grandi fino a più centimetri sui nodi del culmo e nelle ascelle foliari di *Echinochloa crus-galli*, raramente sulle infiorescenze. Le galle sono dapprima verdi poi nere e contengono la sporata scura. Le spore, finemente echinulate, misurano 6-12 µm.

Ustilago trichophora è un carbone diffuso nelle regioni più calde del globo. I primi ritrovamenti svizzeri, tutti nel Cantone Ticino (Zogg 1985), risalgono al settembre 1974 Piano di Magadino, Tenero (Lanini e Zogg), 1975 fino 1977 sul Piano di Magadino e nella Valle di Agno (Bolay, Zogg, Lanini). In Austria il fungo è stato più volte segnalato dal 1980 (Zwetko & Blanz 2004), per contro sembra non essere presente in Germania.



Figura 2: *Ustilago trichophora*, galle piene di spore del fungo su *Echinochloa crus-galli* (foto: R. Berndt).

3. *Moesziomyces bullatus* (Schröter 1869) Vánky Specie descritta dalla Germania (Silesia).

Ritrovamenti su *Echinochloa crus-galli*:

Gordola, 17.10.2019, Saleggi, campo di zucche, (2°71'160, 1°114'560) 199 m. – Piano di Magadino ovest (Cne di Locarno), 17.10.2019, striscia erbosa a sud-est di Gabana, (2°711'100, 1°114'280) 198 m. – Contone, 7.10.2020, nord-ovest di Piattoni, incolto tra un campo di mais e una zona di compostaggio, (2°715'220, 1°112'300) 205 m. – Stabio, 20.10.2020, Prai P.354, grande cumulo di macerie, (2°715'850, 1°077'950) 354 m.

Sori nell'infiorescenza della pianta ospite poco appariscenti, obovati o ellissoidali, leggermente più grandi della cariosside. Quando si spacca la membrana del soro sono visibili i numerosi ammassi sporiali, color caffè e granulosi. Le spore singole hanno un diametro di 6-8 µm.

Moesziomyces bullatus è presente in tutto il mondo (Vánky 1994); nell'Europa centrale compare sporadicamente (Scholz & Scholz 1988; Zwetko & Blank 2004).

In Svizzera *M. bullatus* non è riportato né da Zogg (1985) né nella banca dati Swissfungi. La prima segnalazione in Svizzera risale al 2016 nei pressi di Zurigo (Berndt, erbario ZT). L'autore ha trovato il fungo nel 2018 nel Liechtenstein, a Balzers, ai margini di un campo di mais. I primi ritrovamenti in Ticino risalgono al 2019.

Digitaria sanguinalis (L.) Scop.,
D. ischaemum (Schreb.) Muhl.

Le sanguinelle *Digitaria sanguinalis* e *Digitaria ischaemum* sono graminacee molto diffuse, che colonizzano zone ruderali e campi coltivati e germinano al caldo.

4. *Puccinia oahuensis* Ell. & Ev. 1895

Specie descritta dall'isole Sandwich Oahu su *Panicum pruriens*.

Ritrovamenti su *Digitaria sanguinalis*, sia (II che III), ma (III) solo raramente:

Piano di Magadino a nord-ovest di Contone, 7.10.2020, a est di Lofredo, ai margini di un campo di grano saraceno (*Fagopyrum esculentum*), (2°713'870, 1°112'750) 200 m (ZT). – Piano di Magadino a nord-ovest di Contone, 7.10.2020, a ovest di Lofredo, in una cava di sabbia abbandonata, (2°713'420, 1°112'680) 200 m.

Puccinia oahuensis sviluppa sulla superficie della foglia uredinia bruno arancioni e telia nerastri. Secondo Reinhard Berndt gli uredinia contengono parafisi largamente claviformi, a parete sottile, larghe 8-12 µm, le uredospore, finemente echinulate, misurano 22-32 (-40) x 20-26 (-28) µm, i pori germinativi, 3-5, sono soprattutto in posizione equatoriale, ma sono anche distribuiti irregolarmente. Le teleutospore hanno una forma più variabile, sono allungate, obovoidi, spesso fortemente allargate verso l'alto, arrotondate o un po' angolari, 28-42 (-50) x 15-23 (-26) µm (Fig. 3).

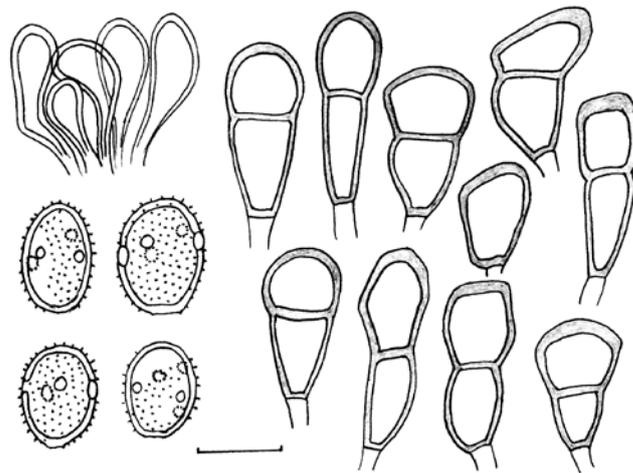


Figura 3: *Puccinia oahuensis*, parafisi (in alto a sinistra), uredospore (in basso a sinistra) e teleutospore (a destra) (scala: 20 µm).

Secondo Cummins (1971) *P. oahuensis* è distribuita a livello globale nelle regioni calde e tropicali e colonizza varie specie di *Digitaria*.

Solitamente *Digitaria sanguinalis* in Europa Centrale non è colpita da ruggini. Dato che mancano segnalazioni anche dalle zone limitrofe, l'osservazione di *Puccinia oahuensis* sembra essere la prima, non solo per la Svizzera, ma probabilmente per l'Europa.

Una ruggine molto simile è stata descritta da Kapsanaki-Gotsi (1986) sulla base di un ritrovamento del 1981 a Creta: *Puccinia digitariicola* ha uredospore molto simili a quelle della specie sopra descritta, ha però teleutospore più lunghe (37-62 µm), più larghe e angolari verso l'alto. Secondo Cummins (1971) le teleutospore di *P. oahuensis* sono arrotondate. Negli esemplari ticinesi le teleutospore sono in parte arrotondate, ma in parte anche fortemente allargate verso l'alto e un po' angolose, il che farebbe propendere per *P. digitariicola*, ma non sono così lunghe.

Rimane ancora aperta la questione se un'unica differenza (teleutospore lunghi fino a 62 µm) giustifichi davvero la separazione di una specie. Prima dei ritrovamenti in Ticino, quello a Creta era l'unico a livello europeo.

5. *Ustilago syntherismae* (Schwein.) Peck 1875

Specie descritta dagli Stati Uniti (Carolina) su *Digitaria sp.* (*'Syntherisma'*).

Ritrovamenti su *Digitaria ischaemum*:

Cadenazzo, 2.10.2018, a nord della Stazione federale di ricerche agronomiche, striscia in mezzo al sentiero a ovest di P.203, (2°715'320, 1°113'430) 203 m. – Cadenazzo, 2.10.2018, sentiero a nord del canale a sud del bosco del Demanio in direzione di P.207, tra *Cynodon* in luoghi calpestati, (2°716'650, 1°113'840) 207 m.

Il carbone *Ustilago syntherismae* distrugge l'intera infiorescenza della graminacea. Al suo posto, si sviluppa un "focolaio", una massa polverosa di spore nere (10-15 x 9-12 µm), circondata dalle guaine fogliari superiori.

ri. Nelle stazioni ticinesi, sono stati trovati solo pochi esemplari infetti. La specie è molto diffusa (Africa, America, Asia, Est-Europa). Zogg (1985) non indica alcun ritrovamento per la Svizzera. La prima scoperta nel 1985 è di Bolay nei pressi di Cugnasco (Bosciorodo 2°714'250 / 1°114'500) su *Digitaria sanguinalis* (Bolay 1998). I nostri nuovi reperti sono solo a circa 1-2 km più a sud-est.

***Panicum dichotomiflorum* Michx.**

Il panico delle risaie (*Panicum dichotomiflorum*) è arrivato in Svizzera come specie accompagnatrice delle coltivazioni di mais negli anni '80 (zona di Basilea dal 1986, ma nelle zone portuali molto prima). In Italia la sua comparsa risale al 1964 (Fenaroli, in Pignatti 1982) ed è conosciuta come specie accompagnatrice delle risaie.

6. *Sporisorium hodsonii* (G. L. Zundel 1930) K. Vánky
Specie descritta dal Sudafrica su *Panicum sp.*

Ritrovamenti su *Panicum dichotomiflorum*:

Contone, 7.10.2020, a nord-ovest di Piattoni, vegetazione erbacea incolta tra un campo di mais e una zona di compostaggio, (2°715'220, 1°112'300) 205 m (ZT). – Gordola, 30.10.2020, Piano di Magadino a nord-ovest di Isella, a est del ponte, margine erboso ruderales, (2°711'250, 1°114'440) 198 m.

I carboni del genere *Sporisorium* distruggono l'intera infiorescenza della graminacea e la sostituiscono con una sporata nera che emerge tra le guaine e che forma degli ammassi più o meno grandi (Fig. 4).

La referenza europea per i carboni (Vánky 1994) non contiene la specie cercata, determinata da Reinhard Berndt, che si è basato su "Smut Fungi of the World" (Vánky 2012). La dimensione delle spore di 8-14 µm e la presenza di zone un po' più chiare hanno portato alla specie *Sporisorium hodsonii*. La superficie delle spore è densa di verruche sottili, circa 14, si allineano su una lunghezza di 10 µm.

Vánky (2012) menziona anche *Panicum dichotomiflorum* tra le piante ospiti su cui è stato trovato questo fungo. Finora, sono note segnalazioni dall'Asia orientale, dal Nord America e dal Sud Africa. I ritrovamenti di Contone e Gordola sono le prime segnalazioni di questo fungo per l'Europa.

***Sorghum halepense* (L.) Pers.**

Il sorgo selvatico (*Sorghum halepense*) è originario delle regioni aride del Mediterraneo (Nord Africa, Asia Minore) e si è da tempo naturalizzato nell'Europa meridionale.

7. *Sporisorium reilianum* (J. Kühn 1875)

Langdon & Fullerton
Specie descritta dall'Egitto su *Sorghum vulgare* [= *S. bicolor* (cult.)].

Ritrovamenti su *Sorghum halepense*:

Cadenazzo, 2.10.2018, a nord della stazione ferroviaria, su detriti, (2°716'050, 1°112'600) 205 m. – Piano di Magadino ovest (Cne di Locarno), 17.10.2019,



Figura 4: *Sporisorium hodsonii*, infiorescenze giovani di *Panicum dichotomiflorum* colpite dal fungo (foto: R. Berndt).

strada di campagna a nord-est d'Isella, campo incolto, (2°711'700, 1°114'350) 198 m.

Sporisorium reilianum colpisce specie di sorgo (*Sorghum*) e mais (*Zea mays*). Il fungo attacca le infiorescenze e produce al loro posto una sporata nera molto polverosa. Le spore bruno oliva misurano 10-13 x 10.5-14 µm.

La specie è distribuita in tutto il mondo e conosciuta in Nord America, Australia, Asia e Sud Europa. Nell'Europa Centrale compare sporadicamente.

Zogg (1985) non cita nessuna stazione in Svizzera. Bolay scrive di un primo ritrovamento svizzero a Noville (VD, 1996) su mais (Bolay 1998).

Le piante dei ritrovamenti ticinesi erano poco colpite. Per contro su piante di *Sorghum halepense* cresciute a partire da mangime per uccelli provenienti dall'Alsazia nel 2020, si sono formati impressionanti ciuffi neri con dimensioni fino a 7 x 3 cm.

***Muhlenbergia schreberi* J. F. Gmelin**

La muhlenbergia di Schreber (*Muhlenbergia schreberi*) appartiene a un genere molto ricco di specie. È diffusa negli Stati Uniti, in Messico e in Argentina, ma è assente in America Centrale. Questa graminacea è stata segnalata come nuova arrivata nella zona del lago di Lugano (Becherer 1964) e da allora si è naturalizzata nel Ticino meridionale, compresa la zona del lago Maggiore sul lato italiano. Prospera in luoghi un po' umidi e ombreggiati, su bordi di sentieri.

8. *Puccinia dochmia* Berk. & M. A. Curt. 1858
Specie descritta dall'America Centrale.

Ritrovamenti su *Muhlenbergia schreberi*, per lo più (II e III):

Pura, 11.9.2007, M. Mondini, strada forestale a nord della vetta, (2°709'760, 1°094'340) 810 m (primo ritrovamento). – Caslano, 12.9.2007 e 2.10.2009, Magliasina, vicino alla stazione ferroviaria P.290, aiuola ruderales, (2°711'350, 1°092'740) 290 m (ZT). – Castel San Pietro, 13.9.2007, Gole della Breggia, stagno a sud-

est del Punt da Cüsa, (2°72'270, 1°079'570) 280 m (II). – Riva S. Vitale, 30.9.2014, a nord di Alborello, sentiero forestale, (2°718'330, 1°085'940) 525 m. – Agno, 2.10.2009, Molinazzo, (2°713'490, 1°094'790) 274 m. – Muzzano, 2.10.2009, a est del Vedeggio, a sud-est di P.277, (2°713'930, 1°095'040) 275 m. – Gandria, 9.9.2020, a est del Grotto Elvezia, (2°720'800, 1°096'000) 275 m (II). – Intragna, 1.11.2013, a ovest di P.272, (2°697'720, 1°115'020) 282 m. – Piano di Magadino (Cne di Locarno), 17.10.2019, margine boschivo a sud-est di Gabana, (2°711'090, 1°114'250) 198 m (ZT).

Puccinia dochmia forma sulla superficie delle foglie di *Muhlenbergia schreberi* uredinia bruno arancio e telia bruno neri. Le uredospore sono quasi sferiche e secondo Cummins (1971) misurano (19-) 22-26 (-31) x (16-) 18-23 (-28) µm, hanno 6-8 pori germinativi sparsi con evidenti papille. Le teleutospore sono da ellissoidi a quasi sferiche, a parete spessa, il setto è spesso obliquo, talvolta verticale; misurano (22-) 26-30 (-38) x (19-) 22-25 (-29) µm (misure dell'autore: 21-26 x 19-23) (Fig. 5). Per illustrazioni vedi Berndt & Brodtbeck (2019).

Il fungo è originario del Messico e dell' America Centrale.

La determinazione ha posto dei problemi poiché esiste un'altra specie simile, *Puccinia schedonardi* Kell. & Sw., descritta dal Nord America, che cresce su specie di *Muhlenbergia*. Le uredospore delle due specie sono praticamente identiche, ma ci sono piccole differenze nelle teleutospore: in *Puccinia dochmia* misurano 25-30 x 22-25 µm e sono spesso da oblique a verticalmente settate, in *P. schedonardi* misurano 27-37 x 18-24 µm e solo a volte oblique o verticalmente settate. Gli esemplari esaminati da Reinhard Berndt (Caslano, ZT) misurano 24-29 x 19-22 µm, e i setti sono per lo più obliqui. Si tratta quindi chiaramente di *P. dochmia*.

Puccinia dochmia non era stata documentata in Europa prima del 2007. Una ricerca nell'erbario del Museo cantonale di storia naturale di Lugano ha rivelato un solo campione di *Muhlenbergia schreberi* colpito dal fungo (II III) prima di questa data (Taverne, 1.10.2001, Schoenenberger; LUG 15266).

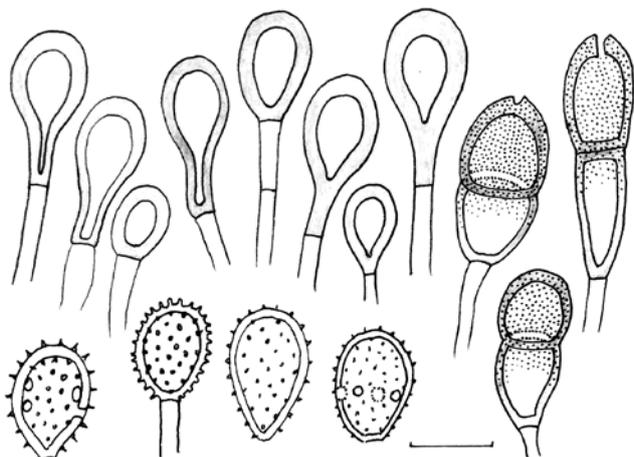


Figura 6: *Puccinia phyllostachydis*, diverse parafisi (in alto), uredospore (in basso a sinistra) e tre teleutospore (a destra) (scala: 20 µm).

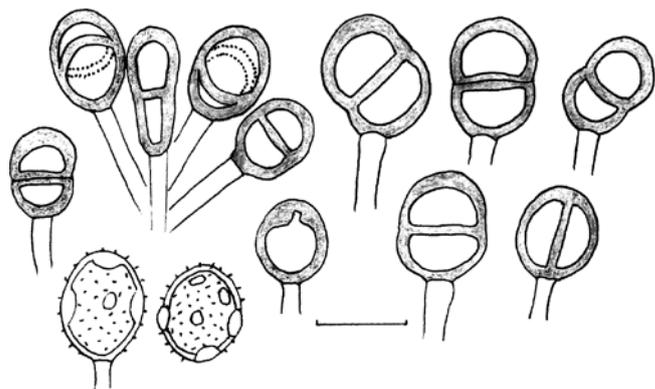


Figura 5: *Puccinia dochmia*, varie teleutospore e due uredospore (in basso a sinistra) (scala: 20 µm).

Sarebbe interessante sapere se il fungo sia presente anche nelle regioni limitrofe a ovest del Ticino (province di Varese, Novara e Vercelli), dove la pianta è stata segnalata (Flora Alpina, Aeschmann et al. 2004).

Phyllostachys viridiglaucescens

Carrière ex Rivière & C. Rivière

Diverse specie di bambù sono coltivate nei giardini e la loro identificazione è difficile, dato che ci si deve basare sui caratteri vegetativi. Gli esemplari osservati sono stati determinati come *Phyllostachys viridiglaucescens* utilizzando la flora di Roloff & Bärtels (2006). È tuttavia possibile che possa trattarsi di *Phyllostachys aurea* Carr. ex Riv. & C. Riv. o addirittura di *Semiarundinaria fastuosa* (Lat.-Marl. ex Mitford) Makino ex Nakai.

9. *Puccinia phyllostachydis* Kusano 1908

Specie descritta dal Giappone, presente su specie di bambù appartenente a vari generi.

Ritrovamenti su *Phyllostachys* sp., solitamente su *Phyllostachys viridiglaucescens*, per lo più (II):

Curio, 20.5.2007, paese, (2°710'100, 1°095'650) 570 m (II III) (prima ritrovamento). – Morcote, 23.5.2007, Parco Scherrer, (2°714'200, 1°086'900) 290 m (II III). – Maroggia-Melano, 4.5.2009, a nord di P.280, (2°719'350, 1°087'710) 280 m. – Pura, 11.9.2007, Brocaggio, (2°711'270, 1°093'100) 350 m (II III). – Caslano, 2.10.2009, Via San Michele, (2°710'920, 1°092'200) 275 m. – Lamone, 10.11.2013, (2°715'700, 1°106'170) 322 m. – Sonvico, 10.7.2019, Via Cassina, (2°719'400, 1°101'880) 495 m. – Tegna, 15.11.2012, (2°701'200, 1°115'870) 254 m. – Ascona, 7.5.2019, a est del Monte Verità, (2°702'610, 1°112'880) 300 m. – Vira Gambarogno, 15.6.2011, (2°708'800, 1°111'030) 300 m. – Gordola, 5.11.2010, Sotto Sassalto, bosco sopra vigneto, (2°710'580, 1°115'920) 480 m. – Contone, 7.10.2020, (2°715'090, 1°112'330) 205 m. – Aurigeno, 26.6.2013, (2°698'150, 1°120'920) 330 m. – Cresciano, 25.11.2014, Boscone, strada forestale nel bosco golendale, (2°720'500, 1°125'900) 250 m (II III).

Puccinia phyllostachydis ha uredinia marrone cannella circondati da parafisi caratteristiche, piriformi-clavate (20-35 x 15-18 µm), a parete spessa (spessore 2-3 µm) che si colorano di marrone e sono separate dal gam-

bo da un setto. Le uredospore misurano circa 24-34 x 20-25 µm, hanno 4-5 pori germinativi equatoriali. Le teleutospore sono lungamente pedunculato, finemente verrucose e misurano circa 38-50 x 19-22 µm (Fig. 6).

Secondo Cummins (1971), questa ruggine cresce su specie del genere *Phyllostachys*. Il suo areale di distribuzione comprende Cina, Giappone, Hawaii e Nord America sudorientale. Non si sa da quando il fungo si sia stabilito in Ticino. Il fatto che, con ricerche mirate, sia facile da trovare, lascia pensare a una presenza da lungo tempo e non a un'introduzione recente.

Non ci sono osservazioni nella nostra regione e in Europa prima del 2007 (Berndt & Brodtbeck 2019). Recentemente è stato segnalato un ritrovamento in Germania nel Giardino Botanico di Bochum su *Phyllostachys* sp. (Kruse et al. 2018), tuttavia senza le parafisi caratteristiche. Sulla base della descrizione e confrontando la rappresentazione in "Roesten van Nederland" (Termorshuizen & Swertz 2011), potrebbe trattarsi di *Puccinia kusanoi*, che ha però come ospite *Semiarundinaria fastuosa*. *P. kusanoi* auct., non Diet. in Europa è stata trovata per la prima volta nel 1961 nell'Inghilterra meridionale (Legon & Henrici 2005).

***Polygonum lapathifolium* L.**

Il poligono nodoso (*Polygonum lapathifolium*), pianta ruderale che cresce ai margini dei campi o su accumuli di detrito, è presente nelle zone più calde di tutto il mondo.

10. *Melanopsichium pennsylvanicum* Hirschh. 1941

Specie descritta dagli Stati Uniti su *Polygonum pennsylvanicum*.

Ritrovamenti su *Polygonum lapathifolium*:

Cadenazzo, 2.10.2018, tra P.205 e P.204, campo incolto con soia, (2°715'900, 1°113'010) 204 m. – Sant'Antonino, 2.10.2018, a ovest di Pianoni, campo di soia, (2°718'150, 1°113'900) 210 m. – Piano di Magadino ovest (Cne di Locarno), 17.10.2019, a est dall'aeroporto, a est di P.198, campo di asparagi, (2°711'950, 1°113'550) 198 m.

Il carbone *Melanopsichium pennsylvanicum* forma delle galle tuberose nero-violacee alle diramazioni dei nodi del fusto, specialmente nell'infiorescenza (Fig. 7). Le galle sono elastiche quando sono umide e dure quando sono asciutte. Nelle loro cavità si formano le spore che misurano 6-15 µm.

Il fungo è stato osservato per la prima volta in Europa nel 1926 in Ungheria (Vánky 1985). Nel 1957 è stato trovato in Germania su *Polygonum aviculare* (Scholz & Scholz 1988). Secondo Zwetko & Blanz (2004) in Austria è conosciuto dal 1983. In Svizzera finora non c'erano state segnalazioni. Il fungo comunque è presente dal 2018 nel Cantone Ticino, dove cresce in colture termofile come campi di soia.

Polygonum pennsylvanicum, l'ospite tipo, è strettamente imparentato con *P. lapathifolium* e ha esigenze ecolo-



Figura 7: *Melanopsichium pennsylvanicum*, galle nell'infiorescenza giovane di *Polygonum lapathifolium* (foto: R. Berndt).

giche simili. È possibile che il fungo non sia arrivato direttamente dall'America, ma, come suggeriscono le numerose osservazioni nell'Europa dell'Est, piuttosto da queste regioni.

***Oxalis corymbosa* DC., *Oxalis latifolia* HBK.**

Le specie di *Oxalis* a fiore rosa sviluppano fiori e foglie da tuberi sotterranei (sezione *Ionoxalis*) e sono piante da giardino apprezzate per luoghi asciutti. Per l'identificazione delle varie specie, che non sono facilmente distinguibili, è stato utilizzato Cullen et al. (1997). La ruggine menzionata di seguito è stata trovata per lo più su *Oxalis corymbosa*. La già citata Garden Flora a proposito di questa specie scrive specificamente "Questa specie è particolarmente suscettibile alla ruggine *Puccinia oxalidis*" (Cullen et al. 1997). Più raramente il fungo è stato trovato su *Oxalis latifolia*. Entrambe le specie sono native del Sud America.

11. *Puccinia oxalidis* Dietel & Ellis 1895

Specie descritta dal Sud America.

Prima osservazione:

Balerna, 2001 (banca data Swissfungi: Franco Delmenco, senza indicazione della pianta ospite e senza campione d'erbario)

Ritrovamenti a partire dal 2007, su *Oxalis corymbosa*, per lo più (II), più raramente (II e III):

Morcote, 22.5.2007, paese, pianta in vaso, (2°714'780, 1°086'870) 275 m. – Morcote, 23.5.2007, Parco Scherrer, (2°714'200, 1°086'900) 290 m. – Arzo, 30.4.2009, (2°716'400, 1°081'570) 515 m. – Melano, 4.5.2009, giardino di una villa, (2°720'060, 1°086'900) 295 m. – Mendrisio, 21.4.2017, Cantine, (2°720'150, 1°082'170) 360 m (II III). – Novaggio, 14.9.2007, paese, (2°709'750, 1°096'420) 640 m. – Bioggio, 15.5.2014, Matterello, (2°713'650, 1°097'850) 440 m. – Sorengo, 26.5.2007, (2°716'100, 1°095'150) 380 m. – Pura, 11.9.2007, (2°711'100, 1°093'330) 370 m. – Melide, 23.5.2007, (2°716'950, 1°090'440) 280 m. – Gandria, 26.5.2013, (2°721'120, 1°096'070) 290 m. – Lamone, 10.11.2013,

(2°715'700, 1°100'480) 330 m. – Sonvico, 9.7.2019, (2°720'240, 1°102'020) 630 m. – Intragna, 31.7.2009, nei pressi della stazione, (2°697'550, 1°114'790) 340 m. – Tegna, 15.11.12, (2°701'050, 1°115'910) 255 m. – Ascona, 7.5.2019, (2°703'120, 1°112'920) 219 m (II III). – Locarno, 3.8.2009, Parco Zorzi, (2°705'010, 1°114'020) 197 m. – Gordola, 5.11.2010, a nord-ovest del cimitero, (2°710'020, 1°115'420) 230 m.

Ritrovamenti a partire dal 2009, su *Oxalis latifolia*:

Locarno-Muralto, 3.8.2009, tra la stazione ferroviaria e il lungolago, passeggiata dell'albergo, (2°705'200 / 1°114'200) 200 m (II). – Minusio, 30.10.2020, a sud-est di P.209, pendio sul lago, (2°707'950 / 1°115'150) 195 m (II III) (ZT). – Altri ritrovamenti tra Locarno e Minusio.

Puccinia oxalidis si distingue per i suoi uredinia di colore arancio carota brillante (Fig. 8). Le uredospore sono finemente echinulate e misurano 17-24 x 16-19 µm. Le teleutospore, che si sviluppano in modo poco appariscente in questi cuscinetti, sono quasi incolori (subialine) e sorprendentemente piccole, secondo Sydow (1904) 18-28 x 13-20 µm; i campioni di Mendrisio misurano 16-21 x 14-16 µm (Fig. 9).

Il fungo attacca numerose specie della sezione “*Ionoxalis*” (cfr. Berndt & Brodtbeck 2019). Qui sono menzionate unicamente quelle trovate nel Cantone Ticino.

La ruggine, originaria dell'America centrale e settentrionale, è ora quasi cosmopolita ed è stata osservata su specie coltivate di *Oxalis* dal 1973 nell'Inghilterra meridionale, specialmente intorno a Londra. I primi ritrovamenti dall'Olanda risalgono al 1989/1990 e sono menzionati e illustrati in Termorshuizen & Swertz (2011). La prima osservazione in Europa centrale risale al 1995 e proviene dall'Austria (Zwetko 2000). Nella banca dati Swissfungi (<https://swissfungi.wsl.ch>) è segnalato il primo ritrovamento per la Svizzera e il Ticino.

Come per molte piante coltivate e introdotte in Europa, il fungo parassita strettamente legato a loro segue decenni dopo. Nel caso di *Puccinia oxalidis*, si sospetta che i giardini botanici, in cui diverse specie affini sono spesso coltivate fianco a fianco, o anche i vivai (cfr. Termorshuizen & Swertz 2011) possano essere il punto di partenza per la diffusione del fungo.

Glycine max (L.) Merr

La pianta di soia è originaria del sud-est asiatico (Cina, Giappone, Malesia) e viene coltivata nelle zone calde del mondo, sempre più spesso anche nella zona temperata.

12. *Peronospora manshurica* (Naumov 1914)

Syd. in Gäum. 1923

Specie dalla Siberia orientale.

Ritrovamento:

Cadenazzo, 7.10.2020, a nord-est di Ciossa Pescioni, campo di soia, (2°716'450, 1°113'050) 206 m.



Figura 8: *Puccinia oxalidis*, su foglie di *Oxalis latifolia* (foto: R. Berndt).

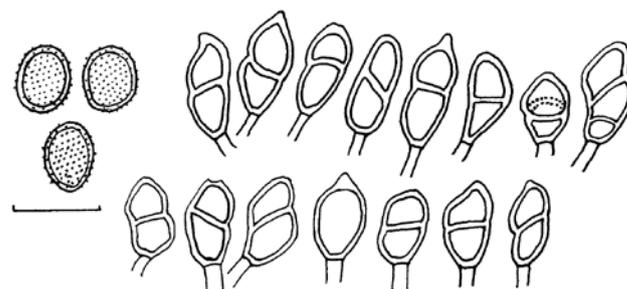


Figura 9: *Puccinia oxalidis*, uredospore (a sinistra) e varie teleutospore (scala: 20 µm).

Peronospora manshurica forma spore (conidi) brunastre, ampiamente ellissoidali; secondo Gäumann (1923) misurano (14-) 20-25 (-30) x (14-) 18-24 (-29) µm. I conidiofori sottili e trasparenti sono difficili da individuare tra i peli. Originariamente descritto dall'Asia orientale (Gäumann 1923: Siberia orientale, Giappone, India), secondo Yu (1998) questo fungo si trova ora ovunque si coltivi la soia.

Secondo Klenke & Scholler (2015), ci sono nuovi reperti in Germania in colture sperimentali e biologiche. Brandenburger & Hagedorn (2006) non citano ancora il fungo per la Germania. Il fungo è stato trovato per la prima volta in Svizzera a Russikon (ZH), a sud di Winterthur, nel 2014 (banca dati Swissfungi, Beenken & Senn-Irlet 2016) e più tardi vicino a Basilea nel 2018 (Brodtbeck, inedito). Il terzo ritrovamento è quello citato sopra per il Ticino. Questo fungo poco appariscente sicuramente spesso sfugge all'osservazione.

Celtis australis L.

Il bagolaro, pianta d'origine mediterranea, è presente al versante Sud delle Alpi, dov'è considerato indigeno.

13. *Pseudoperonospora* aff. *celtidis* (M. B. Waite)

G. W. Wilson 1892

Specie descritta dagli Stati Uniti su *Celtis occidentalis* (Berlese 1898).

Ritrovamenti su *Celtis australis*:

Castagnola (a est di Lugano), 10.7.2019, sul sentiero San Domenico, (2°719'930, 1°095'640) 273 m. – Gandria, 10.7.2019, Grotto Elvezia verso la galleria, (2°720'600, 1°095'920) 275 m.

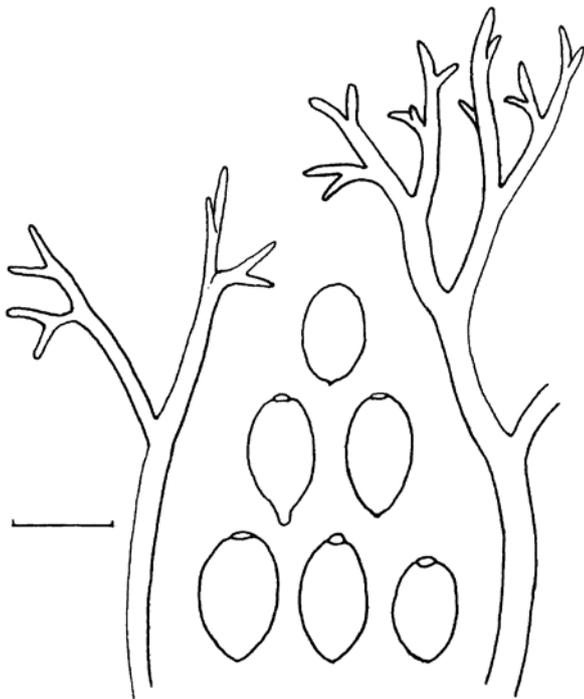


Figura 10: *Pseudoperonospora* aff. *celtidis*, conidi e conidiofori (scala: 20 µm).

Pseudoperonospora aff. *celtidis* è stata trovata in abbondanza sulla parte inferiore delle foglie, dove forma un feltro brunastro. I conidi sono brunastri, con un breve apicolo appuntito e con una papilla all'apice e misurano 21-30 x 17-20 µm (Fig. 10).

Questo fungo è conosciuto in Cina e Giappone (su specie di *Celtis* dell'Asia orientale) e negli Stati Uniti (su *Celtis occidentalis*) (Yu 1998). Apparentemente non ci sono altre segnalazioni di questo fungo in Europa. Le collezioni asiatiche appartengono a una specie non ancora descritta, cui anche i campioni ticinesi potrebbero appartenere (M. Thines, comunicazione personale). La presenza di questo fungo in Ticino sembra essere stranamente isolata.

CONCLUSIONI

Per quanto concerne le modalità d'introduzione, i funghi parassiti elencati possono essere suddivisi in 3 gruppi (anno: prima segnalazione della specie in Svizzera). Le modalità di introduzione non sono esplicitamente note.

1. Apparsi solo di recente nel nostro territorio (e in Europa): probabilmente introdotti attraverso il commercio intercontinentale di mangimi da aree lontane come "pacchetto completo" (pianta coltivata + pianta associata + fungo ospite):

2019 *Puccinia abnormis*
Echinochloa crus-galli
mais, soia, grano saraceno

2020 *Puccinia oahuensis*
Digitaria sanguinalis
grano saraceno ecc.

2020 *Sporisorium hodsonii*
Panicum dichotomiflorum
mais, maggese

2014 *Peronospora manshurica*
Glycine max
soia

2. Arrivati gradualmente attraverso il commercio di mangimi dalle zone più calde, per esempio dall'area mediterranea, dal sud-est dell'Europa o dall'Asia minore, scoperti prima nei paesi limitrofi:

1974 *Ustilago trichophora*
Echinochloa crus-galli
mais, sorgo

2016 *Moesziomyces bullatus*
Echinochloa crus-galli
mais, verdure

1996 *Sporisorium reilianum*
Sorghum halepense, *Zea mays*
maggese, mais

1985 *Ustilago syntherismae*
Digitaria ischaemum
sentieri ruderali

2018 *Melanopsichium pennsylvanicum*
Polygonum lapathifolium
soia, asparagi, altre colture

3. Non in campi coltivati:

2001 *Puccinia oxalidis*
Oxalis corymbosa, *latifolia*
giardini

2007 *Puccinia phyllostachydis*
Phyllostachys sp.
giardini

2001 *Puccinia dochmia*
Muhlenbergia schreberi
bordi di sentieri

2019 *Pseudoperonospora* aff. *celtidis*
Celtis australis
cespugli

Colture come il mais, il sorgo, la soia, la zucca, ecc. sono strettamente legate a malerbe o specie accompagnatrici. I pesticidi e i fungicidi non possono impedire che alcune specie particolarmente resistenti soppiantino quelle più "innocue".

Sorprende come funghi tipici della zona subtropicale-tropicale stiano ora comparando anche nell'Europa centrale meridionale (cfr. Beenken & Senn-Irlet 2016). Sono ipotizzabili due scenari: 1. introduzione graduale dall'area di origine senza intervento umano, 2. diffusione antropogenica attraverso il trasporto su lunghe distanze, da continente a continente. Una volta che un fungo è stato introdotto con successo, può diffondersi indipendentemente dal suo centro secondario. I vari scenari sono da esaminare caso per caso. Per rispondere a questo domande, sarebbe ideale cogliere le specie

clandestine “in flagrante”. Dal momento in cui viene scoperta per la prima volta, una specie può in seguito essere cercata in modo mirato.

Rivolgo un appello a tutti i micologi, in particolare a quelli della vicina Italia, affinché prestino particolare attenzione alle specie discusse in questo studio come pure ad altri neomiceti. Eventuali osservazioni, con i dati necessari per la loro determinazione (data di ritrovamento, coordinate, campione, ev. foto), sono di riportare all'autore o alla banca dati Swissfungi (<https://swissfungi.wsl.ch>).

RINGRAZIAMENTI

Per le fotografie e i consigli dettagliati sulle determinazioni, la revisione critica e approfondita del testo, e in generale per il sostegno a questo articolo, vorrei ringraziare sentitamente Reinhard Berndt (ETH Zurigo). Per la continua collaborazione esprimo i miei sentiti ringraziamenti a Ludwig Beenken. Ringrazio anche Marco Thines per le informazioni sulle Peronosporales.

Ringrazio Cristina Spinelli per avermi permesso di allacciare contatti importanti e con il Museo cantonale di storia naturale (MCSN) a Lugano. Vorrei inoltre ringraziare Sofia Mangili per avermi permesso di consultare numerosi campioni d'erbario presso il MCSN. Infine esprimo un ringraziamento particolare a Neria Römer per la traduzione in italiano del testo. Ringrazio Orlando Petrini per gli utili commenti e Marco Moretti per la redazione.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Aeschimann D., Lauber K., Moser D. & Theurillat J. 2004. Flora alpina. 3 vol. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt-Verlag. 2670 p.
- Becherer A. 1964. *Muhlenbergia schreberi* J. F. Gmelin, ein Neubürger der Tessiner Flora. Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, 144: 117.
- Beenken L. & Senn-Irlet B. 2016. Neomyceten in der Schweiz. Stand des Wissens und Abschätzung des Schadpotentials der mit den Pflanzen assoziierten gebietsfremden Pilze. WSL Berichte, 50. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf. 93 p.
- Berlese A. N. 1898. Icones Fungorum omnium hucusque cognitorum. Phycomyces. Reprint 1968. Cramer, Lehre. 44 p. + 67 tab.
- Berndt R. & Brodtbeck T. 2019. Checklist and host index of the rust fungi (Uredinales) of Switzerland. ETH Research Collection. DOI 10.3929 / ethz-b-0004 18925
- Bolay A. 1998. Contribution à l'inventaire des Ustilaginales de Suisse. Mycologia Helvetica, 10: 15-23.
- Brandenburger W. & Hagedorn G. 2006. Zur Verbreitung von Peronosporales (inkl. *Albugo*, ohne *Phytophthora*) in Deutschland. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. 405. 174 p.
- Cullen J. et al. (ed.) 1997. The European Garden Flora. Vol. V. Cambridge University Press. 646 p.
- Cummins G. B. 1971. The rust fungi of cereals, grasses and bamboos. New York, Springer, 570 p.
- Gäumann E. 1923. Beiträge zu einer Monographie der Gattung *Peronospora* Corda. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz 5:4. Bern, Büchler, 360 p.
- Gäumann E. 1959. Die Rostpilze Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz 12. Bern, Büchler, 1407 p.
- Gross A., Blaser S. & Senn-Irlet B.J. 2020. SwissFungi: Centro dati nazionale e di informazione su funghi della Svizzera [banca dati]. Versione 2. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL [consultazione 14.1.2021]. Consultabile online al seguente indirizzo: https://www.wsl.ch/map_fungi
- Hiratsuka N. 1992. The rust flora of Japan. Japan, Tsukuba Shuppankai, 1400 pp..
- Kapsanaki-Gotsi E. 1986. Contribution to the knowledge of the mycoflora of Kriti Island (Hellas). Taxonomic and floristic study on the Uredinales. Ph. D. Thesis, Athen 1986, 256 p.
- Klenke F. & Scholler M. 2015. Pflanzenparasitische Kleinpilze. Bestimmungsbuch für Brand-, Rost-, Mehltau-, Flagellatpilze und Wucherlingsverwandte in Deutschland, Österreich, der Schweiz und Südtirol. Berlin, Heidelberg, Springer Verlag, 1172 p.
- Kruse J., Thiel H., Braun U., Klenke F., Raabe U., Sothmann B. & Kummer V. 2018. Bemerkenswerte Funde phytoparasitischer Kleinpilze (10). Zeitschrift für Mykologie, 84/2: 237-263.
- Legon N. W. & Henrici A. 2005. Checklist of the British & Irish Basidiomycota. Kew, Royal Botanic Gardens, 534 p.
- Pignatti S. 1982. Flora d'Italia. Vol. 3. Bologna, Edagricole, 780 p.
- Roloff A. & Bärtels A. 2006. Flora der Gehölze. Bestimmung, Eigenschaften und Verwendung. Zweite, vollkommen neu bearbeitete Auflage. Stuttgart, Ulmer, 844 p.
- Scholz H. & Scholz I. 1988. Die Brandpilze Deutschlands (Ustilaginales). Berlin, Veröffentlichungen aus dem Botanischen Garten und Botanischen Museum Berlin-Dahlem. Englera, 8: 1-691.
- Sydow P. & H. 1904. Monographia Uredinarum. Vol. I: Genus *Puccinia*. Lipsiae, Borntraeger. Reprint 1971, Lehre, Cramer, 972 p.
- Termorshuizen A. J. & Swertz C. A. 2011. Roesten van Nederland. Dutch Rust Fungi. aadtermorshuizen@planet.nl. 423 p.
- Vánky K. 1985. Carpathian Ustilaginales. Symbolae Botanicae Upsalienses XXIV:2. Uppsala, 309 p.
- Vánky K. 1994. European Smut Fungi. Stuttgart, Jena, New York, Gustav Fischer Verlag, 570 p.
- Vánky K. 2012. Smut fungi of the world. St.Paul, APS Press, 1460 p.
- Wang Y. & Zhuang J. 1998. Flora fungorum sinicorum Vol. 10. Uredinales (I). Beijing, Science Press, 335 p.
- Yu Y. 1998. Flora fungorum sinicorum Vol. 6. Peronosporales. Beijing, Science Press, 530 p. + 8 tab.
- Zhuang J. 2000. Flora fungorum sinicorum Vol. 25. Uredinales (III). Beijing, Science Press, 183 p.
- Zogg H. 1985. Die Brandpilze Mitteleuropas unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz. Cryptogamica Helvetica 16, 277 p.
- Zwetko P. 2000. Die Rostpilze Österreichs. Supplement und Wirt-Parasit-Verzeichnis zur 2. Auflage des Catalogus Florae Austriae III/1, Uredinales. Wien, Österreichische Akademie der Wissenschaften, 67 p.
- Zwetko P. & Blanz P. 2004. Die Brandpilze Österreichs. Catalogus Florae Austriae III/3. Wien, Österreichische Akademie der Wissenschaften, 241 p.

Recensione

Pubblicato il nuovo Atlante dei mammiferi della Svizzera e del Liechtenstein

Nicole Santi¹, Marzia Mattei Roesli¹, Tiziano Maddalena¹ e Damiano Torriani^{1,2*}

¹ Maddalena & associati, 6672 Gordevio, Svizzera

² Società svizzera di biologia della fauna (SSBF), c/o Universität Zürich, Wildtier Schweiz, 8006 Zurigo, Svizzera

* damiano.torriani@maddalenaassociati.ch

INTRODUZIONE

Sono stati necessari 10 anni di studio, il contributo di 70 autori e l'analisi di oltre 1'140'000 dati per dare origine al nuovo *Atlante dei mammiferi della Svizzera e del Liechtenstein*, pubblicato nel 2021. I motivi per cui quest'opera è considerata una delle più importanti pubblicazioni recenti sono molteplici. Uno di questi è sicuramente legato alla quantità e qualità di informazioni contenute: mai prima d'ora è stato possibile descrivere e documentare con tanta precisione ed accuratezza la composizione della comunità di mammiferi presenti nei due Paesi oggetto di studio. Ma l'opera non solo offre conoscenze e dati aggiornati per ogni specie, l'*Atlante dei mammiferi* è infatti giunto alla sua seconda edizione (la prima era apparsa nel 1995) ed è quindi ora possibile un confronto tra i contenuti riportati nelle due pubblicazioni.

INFORMAZIONI GENERALI

Allo stato attuale sono ben 99 le specie di mammiferi presenti in Svizzera e nel Liechtenstein, 88 delle quali autoctone. Considerato che la superficie della regione interessata è relativamente ridotta (poco più di 40'000 km²), si tratta di un numero assoluto particolarmente elevato. Un simile livello di diversità non può che essere frutto della conformazione geomorfologica all'origine di importanti gradienti che caratterizzano la Svizzera e il Liechtenstein.

Complessivamente, rispetto a 25 anni fa (prima edizione dell'Atlante), oggi si contano 12 specie in più, ma questa non è di certo l'unica differenza che si riscontra nella composizione della comunità di mammiferi. Ulteriori cambiamenti si riferiscono ad esempio alle dimensioni delle popolazioni (areali in espansione o in contrazione) oppure alla scomparsa di altre specie. Di particolare rilevanza non è solamente il numero di specie presenti, ma anche e soprattutto il maggiore livello di conoscenza delle esigenze biologiche specie – specifiche.

Attraverso testi scientifici ma di stampo divulgativo e con il supporto di diagrammi e suggestive immagini a colori, l'opera racconta la storia delle 99 specie di



mammiferi osservabili in Svizzera e nel Liechtenstein. Per ogni specie vengono riportate informazioni di carattere generale come classificazione tassonomica, principali caratteristiche morfometriche e statuto di protezione aggiornato. Il testo si articola poi in paragrafi che trattano la biologia, il ciclo vitale, la distribuzione e l'habitat ottimale per la specie. Di particolare rilievo è il paragrafo dedicato a *Conservazione e gestione*. Qui vengono descritte le principali minacce con cui la specie si trova confrontata e i potenziali conflitti con l'essere umano, fornendo poi indicazioni sulle possibili misure da adottare per favorire la presenza della specie. Oltre all'illustrazione delle 99 specie, l'Atlante contiene pure 14 Focus. Questi capitoli trattano svariati temi, come ad esempio le diverse tecniche di monitoraggio oppure la problematica dell'inquinamento luminoso, e consentono di approfondire tematiche

d'attualità fornendo al lettore gli strumenti per meglio comprendere determinate dinamiche ecologiche e più in generale la metodologia di studio nell'ambito delle Scienze naturali.

L'ATLANTE IN TICINO

Nel sud delle Alpi è stato possibile censire 76 delle 99 specie di mammiferi.

Tra le nuove specie che si sono aggiunte alla comunità di mammiferi spicca sicuramente il ritorno della Lontra, che per il momento viene avvistata solo sporadicamente, e del Lupo, che risulta invece essersi ben stabilito sul territorio. Altro grande predatore che sembra essersi insediato in modo stabile in Ticino è la Lince.

Purtroppo anche Nutria e Minilepre, entrambe specie alloctone e originarie del Sud rispettivamente Nord America, sono ormai ben radicate nel territorio, in particolare nel compensorio del Piano di Magadino e nel Mendrisiotto.

Per alcune specie, come ad esempio il Vespertilio di Natterer, la Martora, il Moscardino o la Talpa europea, la presenza in Ticino era confermata già nella prima edizione dell'Atlante, ma le conoscenze relative la loro distribuzione erano lacunose. In questi ultimi due decenni sono state intensificate in modo importante le indagini nell'ambito dei mammiferi di piccole dimensioni, pipistrelli compresi, ed è così stato possibile raccogliere informazioni relative l'eco - etologia e la distribuzione delle specie ancora poco conosciute. Le svariate ricerche condotte negli ultimi anni hanno pure permesso l'osservazione di specie molto elusive e la cui presenza non era più stata confermata dopo il loro primo ritrovamento, è il caso ad esempio del Mustiolo o del Vespertilio di Capaccinii.

Lo sforzo applicato alla ricerca ha consentito pure lo sviluppo di nuove tecniche di indagine. Tra le più importanti ritroviamo certamente l'avvento della genetica: grazie a questo tipo di analisi è possibile determinare la specie di appartenenza in modo estremamente preciso ed accurato. Questa metodologia ha consentito di implementare le informazioni tassonomiche e filogenetiche, portando in alcuni casi alla distinzione di specie morfologicamente molto simili, ma geneticamente distinguibili (specie criptiche). Grazie alle analisi genetiche è quindi stato possibile confermare la presenza in Ticino del Toporagno del Vallese, del Topo selvatico alpino, dell'Arvicola terrestre italiana, dell'Orecchione alpino e del Vespertilio criptico.

Sebbene siano aumentati gli sforzi nella ricerca e nella raccolta dei dati, il mondo dei micromammiferi resta ancora parzialmente inesplorato e le conoscenze per alcune specie sono ancora lacunose. È il caso ad esempio delle Arvicole (A. campestre, A. sotterranea, A. di Fatio), della Crocidura ventre bianco, del Toporagno acquatico di Miller e del Vespertilio di Bechstein.

I dati che più preoccupano sono le mancate osservazioni di alcune specie come la Puzzola, il Topolino delle Risaie o il Coniglio selvatico. Da oltre 20 anni infatti non è più stato possibile rilevare la presenza di questi animali, né in modo diretto né attraverso le loro tracce.

La situazione è invece più rosea per specie di dimensioni più grandi. Per esempio, Cinghiale e Stambecco negli ultimi decenni hanno espanso in modo considerevole la loro area di distribuzione, raggiungendo un'occupazione quasi totale del loro areale potenziale.

PROSPETTIVE FUTURE

Sempre più spesso si sente parlare di *Citizen science*, riferendosi al contributo che i cittadini (non professionisti nel settore scientifico) possono portare al mondo della Scienza e della Biologia. Le attività svolte nel contesto della *Citizen science* sono molto importanti ed estremamente variegata: può trattarsi di partecipazione diretta alla ricerca scientifica, oppure di segnalazione delle specie osservate durante una passeggiata o nel proprio giardino o ancora di interventi di volontariato (ad esempio aiutando i rospi ad attraversare le strade). In futuro questo aspetto della ricerca scientifica andrà certamente incentivato: consentire alla popolazione di assumere un ruolo attivo nella conservazione della biodiversità permette infatti di aumentare conoscenze, consapevolezza e sensibilità delle persone nei confronti della natura stessa.

La presente opera è un primo importante strumento a disposizione non solo per i professionisti del settore, ma anche per tutti i cittadini appassionati di natura ed interessati alla fauna presente sul nostro territorio.

L'auspicio è quindi quello per cui la divulgazione dell'*Atlante dei mammiferi*, sia tra professionisti che tra cittadini, possa incentivare la segnalazione delle osservazioni faunistiche effettuate. Attraverso una raccolta dati costante e capillare sarà possibile, nel corso degli anni, monitorare l'evoluzione della comunità di mammiferi presenti in Svizzera e in Liechtenstein.

DOVE ACQUISTARE IL LIBRO

Il libro è disponibile in tutte le librerie, ma può essere acquistato direttamente presso la casa editrice al sito www.haupt.ch. Qui cercate "Atlante dei mammiferi della Svizzera e del Liechtenstein".

Giovani della Svizzera italiana si distinguono al Concorso nazionale di Scienza e gioventù 2020

Da più di 50 anni la fondazione Scienza e gioventù si impegna a promuovere nei giovani l'interesse per la scienza e per la ricerca in tutti gli ambiti del sapere attraverso settimane di studio, un concorso nazionale per giovani ricercatori ed altri eventi di networking.

In questi anni più di 2'000 giovani appassionati di scienza provenienti da tutta la Svizzera hanno presentato i loro lavori di ricerca (ad esempio il lavoro di maturità) alla giuria degli esperti e al pubblico affluito alla finale del Concorso attraverso poster, modelli ingegnosi e animazioni video. Lungo il percorso che conduce alla finale i giovani sono accompagnati e valutati da esperte ed esperti dei rispettivi campi di ricerca. Oltre alla possibilità di aggiudicarsi premi in denaro ed altri premi speciali che consistono ad esempio nella partecipazione a spedizioni scientifiche o a forum internazionali, il Concorso nazionale offre quindi ai nostri giovani tra i 16 e i 21 anni d'età l'opportunità di entrare per la prima volta nel mondo della ricerca e di confrontarsi con esperti del settore che mettono loro a disposizione le loro conoscenze come pure aiuti pratici, ad esempio l'accesso a laboratori ed archivi professionali.

La pandemia che nel 2020 ha sconvolto le nostre abitudini non ha risparmiato neppure il Concorso nazionale. Per la prima volta nella storia di Scienza e gioventù siamo stati costretti ad annullare la finale «in presenza», e questo a poco più di un mese dall'evento. Grazie all'impegno di tutte le persone coinvolte e al fatto che negli ultimi due anni abbiamo sviluppato una piattaforma informatica che accompagna la gestione di tutte le attività della fondazione, è stato però possibile svolgere

con successo l'evento virtualmente. Seppure in modo un po' diverso dal solito, 136 ragazzi accompagnati da un centinaio di esperti hanno potuto quindi vivere un'esperienza positiva ed interessante anche in questo anno particolare.

In occasione del Concorso nazionale 2020 la Svizzera italiana si è distinta con la premiazione di 9 liceali con lavori che spaziano dalla biologia alla chimica e dalla letteratura italiana alla storia del cinema ticinese e dell'alimentazione in Val Poschiavo. Di seguito trovate i riassunti preparati dai 7 giovani che hanno presentato un lavoro di ricerca nell'ambito delle scienze naturali. La pubblicazione di questi riassunti sul bollettino della STSN è parte di una collaborazione instaurata tra la fondazione Scienza e gioventù e la Società ticinese di scienze naturali, che più volte ci ha sostenuti indicando competenti esperti per i lavori redatti in italiano. Una preziosa unione d'intenti che ci permette di sostenere al meglio i giovani ricercatori della Svizzera italiana!

Vi auguriamo buona lettura e, Coronavirus permettendo, speriamo di potervi salutare alla prossima edizione del Concorso nazionale che si terrà dal 21 al 23 aprile 2022 al Campus USI-SUPSI a Lugano-Viganello.

Dr. Lia Aleksandrovic-Sartori

Responsabile per la Svizzera italiana e membro della Commissione del Concorso nazionale di Scienza e gioventù (lia.sartori@sjf.ch)

Maggiori informazioni:

<https://sjf.ch/it/concorso-nazionale>



Foto di gruppo dei finalisti del Concorso nazionale 2018, Università di Neuchâtel (foto: Scienza e gioventù).

Indagine sul ripristino del potenziale elettrico di celle fotovoltaiche a basso costo

Abstract: Nell'ultimo decennio il mercato globale del fotovoltaico ha sperimentato una notevole crescita a livello mondiale, supportata anche dai molteplici incentivi messi in atto da numerose nazioni. Estesi sono stati infatti i tentativi di modificare la struttura e la composizione dei moduli fotovoltaici al fine di rendere disponibili nuove varianti più economiche. Nel 1991 Michael Grätzel ha fabbricato grazie al sostegno del suo team di scienziati la prima cella di Grätzel (DSSC). Questa cella solare, oltre ad essere economica e facile da fabbricare, è in grado di produrre energia anche in assenza di luce solare diretta. La qualità più sorprendente e rivoluzionaria è la sua capacità di auto-rigenerazione, caratteristica affascinante e sbalorditiva di queste celle. Dopo averne indagato le cause, è stato possibile sviluppare nuove celle più durevoli e con capacità di performance migliori.



Magali Alluisetti
2001
Ponte Capriasca, TI

Liceo di Lugano 2,
Lugano-Savosa
Docente:
PhD Gianmarco Zenoni

Introduzione

Con l'obiettivo di svolgere ulteriori studi sulle possibilità di applicazione delle DSSC, il presente lavoro indaga le loro qualità auto-rigeneranti e l'opportunità di migliorare la loro efficienza. Per rispondere a questa domanda, le varie componenti delle celle sono state testate in diverse condizioni e tramite l'esecuzione di molteplici misurazioni.

Metodologia

Grazie a un esame HPLC preliminare svolto con un HP Agilent 1100, è stata determinata la composizione iniziale degli antociani. L'estratto è stato poi trasferito in tre campioni che sono stati conservati in diverse condizioni ambientali (in frigorifero a 4°C, al buio a temperatura ambiente ed esposti alla luce del sole) ed esaminati nel corso di un mese. Una volta stabilito il tasso di degradazione dell'estratto, sei celle di Grätzel sono state fabbricate e le loro prestazioni testate. L'esecuzione delle misurazioni si è tenuta nel corso di un mese come in precedenza e gruppi di due celle sono stati conservati nelle stesse condizioni che erano state inizialmente assegnate ai campioni. In seguito, è stato preparato un nuovo elettrolita sospeso in un gel biodegradabile (1% in agarosio). Questo è stato testato su due celle, le quali sono state analizzate mediante la medesima metodologia precedentemente impiegata.

Risultati

I risultati dell'analisi HPLC hanno mostrato come le condizioni ambientali abbiano poca influenza sull'estratto di antociani, poiché i tre campioni hanno mostrato simili tassi di degradazione. Un totale di quattro celle ha dato prova di qualità auto-rigeneranti. Per tutta la durata delle misurazioni, le DSSC conservate in

frigorifero a 4°C mancavano di efficienza e longevità; risultati leggermente migliori sono stati ottenuti per le celle tenute al buio. Soltanto una delle celle esposte alla luce del sole ha mostrato valori incoraggianti di corrente e potenziale elettrico. Entrambe le celle fabbricate con il gel a base di agarosio hanno mostrato prestazioni migliori con una efficienza di conversione di energia raddoppiata rispetto agli altri prototipi.

Discussione

La stabilità e la longevità delle DSSC è garantita dall'elettrolita: durante le misurazioni la temperatura delle celle può raggiungere i 60°C, causando l'evaporazione della fase liquida. Una volta che i dispositivi sono spostati in un ambiente più moderato la sua ricondensazione è facilitata. La presenza della fase liquida era identificabile prima dell'inizio dell'analisi e la sua graduale scomparsa era chiaramente osservabile durante il suo svolgimento. La cella che ha mostrato i migliori risultati è stata infatti quella che ha mantenuto la sua idratazione interna per più tempo. È anche da notare che se l'elettrolita è esposto a temperature troppo basse, la viscosità della fase liquida aumenta, impedendo la diffusione degli ioni tra i due elettrodi. Si può quindi concludere che la preparazione di un elettrolita in gel è decisiva nel dimostrare come uno stato di idratazione costante della cella sia strettamente correlato alle sue prestazioni, e come queste possano essere migliorate.

Conclusioni

Le qualità auto-rigeneranti delle DSSC sono state studiate, rendendo possibile lo sviluppo di nuove celle a basso costo e con migliori prestazioni. Per incrementare ulteriormente il tasso di efficienza delle celle dovrebbero essere condotti esperimenti futuri per stabilire come il tipo di antociani e la loro concentrazione nell'estratto influenzino le loro prestazioni. La preparazione di nuovi campioni di gel di agarosio è inoltre necessaria così da stabilire la migliore concentrazione di reticolante per un funzionamento ottimale delle celle di Grätzel.

Prodotti locali e piante spontanee in Val Poschiavo: sapori di un tempo, specialità per il futuro?

Abstract: Un'alimentazione sana e rispettosa dell'ambiente fa tendenza, ne sono la prova le migliaia di pubblicazioni, blog e trasmissioni dedicati al tema. Parallelamente anche l'alimentazione tradizionale viene riscoperta e rivalorizzata, in quanto basata principalmente sul consumo di prodotti locali. Osservando anche in Val Poschiavo queste nuove tendenze alimentari sorge spontanea la domanda: perché la gente cambia abitudini e quali sono le cause di tali trasformazioni? Questo lavoro cerca di dare delle risposte a queste domande attraverso un'approfondita ricerca sulla storia dell'alimentazione in Val Poschiavo. Le nuove tendenze mettono al primo posto prodotti biologici, di stagione e regionali e in questo contesto anche le erbe spontanee assumono un ruolo di rilievo. La ricerca approfondisce pertanto anche questo tema. Contemporaneamente l'analisi vuole offrire uno strumento antologico per mantenere un sapere, in special modo nel campo delle erbe spontanee, che altrimenti andrebbe perso.



Francesca Ferrari
2001
Poschiavo, GR

Bündner Kantonsschule,
Coira
Docente:
Federico Godenzi

Argomento

Il lavoro consiste da un canto in una ricerca storica sull'alimentazione in Val Poschiavo con l'obiettivo di tracciare una panoramica attraverso i secoli. Fanno parte della ricerca gli influssi avuti da fattori politici, climatici, religiosi, sociali e ambientali nel contesto dell'alimentazione in una piccola valle periferica come la Val Poschiavo. La seconda parte è dedicata invece al tema delle piante spontanee usate in cucina dove varie informazioni, per mantenere vivo questo sapere, vengono riassunte in schede accessibili a tutti.

Metodologia

I metodi usati per acquisire le informazioni necessarie sono le interviste a persone anziane con il sapere di un tempo, le ricerche online, la consultazione di libri e archivi e l'interscambio con esperti in materia. Per interpretare meglio il contenuto del materiale raccolto, i dati sono stati schematizzati e in parte riprodotti in grafici e schede.

Risultati

Il primo risultato è uno scritto che comprende la storia dell'evoluzione alimentare in Val Poschiavo, elaborato in ordine cronologico attraverso i secoli e diviso per epoche storiche. Non si tratta solo di informazioni riguardanti la Valle, ma il tutto viene relazionato con eventi, scoperte e cambiamenti a livello mondiale, perché sono proprio questi che hanno influenzato in modo determinante la storia in Val Poschiavo e di conseguenza anche l'alimentazione dei suoi abitanti. L'introduzione di un nuovo alimento o il cambiamento di abitudini secolari sono spesso legate ad un evento superiore. Una storia interessante e una fonte indispensabile per comprendere l'evoluzione alimenta-

re in Valle. Ulteriore obiettivo è quello di capire quali erbe spontanee sono le più usate in cucina e integrano quindi la produzione agricola. Si tratta in questo caso di un sapere immateriale tramandato oralmente. Dopo varie selezioni vengono scelte 15 erbe che adempiono a criteri in precedenza stabiliti, 11 delle quali usate da tempo e 4 comparse dalla nostra tavola recentemente. Con la realizzazione di schede informative le erbe così selezionate vengono classificate. Ogni scheda contiene alcune immagini, varie informazioni di genere biologico e culinario nonché dei consigli pratici. Questa raccolta è strutturata in modo semplice e riassuntivo. Il dossier delle 15 piante più usate è quindi il risultato concreto di una ricerca che abbina l'antico sapere alle esigenze odierne e riposiziona le erbe spontanee al centro di un'alimentazione moderna.

Discussione

Per secoli, le novità nell'alimentazione sono state limitate, anche se non di secondaria importanza; basta pensare all'introduzione della patata e del mais arrivati dall'America. Negli ultimi decenni i cambiamenti hanno però subito un'accelerazione senza precedenti: la grande distribuzione con i frigoriferi e i trasporti aerei ha appianato il ritmo delle stagioni e moltiplicato gli ingredienti a disposizione nelle nostre cucine, ma ha anche distrutto la produzione agricola locale. Solo negli ultimi anni si assiste ad una riscoperta dei prodotti a chilometro zero. Con le conoscenze acquisite riusciamo quindi a comprendere meglio le evoluzioni anche nel campo delle piante spontanee. Questo lavoro risulta perciò uno strumento di consultazione utile per orientarsi all'interno dell'immensa tematica dell'alimentazione regionale.

Conclusioni

Il desiderio di realizzare un prodotto da usare anche in futuro è stato concretizzato con la creazione del piccolo dossier. Il lavoro nel suo complesso permette di capire che nella storia, come pure nell'alimentazione, i cambiamenti si susseguono giorno dopo giorno e costituiscono tutto quello che oggi noi definiamo quotidianità.

Riciclaggio alternativo: impiego di batteri estremofili per riciclare il rame

Abstract: È stato provato che il riciclaggio del rame è un processo meno inquinante rispetto all'estrazione primaria da una miniera; gli studi mostrano che riciclare il rame riduce le emissioni di CO₂ di circa il 72% e richiede circa il 75% in meno di energia rispetto all'estrazione primaria pirometallica e idrometallica. Tuttavia, le consuete tecniche di riciclaggio del rame producono CO₂ e altri prodotti di scarto come polveri fini e gas di zolfo, che sono inquinanti atmosferici e possono compromettere la salute di esseri viventi nella biosfera, compresa quella dell'uomo. In questa ricerca è stato usato il batterio *Acidithiobacillus ferrooxidans* per lisciviare il rame senza emissioni dirette di CO₂. I dati ottenuti da questo studio hanno evidenziato una capacità notevole di lisciviazione, fino al 99.28%, quando il pH è mantenuto costante intorno a 2.



Elisa Poncioni
2001, Sorengo, TI



Tristan Gasparetto
2001, Porza, TI

Liceo di Lugano 2, Lugano-Savosa
Docente: Christian Rivera

Introduzione

Acidithiobacillus ferrooxidans è un batterio acidofilo che ricava energia dall'ossidazione di sostanze inorganiche quali Fe²⁺ e composti ridotti dello zolfo, producendo Fe³⁺ e H₂SO₄ come scarti, che sono in grado di ossidare alcuni metalli, tra i quali il rame. Lo scopo dello studio è quello di investigare la capacità *A. ferrooxidans* di lisciviare il rame. Lo step della bio-lisciviazione nel processo di riciclaggio permetterebbe di solubilizzare il rame senza produrre inquinanti atmosferici in modo diretto.

Metodologia

A. ferrooxidans DSM32046 (patentato da TRS®, 20% di diversità genetica) è stato coltivato in un medium di TRS® per 2 giorni in un incubatore con agitatore (180 rpm, 28 °C) dopodiché sono stati aggiunti pezzi di rame metallico in concentrazioni di 5 g/L e 10 g/L. Sono stati utilizzati due controlli: una coltura di *A. ferrooxidans* senza rame e una soluzione di medium di coltura e rame metallico, per verificare se la lisciviazione fosse causata anche dal medium e in quale misura. Giornalmente sono stati misurati pH, conduttività e concentrazione cellulare, per osservare rispettivamente l'effetto del processo sul pH, la presenza di ioni e la crescita batterica. In un primo esperimento non è stato regolato il pH, mentre nel secondo le colture sono state mantenute a pH 2 ± 0.2 con acido solforico.

Risultati

I risultati hanno evidenziato una relazione tra presenza di rame nella coltura e innalzamento del pH (da un pH iniziale di 2 a valori di 3.89 e 4.31), il quale ha portato ad una maggiore mortalità batterica risultando in una lisciviazione incompleta con valori percentuali tra 14.61% and 34.47%. Nel secondo esperimento, a pH costante di 2 ± 0.2 mantenuto con correzioni di acido solforico, non si è osservata una simile mortalità il che è risultato in percentuali di lisciviazioni maggiori, comprese tra 40.56% e 99.26%. Gli ioni Cu²⁺ sono stati ridotti con successo tramite elettrolisi.

Discussione

L'aumento del pH (da 2 a > 3.5) dovuto a reazioni chimiche avvenute tra il rame e l'acido solforico ha causato un'elevata mortalità; l'optimum di pH intorno a 2 inizialmente performato è stato oltrepassato raggiungendo valori tra 3.89 e 4.31 in 9 giorni nelle colture in presenza di rame. Il mantenimento di un pH costante intorno a 2 ha permesso una normale crescita batterica, la quale ha portato ad una maggiore lisciviazione. Il metodo che abbiamo trovato essere il più efficiente per ridurre gli ioni Cu²⁺ è l'elettrolisi, in quanto le celle elettrochimiche (zinco-rame, alluminio-rame) mostrano una certa resistenza che rallenta il processo e non permette di ottenere una deposizione di rame in tempi utili (meno di 20 mg dopo una settimana).

Conclusioni

Lo scopo della ricerca era quello di indagare la capacità di *A. ferrooxidans* di lisciviare il rame e di recuperare rame metallico dalle soluzioni contenenti Cu²⁺ ottenute. Dai nostri dati possiamo affermare che questo è possibile: i batteri hanno solubilizzato fino al 99.26% del rame in 9 giorni a pH 2 ± 0.2. Potrebbe essere possibile utilizzare questi batteri per riciclare il rame senza emissioni dirette di CO₂ e altri inquinanti atmosferici. Tuttavia, sono necessarie ulteriori considerazioni sulla convenienza energetica ed economica, sull'attuabilità su larga scala e su eventuali prodotti di scarto acidi provenienti dalla coltura e il loro smaltimento. Solo a fronte di queste considerazioni sarà possibile fare un bilancio e valutare se questo processo è più conveniente ed ecologico sotto tutti gli aspetti.

La zanzara tigre a Canobbio: studio della densità, della dinamica di comportamento e calcolo del rischio epidemico

Abstract: Il presente lavoro è stato svolto dal mese di maggio al mese di settembre dell'anno 2019; l'argomento principale è l'*Aedes albopictus* nel comune di Canobbio e gli aspetti analizzati sono stati il pericolo per l'uomo, la dinamica di comportamento e la densità di questa specie. Per studiare queste caratteristiche sono stati svolti tre esperimenti: il trappolaggio nei tombini, lo Human Landing Collection e il Larval Index. I risultati hanno mostrato che nei mesi da luglio a settembre la densità di popolazione è estremamente elevata così come il rischio di trasmissione verso l'essere umano di una malattia infettiva (Arbovirus) nei mesi più caldi. Questo dato deve rendere attenti e risulta evidente come i metodi di controllo della specie *Aedes albopictus* da parte degli abitanti ed il comune di Canobbio non sia sufficiente. Gli esperimenti sono stati svolti in collaborazione con il Gruppo Vettori del Laboratorio di Microbiologia Applicata della SUPSI.



Chiara Lardi
2001, Porza, TI



Thomas Rasero
2001, Porza, TI

Liceo di Lugano 2, Lugano-Savosa
Docente: Christian Rivera

Introduzione

In questo lavoro di ricerca ci siamo incentrati sul comportamento della zanzara tigre nei mesi da maggio a settembre nel comune di Canobbio. Gli aspetti presi in considerazione sono la densità di popolazione, l'aggressività ed il rischio che può comportare verso l'essere umano. Per determinare questi tre aspetti abbiamo svolto tre esperimenti: il primo esperimento ci serviva per determinare il numero medio di zanzare che nascono da una determinata superficie nei diversi mesi di analisi; il secondo esperimento era volto a determinare la dinamica di comportamento della zanzara e, più precisamente, la sua aggressività verso l'uomo; l'ultimo esperimento, invece, ci è servito per determinare il numero di focolai positivi e quelli non positivi all'*Aedes albopictus* a Canobbio, calcolando in seguito il rischio.

Metodologia

Abbiamo suddiviso il lavoro in tre parti, svolgendo tre esperimenti diversi. In primo luogo, per lo studio della densità di popolazione, sono stati effettuati dei trappolaggi mediante le trappole Drago in 15 tombini nella stessa zona (di cui 5 trattati con granuli contenenti spore di *Bacillus thuringiensis*, un batterio che uccide le larve di zanzara). Queste trappole sono state monitorate e analizzate settimanalmente determinando la specie e il sesso degli esemplari catturati. Il secondo esperimento è lo "Human landing", che consiste nell'attendere l'arrivo delle femmine della specie *Aedes albopictus* (che arrivavano per pun-

gerci) durante un lasso di tempo di 15 minuti, catturandole con un aspiratore per poi contarne il numero e analizzando così l'aggressività verso l'uomo. Come ultimo esperimento è stato svolto il "Larval Index", il quale consiste nel calcolo del rischio attraverso degli indici larvali internazionali. I calcoli sono stati svolti in seguito alla raccolta dei dati, con la conta dei focolai positivi e negativi alla zanzara tigre nelle proprietà private di Canobbio.

Risultati

I risultati ottenuti mostrano come nei mesi di luglio e agosto, durante i quali le temperature erano più alte, la densità di popolazione dell'*Aedes albopictus* sia maggiore rispetto ai mesi di maggio, giugno e settembre. Inoltre, negli stessi mesi il numero di esemplari femmina che abbiamo catturato nell'esperimento dello Human landing era più elevato, dunque è emerso anche che in questo periodo la specie è più aggressiva verso l'uomo. Infine, coerentemente con i risultati ottenuti dagli altri esperimenti, dai risultati del Larval index è emerso come, ancora nei mesi di luglio e agosto, il rischio per la popolazione sia alto.

Discussione

Si nota come tutti gli esperimenti mostrino lo stesso andamento, in quanto i picchi dei tre esperimenti sono presenti negli stessi mesi. Si può dunque dedurre che i tre fattori analizzati siano strettamente collegati tra loro; perciò, nei periodi in cui sono nate più zanzare, queste si sono rivelate anche più aggressive ed il relativo rischio si è innalzato.

Conclusioni

In conclusione è stato osservato che nei mesi più caldi è presente più pericolo, la popolazione di *Aedes albopictus* è più densa e gli esemplari di zanzara tigre hanno un'attività maggiore. Se le zanzare tigre presenti sul nostro territorio dovessero presentare un Arbovirus, con le condizioni meteorologiche dell'anno 2019 le possibilità che si sviluppi un'epidemia sono alte. Localmente si dovrebbe introdurre un controllo maggiore sui focolai, soprattutto nelle proprietà private, e sensibilizzare maggiormente la popolazione al fine di salvaguardarla ed abbassare il rischio di un potenziale contagio di malattie pericolose mediante questa specie.

Vegetazione pioniera e biodiversità attorno ai margini di un ghiacciaio in ritiro

Un caso di studio: il ghiacciaio del Basodino

Abstract: I cambiamenti climatici stanno mettendo a dura prova gli ecosistemi della Terra. Nelle Alpi, l'aumento delle temperature accelera il processo di fusione dei ghiacciai e mette a nudo lembi di terra che vengono lentamente colonizzati da flora e fauna. Attraverso lo studio della ricolonizzazione è possibile ricostruire le dinamiche post-glaciali del passato, ma anche capire gli effetti dei cambiamenti climatici in corso e le possibili conseguenze future. Tali dinamiche sono state finora poco studiate sul versante meridionale delle Alpi. Il presente studio ha l'obiettivo di documentare la successione della vegetazione lungo il fronte di ritiro del ghiacciaio del Basodino e di analizzare gli effetti del riscaldamento globale su alcune componenti della biodiversità. L'aspetto innovativo del lavoro consiste nell'aver combinato rilievi botanici di campo, conoscenze pedologiche e sistematiche di botanica, nonché analisi statistiche relative agli indici di biodiversità, permettendo così di mostrare alcuni degli effetti dei cambiamenti climatici sulle componenti naturali del nostro territorio e sulla biodiversità.



Mark Vitale
1999
Arosio, TI

Liceo di Lugano 2,
Lugano-Savosa
Docente:
Amanda Tuozzo

Argomento

Gli effetti dei cambiamenti climatici sono stati finora studiati soprattutto nelle zone di pianura e nei centri urbani. Le conoscenze relative agli ambienti di montagna e, in particolare, alle Alpi sono più scarse, sebbene sia noto che i loro effetti possono ripercuotersi fino a basse quote. Uno dei fenomeni più vistosi è legato allo scioglimento dei ghiacciai e agli effetti sulla biodiversità. Col presente studio si è voluto approfondire questo tema, partendo dalle seguenti tre domande: 1) Quali specie e comunità vegetali si insediano dopo lo scioglimento dei ghiacci e durante le varie fasi della successione? 2) Quali sono le caratteristiche del suolo e dell'ambiente nelle varie fasi di successione? 3) Quali possono essere le conseguenze di tali fenomeni a medio-lungo termine?

Metodologia

Il lavoro è suddiviso in due parti: una teorica e una sperimentale. La parte teorica comprende una ricerca bibliografica sulla genesi e sulla dinamica dei ghiacciai e, in particolare, del ghiacciaio del Basodino di cui sono disponibili dati su evoluzione, morfologia e caratteristiche chimico-fisiche. Questo è servito per preparare la parte sperimentale finalizzata allo studio della biodiversità delle piante e delle tecniche per quantificarla e ottenere informazioni sul suolo e sulle condizioni ambientali locali. La parte sperimentale comprende una serie di rilievi botanici standardizzati eseguiti in tre aree campione poste a diverse distanze dal ghiacciaio, corrispondenti a stadi di successione crescenti. Si sono identificate tutte le specie di piante presenti e stimata la loro abbondanza. Si sono quindi calcolati diversi indici di

diversità specifica per quantificare le caratteristiche delle comunità. Le conoscenze sull'ecologia delle specie, hanno invece permesso di descrivere le caratteristiche del suolo e delle comunità vegetali presenti.

Risultati

Nelle tre aree di studio sono state rilevate una media di 22-23 specie di piante per area, per un totale di 65 specie. Sia il numero di specie che la diversità tassonomica (indici di Shannon e Simpson) sono risultati più bassi nell'area più vicina al ghiacciaio e più alti all'area più lontana. Il 24,6% delle specie sono comuni nelle tre aree, mentre 39 specie (60%), per lo più specie poco abbondanti, sono presenti esclusivamente in una di esse. Gli indici di Landolt applicati alle comunità vegetali rivelano la presenza di suoli umidi e mediamente ricchi di sostanze nutritive nelle tre aree di campionamento.

Discussione

Lo studio ha permesso di rispondere alle tre domande nel seguente modo. Con 23 specie per zona, la ricchezza specifica è da considerarsi relativamente alta, tenuto conto delle condizioni ambientali estreme. È possibile che questo sia dovuto proprio ai cambiamenti climatici in corso. Tali condizioni climatiche ed edafiche (suolo) determinano infatti la presenza delle stesse specie dominanti nei tre stadi di successione. Tuttavia, il crescente numero di specie riscontrate allontanandosi dal ghiacciaio e il 50% delle specie esclusive in ogni stadio di successione, sembrano indicare l'esistenza di nicchie ecologiche diverse in ogni stadio, ma anche un certo grado di aleatorietà della colonizzazione delle specie.

Conclusioni

Complessivamente lo studio mostra come i cambiamenti climatici abbiano un'importanza chiave nei processi di colonizzazione della vegetazione ad alta quota e nel modificare le comunità biotiche locali e globali, con conseguenze ancora poco conosciute sulle specie più sensibili e vulnerabili, sulle catene trofiche e, non da ultimo, sul funzionamento degli ecosistemi.

EDITORIALE

Atti del 2° Congresso internazionale Botanica Sudalpina

Online, Lugano, 26-27.3.2021

**Brigitte Marazzi^{1,2}, Sofia Mangili¹, Alessio Maccagni³, Brack Hale⁴,
Daniela Soldati⁵ e Laura Torriani²**

¹ Museo cantonale di storia naturale, Viale C. Cattaneo 4, 6900 Lugano, Svizzera

² Info Flora, c/o Museo cantonale di storia naturale, Viale C. Cattaneo 4, 6900 Lugano, Svizzera

³ Università di Basilea, Dipartimento di Scienze Ambientali, Bernoullistrasse 32, 4056 Basilea, Svizzera

⁴ Franklin University Switzerland, Via Ponte Tresa 29, 6924 Sorengo, Svizzera

⁵ Giardino botanico del Cantone Ticino, Isole di Brissago, 6614 Isole di Brissago, Svizzera

* *brigitte.marazzi@ti.ch*

Alla fine dell'Ottocento, il naturalista ticinese Alberto Franzoni, descrivendo la vegetazione del Cantone Ticino, non poteva certo immaginarsi che le sue parole avrebbero ispirato, proprio in quelle terre, la realizzazione di un congresso internazionale di botanica. E ancor meno che quest'ultimo si sarebbe svolto in forma telematica, con un centinaio di ricercatori e botanici appassionati riuniti attraverso l'etere, mediante una piattaforma web, seduti comodamente nelle proprie abitazioni o nei loro uffici.

Dopo il successo della prima edizione del congresso Botanica Sudalpina quattro anni fa (Marazzi *et al.* 2018), la Società Botanica Ticinese (SBT) ha voluto accogliere la richiesta dei partecipanti di trasformarlo in un incontro regolare, così da preservare quel *momentum* botanico (www.botanicasudalpina.ch). L'organizzazione della seconda edizione ha da subito potuto avvalersi della stretta collaborazione con il Museo cantonale di storia naturale (MCSN) e del prezioso sostegno di Info Flora, della Franklin University Switzerland (FUS), della Società ticinese di scienze naturali (STSN), così come di una nuova sostenitrice, l'Associazione Giardino Botanico Isole di Brissago (AGBIB).

La nuova edizione, avente quale *maschete* la bella e rara *Androsace brevis* (specie endemica delle Alpi centro-meridionali; Fig. 1), ha presentato un'estensione delle attività proposte: al programma scientifico principale sono stati affiancati tre eventi satellite il giorno precedente e tre attività di svago il giorno successivo. Questo allo scopo di enfatizzare e raggiungere pienamente l'obiettivo del congresso: riunire e favorire lo scambio tra le parti attive nella ricerca scientifica sulla flora delle Alpi meridionali.

Purtroppo, la pandemia da SARS-CoV-2 e la conseguente emergenza sanitaria hanno reso necessarie una serie di misure per garantire il rispetto delle normative sanitarie vigenti. La sede del congresso è stata dunque spostata dal MCSN alla FUS, disponendo quest'ultima di spazi più ampi. A seguito del continuo aggravar-



Figura 1: *Androsace brevis* (Hegetschw.) Ces.: specie simbolo del congresso e protagonista di vari contributi scientifici (foto gentilmente concessa da Michele Jurietti).

si della pandemia, il congresso, previsto inizialmente nel novembre 2020, ha dovuto dapprima essere posticipato a marzo 2021 e infine svolgersi interamente in modalità online. A questa scelta, è seguita a malincuore la forzata cancellazione delle attività di svago. Nonostante la difficile situazione, la passione per la botanica e la voglia di incontrarsi e condividere i risultati delle proprie ricerche sono state forti e il programma scientifico è rimasto invariato. Per la seconda volta, il congresso ha registrato il tutto esaurito, con un totale di 105 iscritti (Fig. 2). La maggioranza dei partecipanti proveniva dalla Svizzera, ma, così come nel 2017, non è mancato il contributo internazionale (circa un quarto degli iscritti), con partecipanti provenienti dalla vicina Italia, dall'Austria, dalla Germania e dalla Svezia.

Il primo giorno di congresso online, venerdì 26 marzo, coordinato dal Comitato organizzativo riunito alla FUS (Fig. 3), è stato aperto dal relatore invitato Gabriele Carraro, ingegnere forestale dipl. ETH (Dionea SA, Locarno, Svizzera), che ha ripercorso l'evoluzione

della vegetazione forestale della Valle Onsernone, partendo dagli studi di Johannes Bär fino ai giorni nostri e ipotizzando scenari futuri (v. pag. 221). Il tema è stato oggetto di una recente pubblicazione, un libro presentato durante il congresso (Carraro et al. 2020). Alla presentazione del relatore ospite, hanno fatto seguito i tre eventi satellite, tutti in forma di *workshop*, che si sono occupati dei temi più disparati. Christophe Bornand e colleghi hanno condotto il workshop organizzato da Info Flora sul tema del monitoraggio di specie vascolari rare e minacciate, presentando in particolare i metodi a disposizione e discutendo in seguito, suddivisi in piccoli gruppi, le possibili strategie future. Frey et al. (p. 224) hanno radunato gli esperti svizzeri ed italiani di licheni, funghi e muschi, per fare il punto della situazione sulle conoscenze relative a questi gruppi al Sud delle Alpi e tracciare una strategia comune per lo studio e la conservazione delle crittogame. Infine, Anna Probert e Eric Vimercati, dell'Università di Friburgo, hanno fornito ai partecipanti i mezzi per valutare l'impatto sull'ambiente delle specie esotiche, usando la classificazione EICAT (*Environmental Impact Classification of Alien Taxa*; Hawkins et al. 2015).

Come per la prima edizione, il programma scientifico è risultato ricco e vario. Ai due relatori invitati di sabato 27 marzo, il Prof. Dr. Willy Tinner dell'Università di Berna (Svizzera) e il Dr. Simon Pierce, dell'Università di Milano (Italia), si sono affiancati una trentina di contributi nella forma di presentazioni brevi e poster. Le tematiche hanno spaziato dall'ecologia alla sistematica, toccando temi quali la biodiversità, la conservazione, le piante esotiche invasive e l'impatto sulle specie dei cambiamenti climatici. Per garantire uno svolgimento online senza intoppi tecnici, le presentazioni (incluse quelle dei relatori invitati) sono state preregistrate e mostrate come video durante il congresso, permettendo tuttavia ai relatori di rispondere *live* alle domande. I poster sono stati resi accessibili una settimana prima dell'evento, tramite il sito del congresso, così da poter essere consultati in anteprima. Non potendosi svolgere in presenza, le sessioni poster e le pause hanno po-



Figura 2: Foto di gruppo in Zoom.

tuto beneficiare delle funzionalità di Wonder.me, una piattaforma online che ha permesso ai partecipanti di interagire in apposite aree virtuali (una per poster), e di spostarsi da una all'altra con il mouse, oppure di fermarsi nell'area comune e formare dei gruppi di conversazione (Fig. 4). I riassunti di tutti i contributi sono pubblicati in lingua italiana e inglese in questo stesso volume e presentati brevemente di seguito.

Sabato, dopo il benvenuto ufficiale da parte di Sara Steinert Borella, vice presidente, decano degli affari accademici e professoressa alla FUS, la parola è passata al Prof. Dr. Tinner, che ha presentato una panoramica delle conseguenze del cambiamento climatico e delle attività antropiche (sia sulle comunità di mega-erbivori, sia sul cambiamento dell'uso dei suoli) sulle dinamiche della vegetazione europea (p. 222). La prima sessione,



Figura 3: Il Comitato organizzativo nella sala operativa alla Franklin University Switzerland a Lugano-Sorengo.

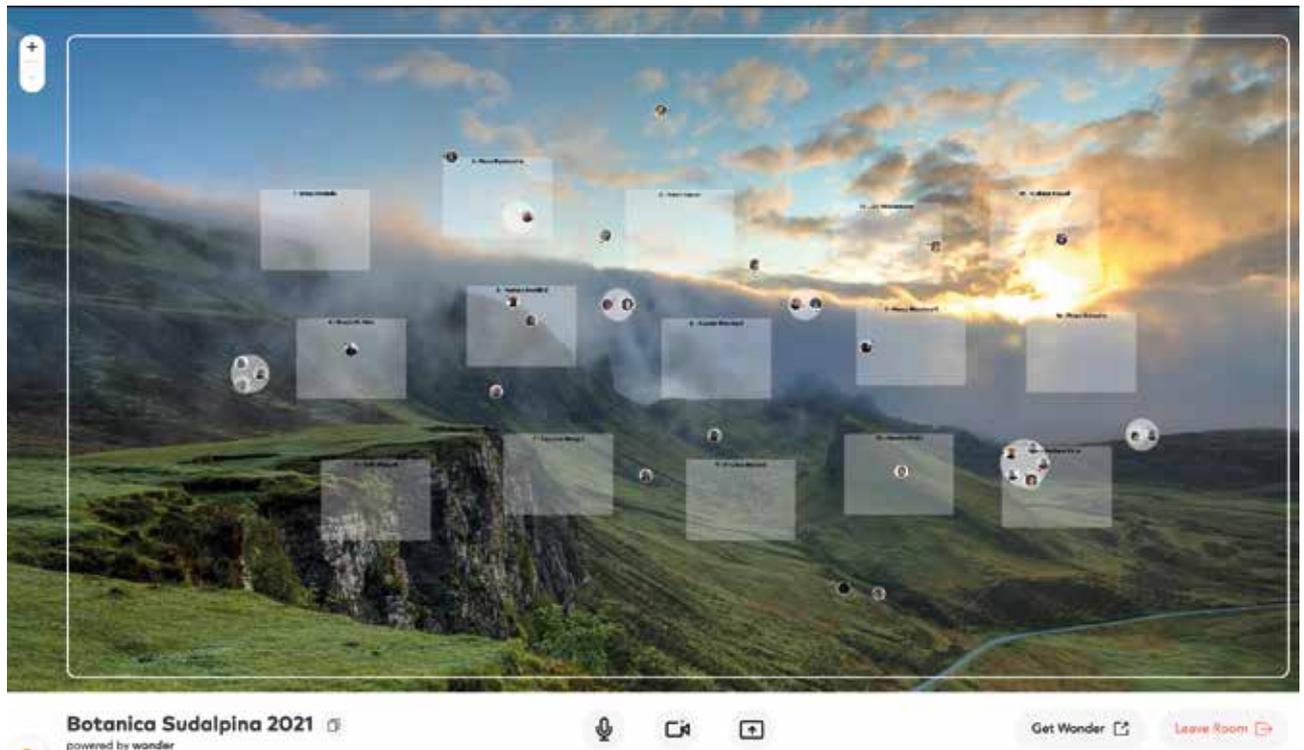


Figura 4: Cattura di un momento durante la sessione poster virtuale pomeridiana mediante la piattaforma online Wonder.me. I rettangoli bianchi rappresentano i poster, mentre i cerchi bianchi sono i cerchi di conversazione tra partecipanti e autori del poster.

si è aperta con Conedera et al. (p. 225), i quali hanno analizzato il ruolo del clima nella diffusione delle laurofille (spontanee e alloctone) nel Cantone Ticino. In seguito, Jousson et al. (p. 226) hanno investigato la variabilità genetica di *Trachycarpus fortunei* nelle Alpi meridionali, ponendo un'attenzione particolare all'espressione sessuale nelle infiorescenze. Il tema della riproduzione è stato successivamente ripreso da Pegoraro et al. (p. 227) che hanno illustrato un interessante approccio metodologico per lo studio degli impollinatori applicato a *Senecio doronicum*.

Nella seconda sessione, Vallese et al. (p. 228) hanno mostrato come l'areale è associato alle precipitazioni e alle strategie di utilizzo dell'acqua delle varie specie. L'aspetto del legame tra tratti e distribuzione è stato ripreso da Rodewald & de Vos (p. 229) che hanno discusso dell'evoluzione fenotipica in *Saxifraga* lungo un gradiente altitudinale, evidenziando l'architettura florale come principale limite. In seguito, Bonelli et al. (p. 230) hanno offerto una panoramica dei lavori in corso su *Androsace brevis*, passando da aspetti biogeografici alle interazioni biotiche (impollinatori e batteri endofiti). La mattinata si è infine conclusa in Valtellina, con Gentili et al. (p. 231) che hanno presentato uno studio genetico su antiche varietà di segale e grano saraceno, con l'obiettivo di promuoverne la conservazione.

Alla mattinata, primariamente incentrata sulle cause della distribuzione delle specie, ha fatto seguito un pomeriggio focalizzato sulla biodiversità e la conservazione, apertosi con la presentazione del Dr. Pierce, che si è chinato su quale sia il numero minimo di individui necessario a garantire la persistenza di una popolazione per le specie vegetali rare (p. 223). La parola è passata a Kempel et al. (p. 232) che hanno aperto la terza sessione evidenziando come le attuali misure di con-

servazione in Svizzera sono inefficaci e si riflettono in una continua perdita di diversità. Boch & Bergamini (p. 233) hanno proseguito sulla tematica, evidenziando come l'abbandono delle pratiche agricole tradizionali abbia permesso l'imboschimento di habitat pregiati per la biodiversità, in particolare al Sud delle Alpi. Infine, Schäfer (p. 234) ha illustrato come un basso numero di individui e di diversità genetica influiscono negativamente sulla sopravvivenza a corto termine in diverse specie di orchidee.

Alla pausa del pomeriggio ha fatto seguito la quarta ed ultima sessione. Questa si è aperta con il tema della diversità oscura nelle comunità forestali ed il suo legame con le strategie di competitività e ruderalità, presentato da Dalle Fratte et al. (p. 235). In seguito, Kleih (p. 236) ha presentato un metodo per l'identificazione di similarità tra quadranti floristici, evidenziando tre gruppi principali nell'area del Lago Maggiore e del Lago di Como. Il tema è pure approfondito in forma di articolo nel presente Bollettino (Kleih, p. 149). Le ultime due presentazioni hanno invece toccato il tema della sistematica. Dapprima Englmaier (p. 237) ha presentato come l'uso del termine *Festuca ovina* sia spesso erroneamente usato negli studi floristici, celando così la vera distribuzione delle specie racchiuse in questo complesso. Similmente, Mossion et al. (p. 238) hanno illustrato come la comune e ampiamente diffusa felce *Botrychium lunaria* racchiuda in realtà almeno cinque distinte specie, delle quali una ancora sconosciuta, al Sud delle Alpi.

I 15 poster presentati hanno toccato numerosi argomenti. L'attuale tema delle neofite invasive è stato affrontato da vari autori: Rosselli et al. (p. 251) hanno presentato una specie esotica nuova per il Cantone Ticino, *Juglans ailantifolia*. Una descrizione approfondita

è disponibile nell'articolo Marazzi et al. (pag. 57) del presente Bollettino. Gentilini et al. (p. 231) hanno studiato e descritto la storia dell'introduzione nella regione insubrica e il potenziale invasivo della graminacea esotica *Sorghum halepense*. Lepori et al. (p. 243) hanno presentato delle nuove tecnologie (riconoscimento di immagini e droni) per mappare in modo automatico la distribuzione di *Trachycarpus fortunei* nel Cantone Ticino. Infine, Marazzi et al. (p. 247) hanno mostrato che le lacune conoscitive sugli impatti ambientali da parte di neofite invasive possono in parte essere colmate dalle esperienze degli esperti. Sono numerosi anche i poster sulla specie simbolo del congresso, *Androsace brevis*. La ricerca di Mangili et al. (p. 245) ha permesso di realizzare una mappa dettagliata della distribuzione di questa specie, con indicazioni precise su ogni popolazione, e di inquadrare meglio la sua sinecologia. Eustacchio et al. (p. 240) hanno illustrato le interazioni tra pianta-impollinatori negli ambienti d'alta quota, utilizzando *A. brevis* come specie modello. Questo aspetto è stato studiato con un approccio innovativo (analisi video) anche da Minici et al. (p. 248). Nell'ambito delle ricerche sulla rete di interazioni negli ecosistemi montani-alpini, Di Natale et al. (p. 239) hanno investigato le possibili simbiosi tra piante e microrganismi, sempre utilizzando *A. brevis* come specie modello. La sistematica di un'altra specie rara presente nelle Alpi (*Botrychium simplex*) è stata invece investigata da Maccagni et al. (p. 244). L'impatto dei cambiamenti climatici sulla biodiversità è un tema attuale, affrontato da vari ricercatori: Sciandra et al. (p. 251) hanno studiato gli effetti di questi cambiamenti e dell'uso del suolo sulle comunità vegetali dominate da *Carex curvula* nelle Alpi Orobie. Per esplorare gli effetti dei cambiamenti climatici sui pattern di biodiversità, Vallese et al. (p. 253) hanno utilizzato un approccio multitaxon, unito ad un'analisi dei tratti delle specie lungo gradienti altitudinali. Valle et al. (p. 252) hanno investigato la successione primaria in ambiente alpino, utilizzando tre ghiacciai dolomitici come caso studio. Il tema della biodiversità e della conservazione è stato trattato anche da Hale et al. (p. 242), esaminando le foto geotaggate nelle Alpi ticinesi settentrionali per estrapolare informazioni sulla distribuzione dei taxa. Mangili & Marazzi (p. 246) hanno presentato la situazione attuale e le prospettive future dell'unica popolazione svizzera di *Adenophora liliifolia*. Mucciarelli et al. (p. 249) hanno infine presentato un approccio multidisciplinare per la conservazione di tre specie rare delle Alpi Sud-occidentali.

In conclusione, possiamo affermare che, nonostante la difficile situazione che ha caratterizzato questi anni pandemici, il congresso Botanica Sudalpina è nuovamente riuscito a catalizzare attorno a sé una moltitudine di ricercatori e appassionati, mostrando ancora una volta il grande interesse per la tematica e la sentita necessità di un evento del genere. Nelle pagine seguenti sono riportati i riassunti dei vari contributi, ordinati come segue: le presentazioni dei relatori invitati, gli eventi satellite, le presentazioni brevi (in ordine cronologico, secondo il programma del congresso) e i poster (in ordine alfabetico, secondo l'autore che ha presentato il poster). La

persona di contatto del rispettivo contributo è contrassegnata con un asterisco (*) e il suo recapito e-mail è riportato a fianco. Le affiliazioni professionali e gli indirizzi di tutti gli autori e coautori sono invece elencati in ordine alfabetico (in base al cognome) in appendice. Il Comitato organizzativo vi augura buona lettura e proficue ricerche future. Alla prossima edizione!

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo sentitamente il caporedattore Marco Morretti e il gruppo editoriale del Bollettino STSN per aver reso possibile la pubblicazione dei presenti Atti. Vorremmo altresì ringraziare nuovamente tutti i membri del Comitato scientifico, che ci hanno aiutato assolvendo vari compiti, tutte le istituzioni che hanno sostenuto il congresso e le persone coinvolte nell'organizzazione, in particolar modo Sara Steinert Borella (FUS) e Filippo Rampazzi (direttore MCSN), ma anche il Comitato della SBT, Stefan Eggenberg (direzione di Info Flora), il Comitato della STSN (e in particolare Manuela Varini), il Comitato dell'AGBIB (e in particolare Cesare Jermini), Ivan Sasu (webmaster del congresso), Adriano Nicolosi (grafico e allestitore MCSN), Lily Pifferini-Carter (organizzazione, FUS), Sean Essue e Tancredi Chiono (Sezione informatica, FUS).

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- Carraro G., Gianoni P. & Kemper A. 2020. La vegetazione forestale della Valle Onsernone e le sue tendenze evolutive. Bern: Haupt Verlag, 337 pp.
- Hawkins C.L., Bacher S., Essl F., Hulme P.E., Jeschke J.M., Kühn I., Kumschick S., Nentwig W., Pergl J., Pyšek P., Rabitsch W., Richardson D.M., Vilà M., Wilson J.R.U., Genovesi P. & Blackburn T.M. 2015. Framework and guidelines for implementing the proposed IUCN Environmental Impact Classification for Alien Taxa (EICAT). *Diversity and Distributions* 21: 1360-1363.

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 transetti 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 megaerbivori 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 Paleoecology 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
* freydavid27@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 – * freydavid27@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 gola 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 floreali, 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 floreali 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 florale. 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@kew.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).

The Rana automated pollinator monitoring system observing a *S. doronicum* capitulum in the mixed-cytotype population of Tête Grosse (SW France) (photo: 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@kew.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).

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

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

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.

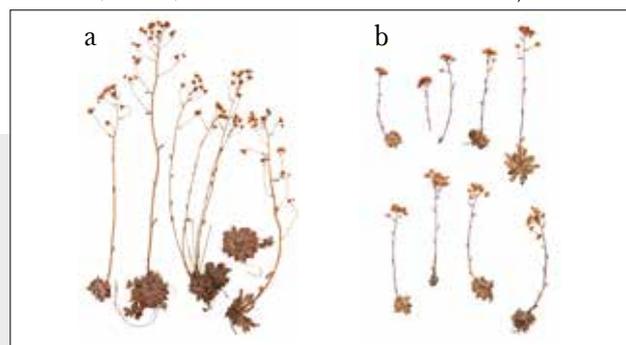
Risultati – La risposta intraspecifica alle variabili ambientali è congruente ma molto più forte di quella intraspecifica, ed i tratti legati ad architettura e risorse mostrano un segnale più forte di tratti fiorali. Il massimo ordine di ramificazione dell'infiorescenza è il tratto più fortemente correlato 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 simbiote 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 simbiote: 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. UNRAVELLING BIOLOGY AND ECOLOGY OF THE ENDANGERED ENDEMIC ALPINE PLANT *ANDROSACE BREVIS* (PRIMULACEAE) BY A MULTIDISCIPLINARY 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

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).

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.

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 Bäumlér, 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 Bäumlér, 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.

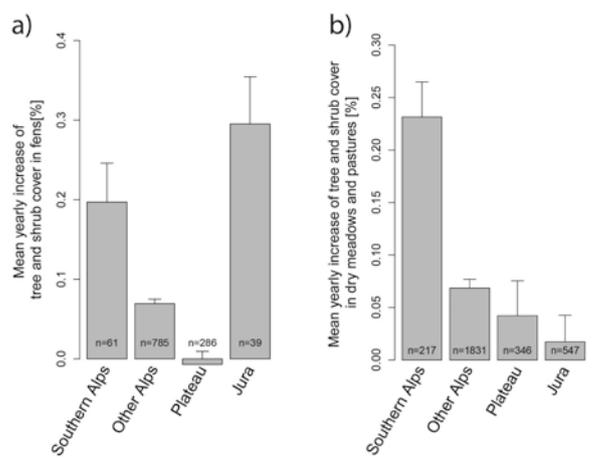
Risultati – L'analisi dei dati di telerilevamento ha mostrato un aumento generale dell'imboschimento nelle paludi e nei prati secchi, indicando l'abbandono dell'uso di tali superfici, in particolare al SA. L'aumento era almeno tre volte maggiore nei prati secchi del SA rispetto ad altre regioni biogeografiche

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 cantonali 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 (raccolgendo 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 (*Aremonio-Fagion*), faggete neutrofile (*Asperulo-Fagetum*), boschi di querce e betulle (*Quercu-Betuletum* s.l.), boschi di querce e frassini (*Quercu-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 (*Aremonio-Fagion*), neutrophilic beech forests (*Asperulo-Fagetum*), oak and birch forests (*Quercu-Betuletum* s.l.), oak and ash tree forests (*Quercu-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*.

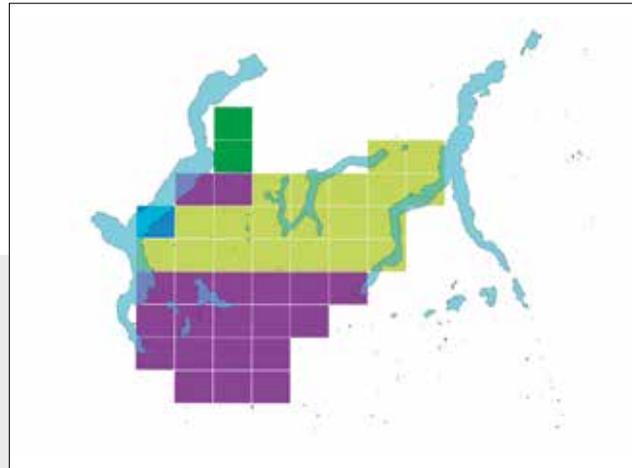
Metodi – Un programma in C# è stato sviluppato che permette di confrontare la lista di specie di ogni quadrante con quelle degli altri. Il grado di somiglianza è stato determinato usando la *beta diversity* definita come rapporto tra il numero di specie in comune tra due quadranti e il numero totale 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 calcifile (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. eggleri* 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. eggleri* 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, *BOTRYCHIUM 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.

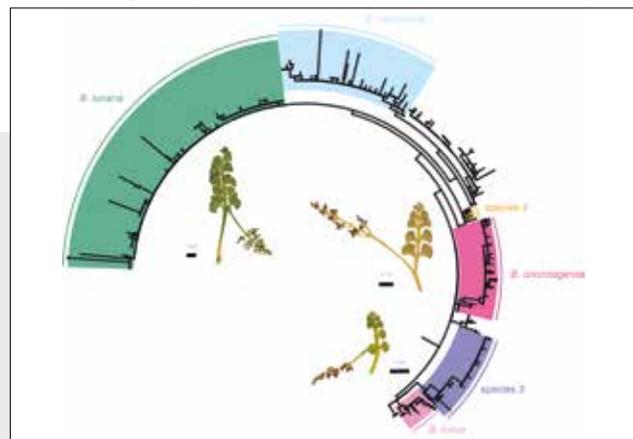
Metodi – Il materiale vegetale è stato collezionato tra il 2012 e il 2019 sia *in situ* sia da erbari. Quattro regioni plastidiche non codificanti (spaziatore intergenico trnHGUG-psbA, spaziatore intergenico trnLUAA-trnFGAA, introne rpl16 e introne matk) sono state utilizzate per valutare le relazioni 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, *BOTRYCHIUM 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, trnLUAA-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 ENDOFITA 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-microrganismi). 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.

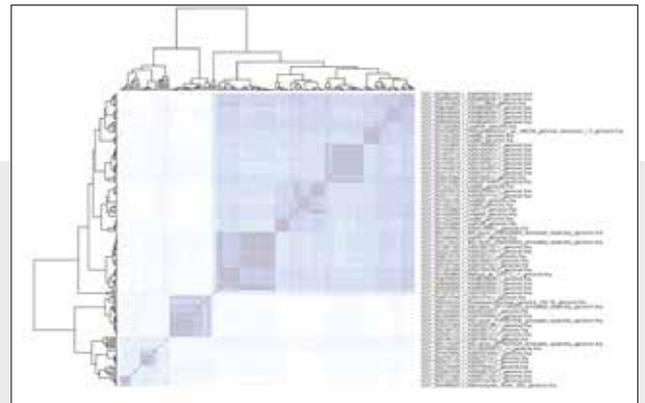
Risultati – Il genoma batterico è stato assemblato *de novo* e identificato come appartenente alla famiglia Beijerinckiaceae (Rhizobiales). Né il genere né la specie sono stati identificati: attualmente non esiste corrispondenza perfetta con nessuno

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 methylo-trophs 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 Orobie (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

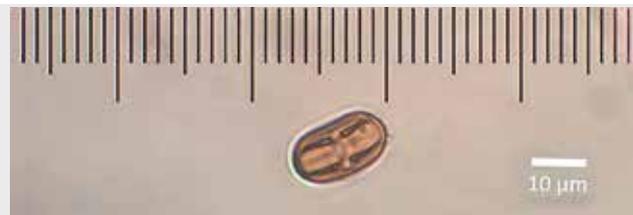
è stato isolato, acetolizzato, osservato al microscopio ottico, e determinato con l'aiuto della collezione di confronto e delle chiavi d'identificazione. Al termine della conta pollinica sono state sviluppate le reti d'interazione tra piante e impollinatori tramite analisi bipartita con il Software RStudio.

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.

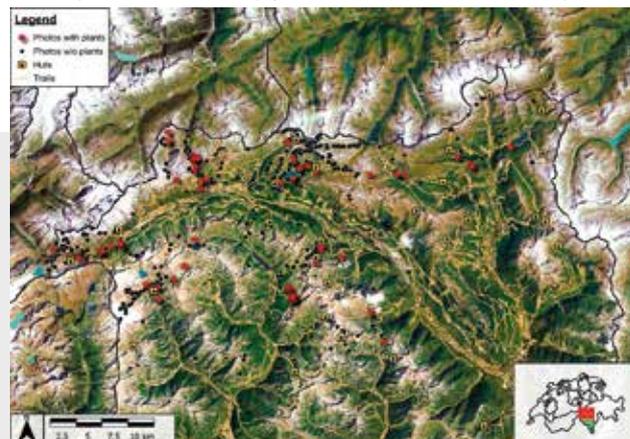
Risultati – Delle 540 foto del dataset finale, 80 (14,8%) foto contenevano piante singole che potevano essere identificate. Al contrario, solo 28 (5,2%) foto contenevano tag relativi alle piante. Le piante identificabili provenivano da 26 generi, i più comuni erano *Larix*, *Epilobium* ed *Eriophorum*. 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 $3,9 \pm 1,5$ 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 georeferencing 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*.

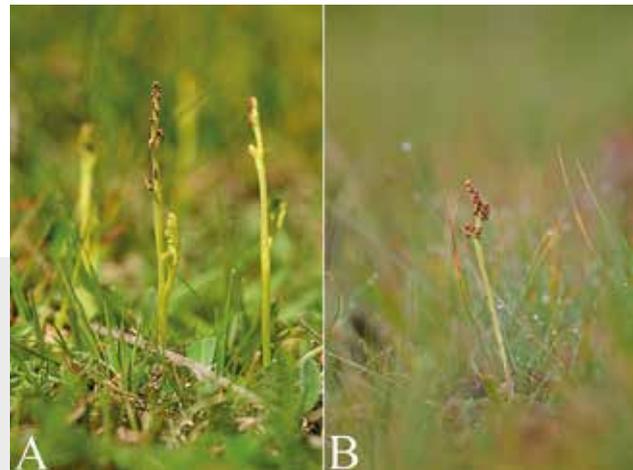
Conclusioni – Il nostro studio fornisce prove genetiche e morfologiche dell'esistenza di due taxa distinti all'interno del sistema montuoso centro-europeo, cioè *B. simplex* e *B. tenebrosum*. Questo evidenzia la necessità di valutarne il loro stato di conservazione. DOI: 10.13140/RG.2.2.21633.17760.

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 – *fmangili@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 Orobie 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 Orobie 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 Orobie (SO) (foto: Federico Mangili).



Androsace brevis (Hegetschw.) Ces., 17/06/2013, ridge between Monte Rotondo and Monte Stavello, Orobie 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 – *fmangili@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 sub-areas: Luganese Pre-Alps and south-eastern Lepontine Alps (Alto Lario, central-eastern Ticino, south-eastern Mesolcina), western Orobie 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 Orobian 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.

Conclusioni – 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.

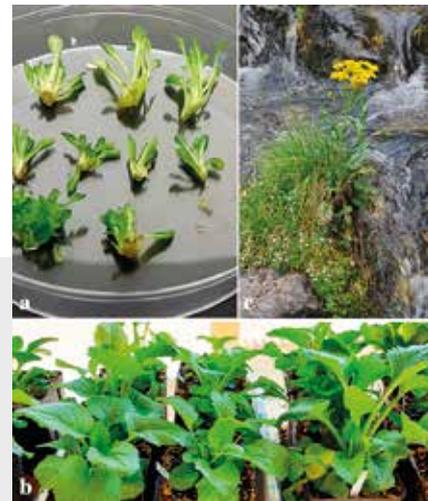
Metodi – Sono state condotte analisi morfometriche sui fiori di tre specie del genere *Fritillaria* e sulle foglie di *Tephrosieris balbisiana*. La variabilità genetica è stata analizzata all'interno di 20 popolazioni mediante microsatelliti e analisi dei polimorfismi (RAPD e SCoTs). La regione ITS è 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. *Tephrosieris 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 *Tephrosieris balbisiana*. (a) Piante rigenerate *in vitro*; (b) piante acclimatate presso il vivaio Regionale Gambarello di Chiava Pesio (CN); (c) la pianta in fioritura in natura (foto M. Mucciarelli).

Propagation of *Tephrosieris balbisiana*. (a) Plants regenerated *in vitro*; (b) plants acclimatized at the Gambarello Regional Nursery in Chiava 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 *Tephrosieris 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. *Tephrosieris 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 a 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).

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

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.

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 supragliaciali e la piana, dalle aree deglacializzate 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 supragliaciale 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 supragliaciale 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 epigliaciale 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 micraterme 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 Irnerio 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. Tadori, 30, 23036 Tegliò (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 Irnerio 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 Tegliò (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 Gygax – 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 Kiebacher – 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 Irnerio 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 Irnerio 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

Omaggio a Hubert Greppin (1934-2020)

Raffaele Peduzzi

Fondazione Centro Biologia Alpina, Piora, Via Mirasole 22A, 6500 Bellinzona, Svizzera

raffaele.peduzzi@cadagno.ch

In novembre 2020 un laconico comunicato dell'Università di Ginevra ci informava del decesso del prof. Hubert Greppin.

Immediatamente sono affiorati i ricordi dell'insegnante e del collega. "Grand Monsieur de l'Université", è stato costantemente presente nella vita accademica ginevrina con molta energia. Già a partire dagli anni '60 aveva lottato per l'istituzione del diploma di biologo ed ha dato un'impronta moderna alla botanica, preconizzando il passaggio dal descrittivo-morfologico all'utilizzazione dei metodi di biologia molecolare.

Con una punta di nostalgia il nostro pensiero torna alla giornata di inaugurazione in Piora del Centro Biologia Alpina (CBA) il 29 luglio 1994. Infrastruttura sorta proprio solo grazie all'apporto delle Università di Ginevra e di Zurigo.

Ci teneva ad essere presente e voleva assistere all'"aboutissement de l'effort" la riuscita alla quale aveva partecipato, durante il lungo iter d'istituzione, con le sue numerose responsabilità accademiche. In quanto all'Università di Ginevra è stato professore e direttore del Dipartimento di botanica e biologia vegetale, decano della Facoltà delle scienze, presidente della Scuola di biologia e direttore del Laboratoire de physiologie et biochimie végétale. In tutti questi ruoli aveva assicurato il suo sostegno alla creazione del CBA.

In quell'occasione in Piora faceva parte della delegazione dell'Università di Ginevra con: Olivier Peter già rettore dell'Università, Fabrizio Carlevaro e Ruth Dreifuss ex studentessa della stessa Università nella veste di Consigliera federale direttrice del dipartimento federale degli interni. Dipartimento che aveva partecipato al finanziamento della ristrutturazione dei due "barc" in laboratori e struttura d'accogliimento.

Ma soprattutto per noi biologi ticinesi Greppin va ricordato in quanto è stato il promotore dell'Università di Ginevra "hors les murs" che ha permesso la creazione del Laboratorio d'ecologia microbica a Lugano presso l'Istituto cantonale batteriosierologico. In questa sede molti studenti iscritti all'Università di Ginevra, soprattutto ticinesi, hanno potuto effettuare lavori di ricerca, finanziati dal Fondo Nazionale, ed ottenere i diplomi di master e dottorati dell'Università di Ginevra. Con Greppin avevamo elaborato il concetto di Università extra-muros di Ginevra dato che in Ticino operavamo in una regione priva di Università. Aveva creduto nelle nostre capacità di effettuare al Sud delle Alpi un lavoro di tipo accademico.

È stato un convinto fautore del coinvolgimento accademicamente fattivo e soprattutto anche finanziario dell'Università di Ginevra per la creazione del CBA. In Piora eravamo riusciti a considerare i laboratori del Centro Biologia Alpina equiparati alle strutture ginevrine così da permettere l'intero curriculum accademico fino allo svolgimento della difesa della tesi di dottorato "soutenance de thèse". Un altro esempio la realizzazione voluta dal Rettorato dell'"École doctorale 2004-2005" con la designazione del CBA per la parte inerente la microbiologia.

I temi delle sue 650 pubblicazioni sono frutto di numerosi interessi di ricerca come la comunicazione intercellulare, i bioritmi, la biodinamica e l'ecofisiologia. Di queste numerose pubblicazioni scientifiche mi piace ricordare l'articolo "Le Développement de la Botanique à Genève" apparso su "Botanica Helvetica" nel 1990, dove come co-autore metteva in risalto la tradizione botanica ginevrina che veniva fatta risalire a J.J. Rousseau; dove si metteva il "Citoyen de Genève" quale capostipite di questa disciplina in quanto aveva lasciato alla città una delle prime collezioni importanti di botanica, giustamente ritenute punto di partenza.



Nel '70 è membro del Centro universitario di ecologia umana e di scienze ambientali con i primi corsi offerti nel curriculum dell'Università con approcci multidisciplinari. Ad esempio facendo leva soprattutto sull'economia e i problemi energetici. Infatti, nel '80 risulta membro fondatore del Centro universitario di studi dei problemi dell'energia. Ottiene pure il titolo di Dottore "honoris causa" dell'Università Marie Curie-Sklodowska di Lublin (in Polonia).

Faceva parte di numerose commissioni di cui: la "Commission fédérale pour la recherche agronomique" e la "Commissione strategica della ricerca scientifica". Presidente della Commissione scientifica del 3° ciclo di biologia vegetale che raggruppava le Università di: Berna, Friburgo, Losanna, Neuchâtel, Ginevra.

Nei miei spostamenti regolari a Ginevra per dare il corso all'Università avevamo un appuntamento fisso per discutere ed approfondire i temi concernenti la ricerca soprattutto in microbiologia. Scambi e confronti di idee scientifiche molto proficui che ci permettevano di essere degli interlocutori validi attivi in Ticino. Ricordo con piacere quando, dopo una di queste conversazioni animate, mi rivolse una specie di complimento "vous, vous n'avez pas froid aux yeux".

Michele Abderhalden (*Abde*) Naturalista ed entomologo (1969-2020)

Abde se n'è andato, indubbiamente troppo presto, la sera del 22 settembre 2020 da una camera di ospedale in seguito a un periodo di malattia. Era impiegato dal 2002 come responsabile dell'Antenna Sud delle Alpi del Centro svizzero di cartografia della Fauna (CSCF) e a partire dall'anno successivo come collaboratore scientifico, co-responsabile del settore degli invertebrati, presso il Museo cantonale di storia naturale di Lugano.

Abde iniziò il corso di laurea in biologia all'Università di Zurigo nell'autunno del 1988. Di lui furono subito apprezzati il carattere, aperto e nel contempo riservato, e la mente brillante. Dopo qualche anno trascorso a Zurigo si trasferì all'Università di Pavia, dove conseguì la laurea in Scienze naturali nel 1998 con un lavoro di tesi sull'ecologia dei bombi compiuto sul Monte Generoso. Dopo gli studi lavorò per alcuni anni come indipendente soprattutto con incarichi affidatigli dal servizio cantonale per la protezione della natura e del paesaggio, collaborando attivamente anche con il Centro Protezione Chiroterri Ticino. Più tardi partì per alcuni mesi in Nicaragua, dove ebbe l'opportunità di svolgere un periodo di formazione in un'area protetta del paese nell'ambito di un progetto di aiuto allo sviluppo nel settore della conservazione della natura.

Accanto al lavoro di entomologo al Museo e a quello di responsabile dell'Antenna Sud delle Alpi del CSCF, per una decina di anni Abde collaborò al progetto di Monitoraggio della biodiversità in Svizzera (BDM-CH) nel rilevamento delle farfalle diurne, così come al monitoraggio degli insetti nocivi all'agricoltura per il Servizio fitosanitario cantonale. Uno dei campi di maggiore interesse era per lui quello degli imenotteri, dove fu attivo a livello sia cantonale sia nazionale. In tempi più recenti dedicò molto del suo tempo alle problematiche



inerenti i neozoi, partecipando dapprima allo specifico gruppo di lavoro sulla zanzara-tigre e in seguito a quello sugli organismi alloctoni invasivi (GLOAI).

Abde era un naturalista curioso e capace, ma soprattutto una bella persona, di animo buono, empatica e molto disponibile. Sembrava sempre avere tempo ed energie per occuparsi dei problemi degli altri, sia nelle consulenze telefoniche al museo sia davanti a una birra o a un buon piatto.

Ci mancherai molto caro Abde.

Nicola Zambelli

In ricordo di Marco Salvioni (1958-2020)

Marco Moretti

Istituto federale di ricerca WSL, 8903 Birmensdorf

marco.moretti@wsl.ch

Marco Salvioni ci ha lasciati l'estate scorsa. È stato un duro colpo per tanti. Uno squarcio nel cielo. Di Marco ho ricordi a macchie di leopardo, molti dei quali legati all'attività professionale e alla sua grande passione per la montagna e lo studio della selvaggina. Quando noi, giovani biologi freschi di laurea, muovavamo i primi passi verso questo affascinante mondo, lui era già miglia in avanti.

Dopo la laurea presso il Politecnico federale di Zurigo all'inizio degli anni '80, Marco ha conseguito un dottorato di ricerca sull'ecologia di tre specie di *Pitymys* (*P. multiplex*, *P. savii* e *P. subterraneus*) presso l'istituto di ricerca Agroscope a Changins e l'Università di Losanna, per poi partire per un postdoc negli Stati Uniti presso l'Università di Berkeley in California. Rientrato in Ticino, è ripartito poco dopo per un progetto di cooperazione della Confederazione in Madagascar della durata di anno, per poi tornare definitivamente in Ticino nel 1991, dove ha messo conoscenze, rigore e metodo scientifico al servizio dell'Ufficio caccia e pesca, dell'allora Dipartimento dell'ambiente, fino a metà del 2016. Durante questo lungo periodo, Marco ha dato un'impronta scientifica alla gestione della selvaggina nel Cantone Ticino, creando solide basi quantitative all'attività venatoria grazie a monitoraggi standardizzati ripetuti nel tempo e studi sulla dinamica delle popolazioni di specie particolarmente sensibili, quali il fagiano di monte, la pernice bianca e la lepre variabile.

In questo periodo, Marco ha collaborato intensamente con i colleghi Niklaus Zbinden della Stazione ornitologica a Sempach, Alessandro Fossati del Museo cantonale di storia naturale a Lugano, Roberto Lardelli di Ficedula, Giorgio Leoni, allora capo dell'Ufficio caccia e pesca e tutti i guardacaccia.

Marco è stato assolutamente un pioniere dello studio della biologia della fauna in Ticino in un'epoca in cui intuito, ingegno, passione e perseveranza erano requisiti fondamentali per la riuscita di indagini di terreno condotte con mezzi poveri, se confrontati con le moderne tecniche odierne.

Come ecologo, Marco era determinato ed estremamente efficiente. Sapeva il fatto suo. Deciso. Impressionava per la sua capacità di sintesi. Mirava all'essenziale, come essenziali ma profondi erano i suoi ragionamenti su tematiche articolate e complesse. Marco era certamente una persona sensibile, ma che non si faceva influenzare molto. Aveva un senso del giusto e dell'onestà intellettuale molto spiccato. Era capace di fare delle scelte e accettare le conseguenze senza rimpianti. Era uno spirito libero.

Putroppo ho avuto meno occasioni di conoscere Marco dal lato personale. I suoi grandi amori, accanto a quel-



Figura 1: Appunti di viaggio: A) Thailandia 2016; B) Ladakh 2020 sulle tracce del Leopardo delle nevi.

lo per Paola, compagna e moglie, sono stati il Ticino e l'Africa. La Natura allo stato più essenziale. Le montagne di casa nostra, tra ungulati e tetraonidi. L'Africa dei grandi erbivori, dei grandi predatori, di impressionanti stormi di uccelli migratori, che dopo pochi mesi rivedeva alle nostre latitudini. Tutto questo faceva parte di un grande unico disegno tessuto da un filo rosso su una trama fatta di conoscenze scientifiche e di fascino per le bellezze e la complessità della Natura.

Grazie Marco per il tuo grande contributo alle conoscenze della fauna selvatica del Cantone Ticino e non solo.

Principali pubblicazioni di Marco Salvioni

- Airoldi, J.P., Flury B.D. & Salvioni M. 1995. Discrimination between two species of *Microtus* using both classified and unclassified observations. *Journal of Theoretical Biology*, 177: 247-262.
- Ribble, D.O. & Salvioni M. 1990. Social-organization and nest co-occupancy in *Peromyscus californicus*, a monogamous rodent. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 26: 9-15.
- Salvioni M. 1986. Domaines vitaux, relations sociales et rythme d'activité de trois espèces de *Pitymys* (Mammalia, Rodentia) lavoro di dottorato 1-135, Université de Lausanne.
- Salvioni M. 1987. Contributo alla conoscenza dei mammiferi presenti nella regione del Monte Generoso. Rapporto non pubbl. 1-37, Lugano.
- Salvioni M. 1988. Home range and social behavior of three species of European *Pitymys* (Mammalia, Rodentia). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 22: 203-210.

- Salvioni M. 1988. Rythmes d'activité de trois espèces de Pitymys: *Pitymys multiplex*, *P. savii*, *P. subterraneus* (Mammalia, Rodentia). *Mammalia*, 52: 483-496.
- Salvioni M. 1990. La ricerca sulla lepre in Ticino: considerazioni a un anno dall'inizio. *Cacciatore ticinese*, 61(11): 68-69.
- Salvioni M. 1990. Primo rapporto sulla situazione della Lepre comune (*Lepus europaeus*) in Ticino, 1-8, Bellinzona, Dip. E.P.
- Salvioni M. 1991. Evaluation of rat (*Rattus rattus*) damage in rice fields in Madagascar. *Tropical Pest Management*, 37: 175-178.
- Salvioni M. 1991. Secondo rapporto sulla situazione della lepre comune (*Lepus europaeus*) in Ticino, 1-6, Bellinzona, Dip. E.P.
- Salvioni M. 1991. Situazione della lepre comune in Ticino (*Lepus europaeus*). Estratto dal rapporto per la commissione consultiva. *Cacciatore ticinese*, 62: 95-99.
- Salvioni M. 1995. La Coturnice (*Alectoris graeca*). *Ficedula*, 7: 3-4.
- Salvioni M. 1995. La Pernice bianca (*Lagopus mutus*). *Ficedula*, 7: 1-3.
- Salvioni M. 1996. Il Cormorano (*Phalacrocorax carbo*). *Ficedula*, 8: 19-24.
- Salvioni M. 1997. Lo Svasso maggiore (*Podiceps cristatus*). *Ficedula*, 9: 13-16.
- Salvioni M. & Fossati A. 1990. Brevi note sulla distribuzione dei mammiferi nel Cantone Ticino. 1. Gli insettivori. *Il Nostro Paese*, 42: 34-45.
- Salvioni M. & Fossati A. 1991. Brevi note sulla distribuzione dei mammiferi nel Cantone Ticino. 3. I Roditori (II): Arvicolidi e Muridi. *Il Nostro Paese*, 43: 42-53.
- Salvioni M. & Fossati A. 1991. Brevi note sulla distribuzione dei mammiferi nel Cantone Ticino. 5. Gli Artiodattili. *Il Nostro Paese*, 43: 36-45.
- Salvioni M. & Fossati A. 1991. Brevi note sulla distribuzione dei mammiferi nel Cantone Ticino. 2. I Roditori (I): Sciuridi e Gliridi. *Il Nostro Paese*, 43: 53-61.
- Salvioni M. & Fossati A. 1991. Brevi note sulla distribuzione dei mammiferi nel Cantone Ticino. 4. I Carnivori. *Il Nostro Paese*, 43: 54-65.
- Salvioni M. & Fossati A. 1992. Brevi note sulla distribuzione dei mammiferi nel Cantone Ticino. I Lagomorfi. *Il Nostro Paese*, 44: 28-35.
- Salvioni M. & Fossati A. 1992. I mammiferi del Cantone Ticino: note sulla distribuzione, 1-103, s.l. Lega svizzera per la protezione della natura - Sezione Ticino.
- Salvioni M. 1992. Diversi contributi in: Lardelli R. (ed.) *Atlante degli uccelli del Ticino in Inverno*. Ficedula. 301 pp., in particolare: Astore (*Accipiter gentilis*), Sparviere (*Accipiter nisus*), Poiana (*Buteo buteo*), Aquila reale (*Aquila chrysaetos*), Gheppio (*Falco tinnunculus*), Gufo reale (*Bubo bubo*), Civetta (*Athene noctua*), Allocco (*Strix aluco*), Gufo comune (*Asio otus*), Averla maggiore (*Lanius excubitor*) e Strillozzo (*Milandra calandra*).
- Salvioni M. 1995. Contributi diversi in: Hausser J. (ed.) *Mammiferi della Svizzera*. Birkhäuser Verlag, Basilea. 501 pp., in particolare: Lepre comune (*Lepus europaeus*), Lepre variabile (*Lepus timidus*), Arvicola sotterranea (*Pitymys subterraneus*), Arvicola di Fatio (*Pitymys multiplex*) e Arvicola di Savi (*Pitymys savii*).
- Salvioni M. & Leoni G. 1997. Situazione degli ungulati in Ticino (1996). Camoscio-Stambecco-Cervo-Capriolo-Cinghiale., Documento interno dell'ufficio della caccia e della pesca, 1-71 + allegati, Bellinzona,
- Salvioni M. & Lidicker W.Z. 1995. Social-organization and space use in California vole (*Microtus californicus*) - Seasonal, sexual, and age-specific strategies. *Oecologia*, 101: 426-438.



Marco Salvioni in un momento dello studio delle popolazioni di micromammiferi in Val Piora nel 1983 (foto: Alessandro Fossati).

- Salvioni M. & Meylan A. 1985. Domaines vitaux et rythmes d'activité chez trois espèces de Pitymys (Mammalia, Rodentia): note préliminaire. *Revue Suisse de Zoology*, 92(4): 775-786.
- Salvioni M. & Pfister H.P. 1993. La situazione della Lepre grigia (*Lepus europaeus*) nel Cantone Ticino. Rapporto nell'ambito del progetto di ricerca sulla Lepre grigia studio faunistico, 1-29 + allegati, Bellinzona, Ufficio caccia e pesca.
- Zbinden N. & Salvioni M. Korner-Nievergelt F. & Keller V. 2018. Evidence for an additive effect of hunting mortality in an alpine black grouse *Lyrurus tetrix* population. *Wildlife Biology*. wlb.00418: 1-9.
- Zbinden N. & Salvioni M. & Stanga P. 2003. La situazione del fagiano di monte *Tetrao tetrix* nel Cantone Ticino alla fine del ventesimo secolo. Stazione ornitologica svizzera/Dipartimento del territorio, Ufficio della caccia e della pesca e Sezione forestale, Sempach/Bellinzona.
- Zbinden N. & Salvioni M. 1997. Die Bejagung des Birkhahns im Tessin 1963-1995. *Der Ornithologische Beobachter*, 94: 331-346.
- Zbinden N. & Salvioni M. 2003. I gallinacci delle montagne ticinesi. Stazione ornitologica svizzera, Sempach. Dipartimento del territorio, Divisione dell'ambiente, Ufficio della caccia e della pesca del Cantone Ticino. Avifauna Report Sempach 3, 52 pp.
- Zbinden N. & Salvioni M. 2003. Verbreitung, Siedlungsdichte und Fortpflanzungserfolg des Birkhuhns *Tetrao tetrix* im Tessin 1981-2002. *Der Ornithologische Beobachter*, 100: 211-226.
- Zbinden N. & Salvioni M. 2004. Bedeutung der Temperatur in der frühen Aufzuchtzeit für den Fortpflanzungserfolg des Birkhuhns *Tetrao tetrix* auf verschiedenen Höhenstufen im Tessin, Südschweiz. *Der Ornithologische Beobachter*, 101: 307-318.
- Zbinden N. & Salvioni M. 2010. La situazione del Fagiano di monte *Tetrao tetrix* nel Cantone Ticino. *Ficedula (NS) «Avifauna e agricoltura di montagna»*, 22: 10-19.

