



# Natura e Cultura

nei riconoscimenti UNESCO.  
**Scienza e storia a confronto**

Brentonico (Tn) **21.24** giugno 2019  
**Convegno Internazionale**  
II° edizione

Il coordinamento scientifico del convegno internazionale “Natura e cultura nei riconoscimenti UNESCO. Scienza e storia a confronto” è stato assicurato dalla Provincia autonoma di Trento nelle persone di Giuliana Cristoforetti, Paola Raia, Laura Stedile, Ingrid Ianes e Marinella Giupponi.

TSM - Step Trentino School of Management ha assicurato un puntuale contributo organizzativo all'iniziativa.

Si ringraziano i relatori e mediatori del convegno ed in particolare:  
Fabio Scalet, Alessio Bertolli, Andrea Terenzi, Lorenzo Giovannini, Dino Zardi, Marco Ciolli, Claudio Varotto, Gianfranco Anfora, Peter Schonswetter, Nicole Franceschini, Federico Giuliani, Francesco Festi, Annibale Salsa, Paolo Pedrini, Rosario Fichera, Riccardo Decarli, Imerio Lorenzini, Stefano Zanoni e Vittoria Ottaviani.

Si ringrazia per la squisita ospitalità il Comune di Brentonico nelle persone del Sindaco Christian Perenzoni e dell'Assessore alla Cultura Quinto Canali.

## INDICE

Pag.

<b>Introduzione</b>	<b>7</b>
<i>a cura di Mario Tonina Vicepresidente - Assessore all'Urbanistica, Ambiente e Cooperazione</i>	
<b>Prefazione</b>	<b>9</b>
<i>a cura di Mirko Bisesti Assessore all'Istruzione, Università e Cultura della Provincia autonoma di Trento</i>	
<b>Le ragioni di un convegno</b>	<b>11</b>
<i>a cura di Fabio Scalet Dirigente dell'Unità di Missione Strategica rapporti istituzionali e attività legislativa</i>	
<b>TITOLO I</b>	<b>13</b>
<b>APPROFONDIMENTI ANALITICI SUL TEMA DELLA BIODIVERSITÀ BOTANICA, MICROBIOTICA, PAESAGGISTICA E FORESTALE</b>	
<b>Attualità degli studi botanici ed i numeri della biodiversità botanica sul Monte Baldo</b>	<b>14</b>
<i>Alessio Bertolli e Filippo Prosser</i>	
<b>Precipitazioni sul Monte Baldo: analisi climatica e dipendenza dalla configurazione meteorologica</b>	<b>21</b>
<i>Andrea Terenzi, Lorenzo Giovannini e Dino Zardi</i>	

<b>Evoluzione del paesaggio forestale in ambiente montano. Storia, problemi e sfide</b>	<b>29</b>
<i>Marco Ciolli, Stefano Gobbi, Elena Ianni, Maria Giulia Cantiani, Duccio Rocchini, Paolo Zatelli, Clara Tattoni e Nicola La Porta</i>	
<b>La flora alpina come modello per la tassonomia integrata e l'adattamento</b>	<b>41</b>
<i>Margherita Lega, Simone Fior, Lino Ometto, Luisa Bresadola, Alessio Bertolli, Mingai Li, Filippo Prosser e Claudio Varotto</i>	
<b>L'impatto locale degli insetti alieni invasivi su agricoltura e biodiversità</b>	<b>50</b>
<i>Gianfranco Anfora, Alberto Grassi, Anna Eriksson, Gerardo Roselli, Livia Zapponi e Valerio Mazzoni</i>	
<b>Endemismi delle Alpi orientali e biogeografia delle steppe alpine: approfondimenti a partire da tassonomia integrativa ed approcci genomici</b>	<b>58</b>
<i>Peter Schönswetter</i>	
<b>TITOLO II</b>	<b>61</b>
<b>TIPICITÀ E BIODIVERSITÀ BALDENSE NELLA CATENA ALIMENTARE. CASI E CONFRONTI</b>	
<b>Domesticazione locale della vite: il caso dell'Enantio</b>	<b>62</b>
<i>Maria Stella Grando e Francesco Penner</i>	
<b>Tanti batteri tanti formaggi. Biodiversità microbica nel latte e nei formaggi tipici trentini</b>	<b>70</b>
<i>Elena Franciosi, Ilaria Carafa, Andrea Mancini e Kieran Tuohy</i>	
<b>Identità dei formaggi tradizionali: sicurezza igienica e preservazione della tipicità</b>	<b>78</b>
<i>Luca Settanni</i>	

<b>TITOLO III</b>	<b>85</b>
<b>TAVOLA ROTONDA. SINTESI E PROSPETTIVE</b>	
<b>Atti della tavola rotonda del 22 giugno</b>	<b>86</b>
<i>– Trascrizione della conversazione –</i>	
<b>TITOLO IV</b>	<b>93</b>
<b>LA CULTURA</b>	
<b>Storie e aneddoti: gli speciali, i botanici e le popolazioni del Monte Baldo</b>	<b>94</b>
<i>Francesco Festi</i>	
<b>I viaggi dell'Ottocento e del primo Novecento</b>	<b>100</b>
<i>Imerio Lorenzini</i>	
<b>I viaggi di Monte Baldo nei libri di vetta del Rifugio Damiano Chiesa sul Monte Altissimo, sul Monte Baldo</b>	<b>103</b>
<i>Riccardo Decarli</i>	



## Introduzione

a cura di Mario Tonina

*Tra gli obiettivi della Provincia vi è la promozione e la definizione di una candidatura del Baldo nella Lista UNESCO quale valorizzazione, in forma integrata, di paesaggio, ambiente, territorio e cultura, sostenendo le specificità e le vocazioni locali. L'ipotesi di candidatura è stata indagata nell'ambito del Convegno che la Provincia autonoma di Trento ha tenuto nel dicembre 2018 e verificata nei confronti collaborativi con la Regione Veneto e i Ministeri dell'Ambiente e dei Beni culturali. In questa direzione prosegue una stabile collaborazione con il Museo Civico di Rovereto e con il Comune di Brentonico, quale sede del Parco, che raccoglie i Comuni trentini del Monte Baldo.*

*La straordinaria biodiversità, letta anche attraverso le erborizzazioni che dal Medioevo ad oggi hanno interessato ed interessano il sito, presenta un enorme valore ambientale, perché racconta anche del cambiamento climatico, un tema che ci impegna quotidianamente.*

*Il luogo scelto per il "Convegno Natura e Cultura nei riconoscimenti UNESCO: SCIENZA E STORIA A CONFRONTO" è Brentonico e va nella direzione di vivere la montagna, poiché la candidatura del Monte Baldo è un progetto di sostegno alla consapevolezza del valore nelle comunità locali e, quindi, di sviluppo sostenibile per un'area montana.*

*Se parliamo di Montagna, se parliamo di un Monte, cerchiamo di farlo con la Comunità che vive quell'area e ne conserva e tramanda la storia, in questo senso il paesaggio "vivo" è inteso come somma di ambiente e territorio e rappresenta la vera risorsa distintiva del Trentino, capace di sostenere il nuovo modello di sviluppo e la qualità della vita.*

*La qualità delle risorse naturali (acqua, legno, suolo, aria) passa attraverso la tutela e la valorizzazione delle stesse, così com'è emerso anche durante gli Stati generali della Montagna, voluti da questa Provincia e conclusi nella primavera del 2019.*

*La prima giornata del convegno “Natura e Cultura nei riconoscimenti UNESCO: scienza e storia a confronto” tratterà i diversi temi scientifici che hanno nel tempo fortemente caratterizzato, ed anche oggi caratterizzano, il complesso e multidisciplinare processo di conoscenza che ruota attorno al massiccio del Monte Baldo. Interverranno infatti docenti e ricercatori dell'Università di Trento, della Fondazione Edmund Mach e di Università ed Enti di ricerca italiani e stranieri.*

*La biodiversità del Baldo la troviamo nei suoi prodotti: essa, dunque, entra nella nostra catena alimentare ed è un indicatore della prosperità ambientale del Trentino: ricchezza e valore la cui protezione è tra i fini del nostro impegno.*

*Sul Monte Baldo tutto nasce da un ambiente fisico dalle caratteristiche peculiari. Esso è anzitutto frutto di un'orografia, espressione della geologia e della storia evolutiva di questo settore alpino, che condiziona i fattori climatici e del paesaggio forestale e montano. Tali peculiarità costituiscono la culla ecologica dove, nel corso dei millenni, ha potuto svilupparsi una notevole biodiversità.*

*Nel processo di comprensione, gestione, conservazione e valorizzazione sostenibile della diversità biologica è infatti fondamentale il contributo di una matura coscienza collettiva, la quale sappia addirittura considerare le potenziali minacce che mettono a rischio il bene naturale.*

*Auguro, a nome della Provincia autonoma di Trento, a tutti coloro che dal 21 al 24 giugno 2019 parteciperanno ai lavori di questo Convegno, proficue sessioni di lavoro ed ottimi risultati in termini di un costruttivo confronto.*

21 giugno 2019

**Mario Tonina**

Vicepresidente della Provincia autonoma di Trento  
Assessore all'Urbanistica, Ambiente e Cooperazione



## Prefazione

a cura di Mirko Bisesti

*Ogni territorio vive un momento in cui – nella sua Storia – è possibile ospitare momenti eccezionali, condizioni particolarmente favorevoli allo sviluppo delle intuizioni, delle arti. Questo accadde sulle pendici del Monte Baldo, allorquando nell'estate del 1566 Francesco Calzolari, Luca Ghini, Luigi Anguillara e Ulisse Aldrovandi, intrapresero un viaggio che durò tre giorni e venne raccontato in uno dei primi, ma certamente il più sistematico tra questi censimenti delle specie più importanti e rilevanti che crescevano sul massiccio Monte.*

*Nei secoli successivi il Monte Baldo è stato visitato da farmacisti, scienziati, geografi, geologi o esperti di clima, di botanica. Oggi il Monte Baldo è all'attenzione di una Comunità che sullo stesso vive e che riesce a sostenere la possibilità di una sua candidatura come bene naturale e culturale al Patrimonio dell'UNESCO.*

*Oggi il Monte Baldo è ancora al centro del nostro ragionare, che deve essere una seconda grande occasione.*

*Quindi queste mie parole, che arrivano dopo qualche tempo rispetto al Convegno del giugno 2019, siano di buon augurio per la prosecuzione di questo cammino così importante.*

Trento, dicembre 2019

**Mirko Bisesti**

Assessore all'Istruzione, Università e Cultura  
della Provincia autonoma di Trento



## Le ragioni di un convegno

a cura di Fabio Scalet

*Ritengo opportuno segnalare le ragioni di questo Convegno che si pone in continuità con il precedente, "Natura e Cultura nei riconoscimenti UNESCO. Un approccio possibile", del dicembre 2018, confermando il profondo significato di una linea di valorizzazione del Patrimonio naturale e culturale individuato nel Monte Baldo.*

*Affrontare il tema della diversità floristica, della meteorologia, i problemi e la storia del cambio di uso d'uso del suolo - attraverso la conoscenza dell'evoluzione ecologica, passando dalla biodiversità ambientale a quella microbionica alimentare focalizzata sulla salute - significa dare un sostegno scientifico all'idea di un Monte Baldo Unico, sintesi di elementi naturali e culturali.*

*La maturità raggiunta nella gestione dei Beni UNESCO in questa Provincia e il privilegio di poter contribuire alla governance di un Patrimonio naturale come le Dolomiti – Bene UNESCO rendono lo studio e l'approfondimento di questo convinto percorso di candidatura particolarmente sfidante ed avvincente.*

Giugno 2019

**Dott. Fabio Scalet**

Dirigente dell'Unità di Missione Strategica  
rapporti istituzionali e attività legislativa





01

**Approfondimenti analitici  
sul tema della biodiversità  
botanica, microbiotica,  
paesaggistica e forestale**



## Attualità degli studi botanici ed i numeri della biodiversità botanica sul Monte Baldo

Alessio Bertolli e Filippo Prosser

Fondazione Museo Civico di Rovereto, Rovereto

**Parole chiave:** flora, diversità floristica, Monte Baldo

L'importanza botanica del Monte Baldo è una questione dibattuta da secoli. Certamente il Monte Baldo in passato ha goduto di una fama botanica difficilmente eguagliabile. Paradigmatico è il fatto che nel 1756 Linneo, nella sua *Flora Alpina*, mise sullo stesso piano del Monte Baldo territori come la Svizzera e la parte alpina della Francia (Linné, 1756).

Che le cose non fossero esattamente così, e che anche altri gruppi montuosi fossero ricchi di interessanti specie, divenne chiaro quando le esplorazioni si diressero anche in luoghi diversi dal Monte Baldo. Esemplificativo è il seguente scritto del roveretano Pietro Cristofori:

*«...quantunque ogni amatore delle delizie di flora, che a Rovereto da strani paesi si reca, tosto chieda qual via conduca a Montebaldo e nulla domandi rispetto alle montagne che più da vicino a Rovereto fanno corona, tuttavia, io posso per esperienza asserire, che non debbono andar privi dei botanici onori il nostro Colsanto, il Melegnone, il Toro, le Laste-Basse, e la vicinissima Scanupia, monti tutti feraci di piante e per abbondanza, e per varietà niente meno del Monte Baldo.»* (Cristofori, 1880; pag. 300)

Ma fino a questo punto la questione rimase al livello di una mera disputa accademica, basata su impressioni e non su dati oggettivi. Un primo dato oggettivo lo pose nel 1904 Karl Wilhelm Dalla Torre, quando pubblicò una dettagliata e documentata storia dell'esplorazione floristica del Monte Baldo (Dalla Torre, 1904). In quegli anni Dalla Torre stava redigendo, in collaborazione con Ludwig Sarnthein, la monumentale *Flora von Tirol*: aveva sotto mano uno schedario di oltre 300.000 dati tratti dallo spoglio critico di tutta la letteratura floristica ed erbari che riguardavano

il Tirolo storico (che comprendeva il Monte Baldo trentino). Fu impossibile per lui non accorgersi che c'era un luogo su tutti per il quale le notizie iniziavano in tempi remoti e poi proseguivano con una cadenza continua: era il Monte Baldo. Per questo Dalla Torre, nell'ambito di una pubblicazione volta ad onorare i 70 anni dell'esimio professore Paul Ascherson, scrisse un saggio storico-botanico dedicandolo proprio al Monte Baldo e non ad altri gruppi montuosi; egli in quella sede si prefisse di scrivere una flora completa proprio del Monte Baldo (proposito cui però non diede seguito).

La botanica ha quindi scritto importanti pagine sul Monte Baldo. Il ricorrere dell'epiteto *baldensis/baldense* in molti nomi scientifici – quelli botanici sono secondo IPNI ([www.ipni.org](http://www.ipni.org)) oltre 40, ma poi ci sono anche quelli zoologici – lo ricorda. Ma varie piante che non portano un epiteto "baldense" trovano una loro storia antica sul Monte Baldo, essendo state qui per la prima volta osservate e descritte. Le testimonianze più organiche ed antiche sono le 127 piante raccolte nel 1554 sul Monte Baldo conservate nell'erbario Aldrovandi, le specie citate da Francesco Calzolari del 1566 (Calzolari, 1566; svelate nel dettaglio da Zanini, 2011), le affascinanti ed attente descrizioni di Francesco Pona scritte nel 1595 (poi pubblicate nel 1601 e migliorate nel 1617; Pona, 1617).

A fondare o comunque consolidare definitivamente la fama botanica del Monte Baldo fu soprattutto l'attività di Francesco Calzolari. Fu lui che percorse il Monte Baldo alla ricerca di *semplici*, che poi inviava ai maggiori scienziati dell'epoca; fu lui che condusse di persona numerosi di loro sul Monte Baldo. Da allora centinaia e centinaia di botanici visitarono per questo monte. La *Flora illustrata del Monte Baldo* (Prosser et al., 2009) riporta oltre 600 nomi, ma è un elenco certo incompleto.

Stabilita l'importanza storico-botanica del Monte Baldo, occorre ora rispondere alla domanda se a tanta fama corrisponde realmente una flora altrettanto ricca o di valore, ovvero se le critiche alla fama botanica del Monte Baldo sollevate ad esempio da Pietro Cristofori hanno fondamento. È possibile rispondere a questo quesito grazie al fatto che il Monte Baldo è stato recentemente oggetto di studi floristici approfonditi nell'ambito del progetto di cartografia della flora del Trentino, le cui basi sono state gettate alla fine del 1990 da parte del Museo Civico di Rovereto (Prosser e Festi, 1993), seguito nel 2000 da quello della Provincia di Verona. Una ricerca assidua protratta per anni ed anni che ha portato a numerose nuove segnalazioni ma soprattutto ha consentito

la scoperta di una specie nuova per la scienza endemica del Monte Baldo, la *Brassica baldensis* (Prosser and Bertolli, 2007) e alla pubblicazione della *Flora Illustrata del Monte Baldo* (Prosser et al, 2009). Grazie alla notevole mole di dati in archivio (141.000 raccolti sul campo dopo il 1990 e 34.000 tratti da oltre 600 pubblicazioni e da campioni d'erbario) è quindi possibile fare delle considerazioni complessive sulla diversità floristica del Monte Baldo.

Un primo punto riguarda le specie endemiche, per le quali il Monte Baldo è famoso quale luogo di rifugio durante le glaciazioni quaternarie. Per prima cosa occorre mettere in chiaro che tutte le Alpi, proprio a causa delle glaciazioni che le hanno ricoperte quasi per intero fino a circa 11.000 anni fa, sono relativamente povere in specie endemiche. Le Alpi non sono comprese in effetti nei cosiddetti territori "megadiversi" del mondo, che si trovano in genere in zone tropicali o subtropicali, mai glacializzate.

Limitando l'analisi a livello alpino occorre far riferimento ad uno studio comparato per poter avere valori confrontabili come quello di Tribsch and Schönswetter (2003), pubblicato sulla prestigiosa rivista scientifica internazionale *Taxon*. Questo studio riguarda la distribuzione delle 288 specie endemiche delle Alpi orientali. Questi autori hanno suddiviso le Alpi orientali in 115 gruppi montuosi e per ciascuno hanno effettuato un conteggio, sulla base della letteratura, delle specie endemiche presenti. Risulta – sempre con riferimento alle Alpi orientali – che i gruppi montuosi delle Prealpi meridionali presentano un numero di specie endemiche sensibilmente maggiore dei gruppi montuosi appartenenti alle Alpi centrali e alle Prealpi settentrionali. È pur vero che il Monte Baldo non è il gruppo con il numero più elevato (54 contro 84, che è il valore massimo che cade nelle Alpi Giulie orientali), ma è anche vero che il Monte Baldo presenta superficie minore rispetto a quella degli altri gruppi montuosi prealpini considerati. Abbiamo sottoposto il valore riportato da Tribsch and Schönswetter (2003) a verifica. Alcune specie riportate come presenti sul Monte Baldo in realtà non sono presenti mentre altre sono dimenticate. Sulla base dell'elenco preso in considerazione il valore corretto dovrebbe essere 52. Ma anche questo cambia poco il quadro, che vede il Monte Baldo degno rappresentante dell'elemento endemico prealpino. Tribsch and Schönswetter (2003) effettuano un conteggio anche per le specie endemiche presenti in 5 gruppi montuosi o meno. Da questo conteggio spiccano a livello di Alpi



orientali le Prealpi trentino-bresciane (a ovest del Lago di Garda), con un massimo di 28 specie, e le Prealpi bergamasche con 26. Segue un gruppo di rilievi prealpini meridionali con circa 10 specie endemiche tra cui c'è anche il Monte Baldo (gli autori assegnano al Monte Baldo 8 specie, ma non conteggiano *Brassica baldensis*, *Gypsophila papillosa* e *Jovibarba hirta* subsp. *lagariniana* per cui il totale dovrebbe essere 11). Sempre sulla base del lavoro di Tribsch and Schönswetter (2003) risulta che il Monte Baldo non è tanto importante per quel che riguarda le specie endemiche legate alla fascia alpina, ma piuttosto per le specie endemiche legate alla fascia montana.

In questo caso il Monte Baldo con 9 specie risulta secondo dopo le Gutensteinalpen (Prealpi settentrionali), che presentano 10 specie, ma meriterebbe il podio con 12 visto che le 3 specie omesse (vedi sopra) sono proprio legate alle quote basse. In effetti la presenza di specie endemiche di quota bassa, più collinare che montana, è una prerogativa del Monte Baldo, e questo è probabilmente in relazione con la sua particolare posizione geografica, essendo affiancato a ovest dal Lago di Garda, il maggiore bacino lacustre prealpino, ad est dalla Valle dell'Adige, il maggiore corridoio con andamento nord-sud delle Prealpi. Il primo causa un clima submediterraneo, il secondo costituisce invece un corridoio di collegamento verso le vallate aride centroalpine. Proprio questa particolare condizione climatica, che fa del Monte Baldo un gruppo piuttosto ventilato e siccitoso rispetto alle Prealpi a ovest del Lago di Garda e a est dell'Adige, può essere all'origine delle specie endemiche xeroterme.

Questo clima particolare può anche spiegare la presenza di un contingente xeroterme quantitativamente (oltre che qualitativamente) non indifferente, che, unito alla flora delle fasce montane ed alpine, fa sì che la flora del Monte Baldo in totale sia effettivamente molto ricca. Nella *Flora illustrata del Monte Baldo* sono riportate 2.131 specie (escluse le specie segnalate in passato per errore), includendo 93 specie scomparse a seguito di trasformazione del territorio, cosa inevitabile nel corso di quasi 500 anni di storia dell'esplorazione floristica, e 283 specie casuali. Escludendo le specie estinte e le casuali si arriva a 1.792 specie spontanee (autoctone o stabilmente inselvatichite), che costituiscono comunque un valore di assoluta rilevanza. Le specie riportate nella *Flora Illustrata* con scheda sono 1.952 mentre quelle riportate con scheda nella *Flora Alpina* (Aeschimann et al., 2004) sono 4.491. Da ciò risulta che sul Monte Baldo

(circa il 0,2% della superficie delle Alpi) si trova circa il 43% dell'intera flora alpina.

In Tabella 1 sono racchiusi lavori locali effettuati dalla sezione botanica del Museo Civico di Rovereto, applicando sostanzialmente i medesimi criteri utilizzati nel corso del censimento della flora del Monte Baldo. Si tratta in particolare di quattro studi che riguardano rispettivamente il Parco Naturale Adamello-Brenta e i territori limitrofi (sono completamente incluse anche le parti inferiori ed antropizzate dei gruppi di Brenta e del versante trentino dell'Adamello) (Festi e Prosser, 2008), il Parco Naturale Paneveggio-Pale di San Martino ed aree limitrofe (dove sono inclusi il Primiero quasi per intero, buona parte del Vanoi, Bellamonte, buona parte della Valle di San Pellegrino) (Festi e Prosser, 2000), il Pasubio (tra i torrenti Leno di Vallarsa e Leno di Terragnolo, includendo anche il versante vicentino) (Prosser et al., 2012) e l'intera provincia di Trento (Prosser et al., 2019). Nel confronto sono quindi compresi un rilievo montuoso meridionale e in larga prevalenza carbonatico come il Pasubio, due territori alpini più interni che includono una straordinaria variabilità di substrati e l'intero ambito trentino dove si passa da situazioni sub mediterranee a zone alpine. Il confronto non lascia adito a dubbi. Solo il Trentino nella sua interezza supera la diversità floristica del Monte Baldo. Ciò è dovuto principalmente alla notevole differenza in termini di superficie, alla mancanza o scarsità sul massiccio baldense di substrati silicei e di zone poste a quote elevate. Per quanto riguarda gli altri territori, solo il Parco Naturale Adamello-Brenta con le sue aree limitrofe presenta valori di numero totale di specie che si avvicinano a quelli del Monte Baldo, ma sono comunque nettamente inferiori nonostante presenti una superficie più di tre volte superiore a quella del Baldo.

A questo punto riusciamo a dare una risposta documentata allo scetticismo sollevato da Pietro Cristofori riguardo la fama botanica del Monte Baldo. Sì, è vero, il Monte Baldo racchiude in un territorio limitato una flora significativamente più ricca di molti gruppi montuosi limitrofi.

Gruppo	Superficie (km <sup>2</sup> )	Totale	Totale senza estinti/non confermati	Totale senza estinti/non confermati e senza casuali
Monte Baldo	390	2.131	2.038	1.792
Parco Naturale Adamello-Brenta e zone limitrofe	1.212	1.911	1.812	1.739
Parco Naturale Paneveggio-Pale di San Martino e zone limitrofe	350	1.474	1.446	/
Pasubio	125	1.483	1.440	1.386
Trentino	6.207	3.138	3.084	2.563

Tabella 1. Confronto tra il numero di taxa censiti sul Monte Baldo, nel Parco Naturale Adamello-Brenta e zone limitrofe, Parco Naturale Paneveggio-Pale di San Martino e zone limitrofe, Pasubio e intero Trentino.

## Bibliografia

- Aeschimann D., Lauber K., Moser D. M. e Theurillat J.-P. (2004) Flora Alpina. Zanichelli, Bologna, 3 Vol.
- Calzolari F. (1566) Il viaggio di Monte Baldo della magnifica città di Verona nel quale si descriue con marauiglioso ordine il sito di detto monte et d'alcune altre parti ad esso contigue. Impressum cum Mattioli, Compendium De Plantis omnibus etc., Valgrisi, Venezia.
- Cristofori P. (1880) Alcune giornate passate sulle montagne di Rovereto a sinistra dell'Adige dal Leno sino a Matarello negli anni 1817-1823. Annuario della Società degli Alpinisti Tridentini (Rovereto), 6, 290-369.
- Dalla Torre K. W. (1904) Die Geschichte der floristischen Erforschung des Monte Baldo. Festschrift zu P. Ascherson siebzigstem Geburtstage. Verlag der Gebrüder Borntraeger, Berlin, 1-17.
- Festi F. e Prosser F. (2000) La flora del Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino. Atlante corologico e repertorio delle segnalazioni. Supplemento agli Annuali del Museo Civico di Rovereto, 13, 440 pp.

- Festi F. e Prosser F. (2008) Flora del Parco Naturale Adamello Brenta. Documenti del Parco n. 17 - Museo Civico di Rovereto, Osiride, Rovereto, 606 pp.
- Linné C. (1756) Flora alpina. Nils N. Åmann, Uppsala, 27 pp.
- Pona G. (1617) Monte Baldo descritto da Giovanni Pona. In cui si figurano e descriuono molte rare Piante de gli Antichi, da' Moderni sin' hora non conosciute. Et due Commenti dell'Eccellentissimo Sign. Nicolò Marogna, Filosofo et Medico Collegiato di Verona, etc. R. Meietti, Venezia, 248 pp.
- Prosser F. e Festi F. (1993) Cartografia floristica in Trentino. *Informatore Botanico Italiano*, 24, 23-31.
- Prosser F. and Bertolli A. (2007) A new subspecies of *Guenthera repanda* (*Brassicaceae*) from Mt Baldo (SE Prealps, Italy). *Willdenowia*, 37, 191-198.
- Prosser F., Bertolli A. e Festi F. (2009) Flora illustrata del Monte Baldo. Osiride, Rovereto, 1240 pp.
- Prosser F., Bertolli A., Casarotto N., Festi F., Scortegagna S. e Zara F. (2012) Atlante della flora vascolare del Pasubio (province di Trento e Vicenza). *Annali del Museo Civico di Rovereto*, 27, 87-220.
- Prosser F., Bertolli A., Festi F. e Perazza G. (2019) Flora del Trentino. Osiride, Fondazione Museo Civico di Rovereto, Rovereto, 1211 pp.
- Tribsch A. and Schönswetter P. (2003) Patterns of endemism and comparative phylogeography confirm palaeo-environmental evidence for Pleistocene refugia in the Eastern Alps. *Taxon*, 52, 477-497.
- Zanini D. (2011) Le piante di Francesco Calzolari. WBA Monographs, Vol. 1, Verona, 644 pp.

## Precipitazioni sul Monte Baldo: analisi climatica e dipendenza dalla configurazione meteorologica

*Andrea Terenzi<sup>1</sup>, Lorenzo Giovannini<sup>1</sup> e Dino Zardi<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Gruppo di Fisica dell'Atmosfera, Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica, Università degli Studi di Trento, Trento

<sup>2</sup>Centro Agricoltura, Alimenti, Ambiente, Università degli Studi di Trento, San Michele all'Adige (TN)

**Parole chiave:** clima, meteorologia, precipitazioni

Il complesso del Monte Baldo presenta peculiari caratteristiche ambientali, che lo rendono un sistema unico nel suo genere. La sua collocazione geografica e la struttura orografica determinano importanti effetti. Nell'arco Alpino centrale è uno dei più prominenti massicci esposti a sud sulla Pianura Padana. Inoltre le diverse fasce altimetriche che si sviluppano dalle pendici più basse, poste a poche decine di metri sul livello del mare, fino ai 2218 m di Cima Valdritta, presentano caratteristiche meteorologiche estremamente variegata. In due migliaia di metri di sviluppo verticale è racchiusa una varietà di climi che riassume le caratteristiche di fasce geografiche separate da diversi gradi di latitudine, dal Mediterraneo alle latitudini artiche (Autori vari, 2004). Tale varietà ha consentito il naturale sviluppo di una ricca biodiversità, che è stata indagata studiando nel dettaglio le precipitazioni, data in primo luogo la grande disponibilità di serie storiche relative a numerose stazioni di misura ubicate nell'intera area (Figura 1).

Le 31 stazioni di misura utilizzate hanno registrato dati per un consistente periodo temporale, dal 1879 sino ai giorni nostri; non tutte coprono ovviamente l'intero periodo, ad eccezione di Ala che vanta tutti i 139 anni considerati. Come visibile in Figura 1, si ha tuttavia una carenza di stazioni di misura nella zona di cresta del Monte Baldo, dove la stazione avente quota più elevata si trova a 1300 m s.l.m. (Polsa). Mancano pertanto importanti informazioni pluviometriche in quota. Varie lacune e discontinuità nelle serie grezze dei dati sono state inizialmente validate tramite un opportuno procedimento di omogeneizzazione, per il quale è stato utiliz-

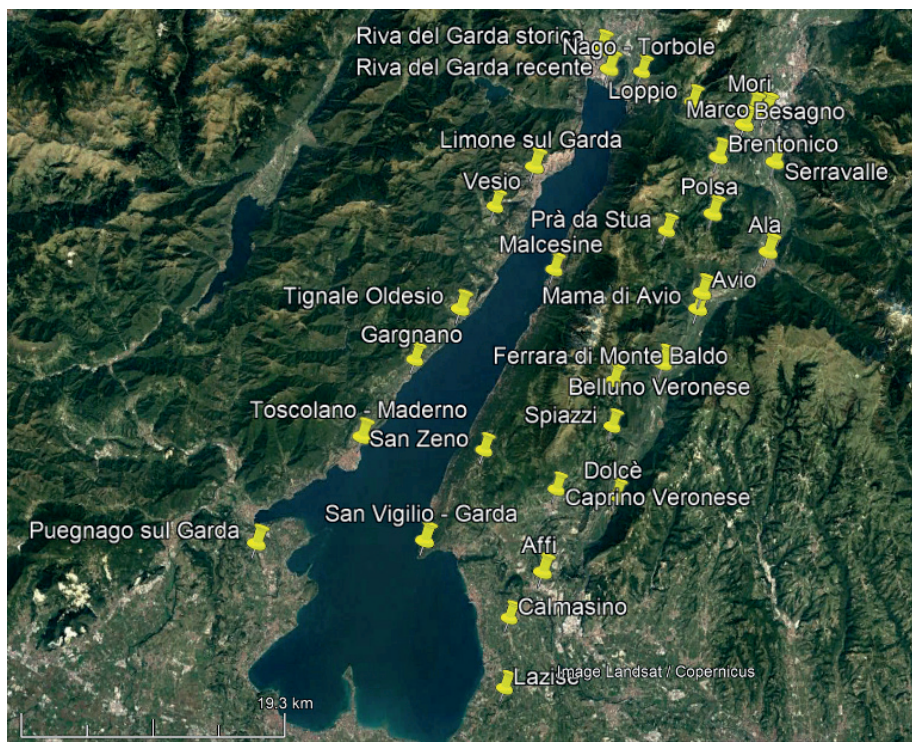


Figura 1. Localizzazione delle stazioni pluviometriche considerate (immagine satellitare da Google Earth).

zato lo *Standard Normal Homogeneity Test* (SNHT; Alexandersson, 1986) implementato in un pacchetto gratuitamente scaricabile di *R*, software *open source* molto apprezzato per analisi statistiche di dati (Alexandersson, 1986).

L'attento studio dei dati omogeneizzati di accumulo mensile ha evidenziato come da una località all'altra del Monte Baldo le precipitazioni mensili, stagionali e annuali siano molto variabili, con valori in generale maggiori nelle stazioni a quote più elevate e con valori minimi in pianura. Mediamente cadono 1076 mm/anno. La stazione più piovosa è Prà da Stua, la più secca Calmasino. Generalmente piove maggiormente, a parità di quota, nella parte settentrionale del massiccio. A livello stagionale, l'inverno è la stagione più secca (valore medio 192 mm), seguito

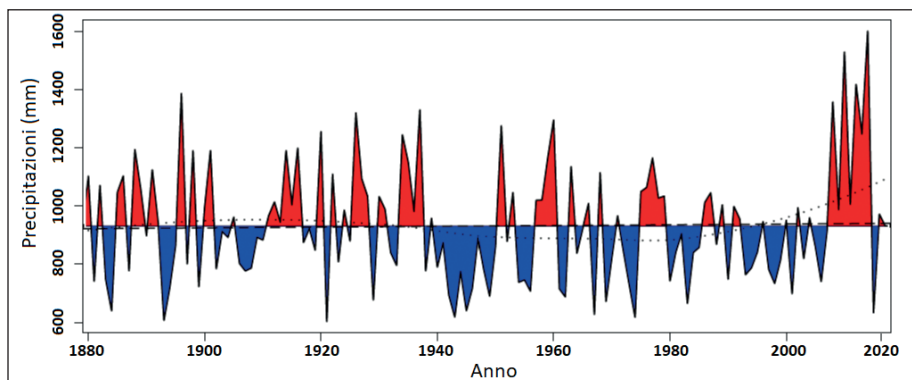


Figura 2. Andamento delle precipitazioni annuali e trend (linea a puntini) per la stazione di Ala.

da primavera (valore medio 271 mm), estate (valore medio 294 mm) ed autunno (valore medio 322 mm). Le massime differenze negli accumuli alle varie stazioni si registrano durante le stagioni calde, mentre in autunno e inverno piove più uniformemente fra le varie località considerate.

Oltre a quanto osservato dall'analisi statistica (Sboarina e Cescatti, 2004; Bellin e Zardi, 2004; Di Piazza e Eccel, 2012) viene anche messo in luce come l'andamento a lungo termine (più di un secolo) delle precipitazioni stagionali e annuali sia pressoché costante, con annate più o meno piovose che tuttavia si ripetono negli anni e condizionano i *trend* climatici soltanto nel breve termine (25-30 anni). Significativo a tal proposito è l'andamento delle precipitazioni annuali di Ala, la serie temporale più lunga (Figura 2). Nell'area di studio la piovosità annuale, ma soprattutto quella invernale (specialmente a Nord del Monte Baldo) sta comunque mediamente aumentando, con maggiore rapidità negli ultimi 30 anni. Calano invece le precipitazioni autunnali.

La distribuzione spaziale delle precipitazioni nell'intero massiccio del Monte Baldo è fondamentale per studiarne la pluviometria (cfr. Sboarina e Cescatti, 2004). Essa è stata ricostruita tramite un codice implementato in *R* basato sull'algoritmo di *Kriging* con *External Drift* (KED) (Laiti et al., 2016), modificato *ad hoc* per questo studio tramite l'utilizzo di precisi *trend* altitudinali delle precipitazioni. Questo è un ottimo interpolatore spaziale, che utilizza come informazioni ausiliarie le coordinate geogra-

fiche e la quota delle 13 stazioni scelte, spazializzando i valori annui, stagionali e mensili per un periodo di ben 50 anni (1925-1974) su un'opportuna griglia di calcolo e tramite un adeguato modello digitale del terreno (DTM).

Con la premessa che i valori alle alte quote sono stati ottenuti per estrapolazione (sono quindi il frutto di una stima che potrebbe non rispecchiare appieno la realtà), sono state ottenute le mappe delle precipitazioni medie spazializzate. In particolare, per quasi tutte le stagioni le massime precipitazioni si trovano alle alte quote, nella parte settentrionale del Baldo, in corrispondenza del Monte Altissimo di Nago e della Polsa. Le zone meno piovose si trovano invece a bassa quota, ad Ala, in Vallagarina (specialmente per l'inverno), ma anche in corrispondenza del Lago di Garda centrale e nella pianura a sud del Monte Baldo ad Affi (soprattutto per estate ed autunno) (Figura 3). L'inverno è il mese con meno differenze di piovosità tra alte e basse quote, mentre i gradienti altitudinali delle precipitazioni aumentano in primavera, estate (all'incirca uguali sull'intero massiccio) ed autunno, con novembre che risulta il mese con andamenti a maggiore variabilità.

Utilizzando dati di accumulo giornaliero sono state poi eseguite analisi più specifiche, volte ad indagare la relazione fra le precipitazioni nell'area baldense e la direzione di provenienza delle correnti a 500 hPa (corrispondente ad una quota di circa 5500 m s.l.m.), dove il vento risulta parallelo alle isobare (Panziera et al., 2014; 2015). In particolare, il *dataset* è stato suddiviso in 8 differenti tipi di "tempo", corrispondenti a 8 direzioni di provenienza delle correnti atmosferiche a scala sinottica, individuate tramite l'algoritmo GWT (*Grosswetter types*) applicato ai dati delle rianalisi ERA-Interim per gli anni 1965-1974 e 1928-1935. In tali due periodi è infatti massimo e ben distribuito in tutta l'area di studio il numero di stazioni con i dati di accumulo giornaliero disponibili.

Attraverso il calcolo e la successiva spazializzazione di diverse grandezze sono state indagate dunque le modalità precipitative in relazione alla circolazione atmosferica sul Monte Baldo. Si è potuto osservare che la corrente con la quale cadono in media i maggiori quantitativi di pioggia e che maggiormente contribuisce alle piogge totali è quella da sud-ovest, seguita da quella da ovest e da sud. I minimi apporti pluviometrici si hanno invece con le correnti più prettamente settentrionali ed orientali, in ordine decrescente quella da sud-est, nord, est e nord-est.

L'effettiva piovosità di un determinato tipo di tempo è stata meglio



studiata attraverso la normalizzazione degli indici calcolati. I massimi apporti pluviometrici sono dati infatti dalle correnti sudoccidentali, in quanto hanno la frequenza di accadimento maggiore. Tramite normalizzazione si è osservato che la corrente mediamente più piovosa è quella meridionale, per la quale ci si deve aspettare all'incirca un giorno su due con precipitazioni; ad essa seguono quella da sudovest, sudest, ovest, est; infine le più secche correnti da nord-ovest, nord e nord-est. Ciò è confermato dalla cosiddetta "precipitazione media condizionata", ossia la quantità di pioggia media giornaliera limitata alle sole giornate in cui si è verificato accumulo. Essa è indice dell'intensità dei fenomeni e mostra che le precipitazioni più intense si verificano con correnti meridionali e sudorientali, per le quali si verificano anche i valori massimi di accumulo giornaliero (specialmente nella parte meridionale del Monte Baldo). Si nota inoltre che a nord del Monte Baldo piove più spesso e meno intensamente, mentre a sud di esso piove più raramente ma più intensamente.

In merito alla natura delle precipitazioni, essa risulta tipicamente convettiva in estate, durante la quale tutti i tipi di tempo sono assai piovosi, mentre è prevalentemente frontale in autunno ed inverno, periodi in cui si hanno le massime precipitazioni con le umide correnti meridionali ed occidentali (Figura 4). Le immagini mostrano la spazializzazione delle piogge con tipi di tempo da sud-ovest e nord; le precipitazioni tipicamente frontali sono massime nei versanti sopravvento e minime in quelli sottovento. Lo stesso è stato osservato anche per tempo da est e sud-est, testimoniando il fatto che il Monte Baldo costituisce una barriera orografica importante per le precipitazioni, in quanto agisce da ostacolo alle correnti ed è in grado di provocare il fenomeno dello "Stau" (versante sopravvento) e del "Föhn" (versante sottovento).

In sintesi, lo studio delle precipitazioni sul massiccio del Monte Baldo ha dimostrato la grande variabilità nella loro distribuzione, a seconda del tipo di tempo, della stagione e dell'orografia montuosa. La mancanza di dati registrati alle quote più alte è motivo ad incentivare l'installazione di stazioni pluviometriche nella zona di cresta, al fine di rendere il Monte Baldo un sito di riferimento per lo studio delle precipitazioni in ambito alpino e prealpino. Il fine è quello di poter poi sviluppare modelli previsionali sempre più accurati a scala locale, data la crescente importanza degli eventi meteorologici nelle attività umane.

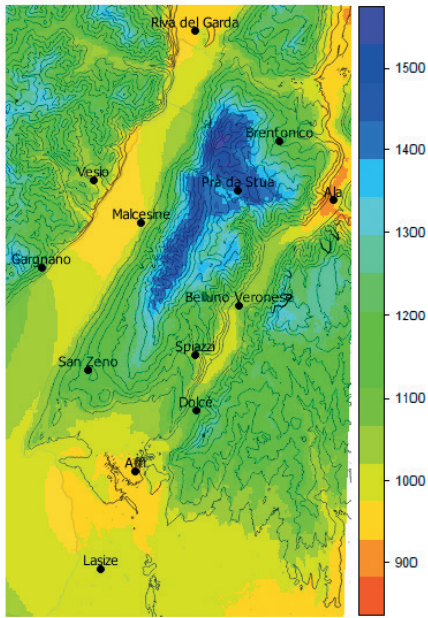


Figura 3. Mappa della distribuzione delle precipitazioni medie annue (mm cumulati).

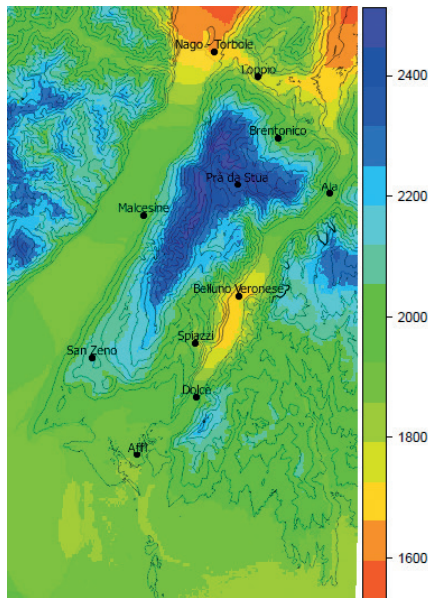
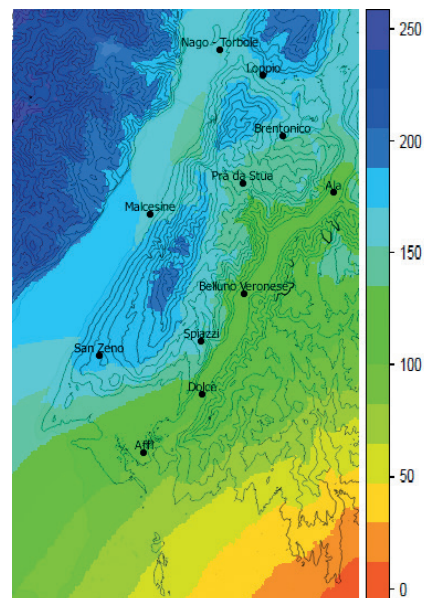


Figura 4. Mappa degli accumuli precipitativi totali (in mm) con circolazione da sud-ovest (a sinistra) e da nord (a destra), per il periodo 1968-1972.



## Bibliografia

- Alexandersson H. (1986) A homogeneity test applied to precipitation data. *Journal of Climatology*, 36, 661-675.
- Autori vari (2004) Monte Baldo. Verona, Centro Turistico Giovanile.
- Bellin A. e Zardi D. (2004) Analisi climatologica di serie storiche delle precipitazioni e temperature in Trentino. Bios, Cosenza, 256 pp.
- Di Piazza A. e Eccel E. (2012) Analisi di serie giornaliere di temperatura e precipitazione in Trentino nel periodo 1958-2010. Alciono, Trento, 88 pp.
- Laiti L., Giovannini L. e Zardi D. (2016) Messa a punto di applicativi condivisi specifici per la spazializzazione e la mappatura delle principali variabili meteo-climatologiche sul territorio del Trentino. Relazione finale, 90 pp.
- Panziera L., Giovannini L., Laiti L. e Zardi D. (2014) Analisi climatologica delle situazioni tipiche a scala sinottica e dei loro effetti sul territorio della Provincia di Trento. Trento, 111 pp.
- Panziera L., Giovannini L., Laiti L. and Zardi D. (2015) The relation between circulation types and regional Alpine climate. Part I: synoptic climatology of Trentino. *International Journal of Climatology*, 35, 4655-4672.
- Sboarina C. e Cescatti A. (2004) Il clima del trentino: distribuzione spaziale delle principali variabili climatiche. Trento, Centro di Ecologia Alpina, 20 pp.

## Bibliografia non citata nel testo

- Brugnara Y. (2018) Climate change in the southern Alps from instrumental observations. Ph.D. Thesis, Geographisches Institut, Universität Bern.
- Bugnotti D. (2017) Omogeneizzazione e analisi di serie storiche di misure pluviometriche nell'area del Monte Baldo. Tesi di laurea, Università degli Studi di Trento.
- Costa M. (2005) Caratterizzazione meteorologico - climatica della catena del Monte Baldo. Tesi di laurea, Università degli Studi di Trento.
- Costa M., Zardi D. e de Franceschi M. (2006) Il Monte Baldo: una singolare risorsa per esplorare l'atmosfera. *Sopra il Livello del Mare*, 30, 14-19.

- Costa M., Pasetto A. and Zardi D. (2007) Increasing the value of meteorological observation for water resource management: the case study of Monte Baldo. International Conference on Alpine Meteorology, 4-8 April 2007, Chambéry, France.
- Giornate di studio sulla meteorologia alpina "Precipitazioni: misura, elaborazione, previsione", Santuario di Oropa, Biella, 11-12 ottobre 1997.
- Tamiozzo M. (2007) Analisi di serie di misure pluviometriche relative al Monte Baldo. Tesi di laurea, Università degli Studi di Trento.
- Vicenzi M. (2006) Analisi di serie di misure di precipitazione relative al Monte Baldo per il periodo 1950-1974. Tesi di laurea, Università degli Studi di Trento.

## Evoluzione del paesaggio forestale in ambiente montano. Storia, problemi e sfide

*Marco Ciolli<sup>1,2</sup>, Stefano Gobbi<sup>1,3</sup>, Elena Ianni<sup>4</sup>, Maria Giulia Cantiani<sup>1</sup>, Ducio Rocchini<sup>2</sup>, Paolo Zatelli<sup>1</sup>, Clara Tattoni<sup>1</sup> e Nicola La Porta<sup>3,5,6</sup>*

<sup>1</sup>Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica, Università degli Studi di Trento

<sup>2</sup>Centro Agricoltura, Alimenti, Ambiente, Università degli Studi di Trento, San Michele all'Adige (TN)

<sup>3</sup>Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige (TN)

<sup>4</sup>Consiglio Regionale del Friuli Venezia Giulia, Trieste

<sup>5</sup>The EFI Project Centre on Mountain Forests (MOUNTFOR), San Michele all'Adige (TN)

<sup>6</sup>IASMA Research and Innovation Centre, Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige (TN)

**Parole chiave:** foreste, biodiversità, cambio di uso del suolo, GIS, conoscenza ecologica tradizionale

### Introduzione

Negli ultimi decenni è in corso un cambiamento del paesaggio nelle aree montane europee: le aree aperte sono state naturalmente ricolonizzate dalle foreste. L'espansione della copertura forestale nelle aree alpine europee è stata quantificata, ma scarsa è stata l'attenzione rivolta a comprendere le dinamiche e le conseguenze di questo cambiamento sia da un punto di vista ambientale (Scarascia-Mugnozza et al., 2000) che nella prospettiva sociale (Grêt-Regamey et al., 2013; Cantiani et al., 2016). La perdita di aree aperte è collegata alla migrazione umana, cambiamenti negli stili di vita, nelle lingue e nelle tradizioni, perdita di dinamismo economico nelle zone di montagna, e crescente disconnessione tra le persone e l'ambiente naturale (Ianni et al., 2015). Nell'ambito della relazione tra il cambio di uso del suolo (*Land Use Change*, LUC) e dei processi sociali ad esso associati, si vuole qui evidenziare la particolare relazione tra la perdita di aree aperte e la trasmissione intergenerazionale decrescente

di Conoscenza Ecologica Tradizionale (*Traditional Ecological Knowledge*, TEK). Il monitoraggio del TEK è estremamente complesso poiché richiede un oneroso impegno lavoro di ricercatori impegnati ed il coinvolgimento delle comunità locali interessate, che devono essere convinte a contribuire attivamente a questionari e riunioni. Pertanto, pochissimi studi sulla perdita di TEK sono disponibili in letteratura in area alpina. La parola “perdita” di aree aperte non dovrebbe necessariamente implicare un significato negativo, poiché l’ambiente alpino è il risultato di un’interazione complessa e millenaria tra l’uomo e i biomi alpini. L’intervento antropico ha cambiato irreversibilmente l’ambiente naturale (ad esempio estinguendo delle specie) e ha creato un diverso equilibrio in cui l’uomo ha sostituito, almeno in parte, il ruolo o l’habitat della fauna o flora ora assenti (Diamond, 2005). L’ambiente è stato fortemente deforestato e massicci LUC hanno interessato le zone montane generando importanti fenomeni di erosione del suolo.

Il rimboschimento naturale potrebbe sembrare la migliore risposta alla preoccupazione globale per la rapida perdita della biodiversità del mondo. Infatti, a livello globale, negli ultimi decenni, le pratiche di rimboschimento e i progetti di recupero stanno cercando di fermare o invertire i massicci tassi di deforestazione delle regioni tropicali (Williams-Linera e Alvarez-Aquino, 2010). È stato ampiamente documentato che la deforestazione (e LUC) danneggia la distribuzione e la ricchezza della biodiversità locale (Orlandi et al., 2016), la resilienza degli ecosistemi ai cambiamenti climatici (Brambilla et al., 2015), la disponibilità di risorse idriche (Glavan et al., 2013) ed il sequestro di carbonio (Achard et al., 2014). Tuttavia, ciò che si sta attualmente verificando nell’ambiente montano alpino - il ritorno naturale delle foreste a scapito delle aree aperte - non dovrebbe essere considerato solo come un processo con conseguenze positive. Questo non solo a causa della perdita di TEK ma anche per gli effetti di breve e lungo termine sulla biodiversità della fauna e della flora, che sono molto dibattuti e spesso considerati negativi o incerti, almeno per alcuni gruppi o specie (Gilardelli et al., 2013; Tattoni et al., 2011). A differenza del TEK, il monitoraggio del LUC nelle Alpi è stato ampiamente eseguito utilizzando GIS (*Geographic Information System*) e tecniche di modellazione (Sitzia and Trentanovi, 2011; Tappeiner et al., 2006; Tattoni et al., 2017a). La maggior parte di questi studi si basa su analisi GIS di materiale cartografico (mappe storiche, ortofoto, mappe tecniche) elaborate combinando tecniche manuali e automatiche, per estrarre LUC ad ogni

passaggio temporale (Sitzia and Trentanovi, 2011; Tattoni et al., 2010; Ciolli et al., 2012). La preparazione dei dati e le analisi sono lunghe e complesse, ma è possibile utilizzare i tassi di LUC passati per generare scenari futuri basati su ipotetici fattori chiave come pressioni ambientali e scelte gestionali. Anche se si discute l' idoneità di diversi metodi di generazione di scenari, questi approcci sono attualmente ben accettati e ampiamente usati nella comunità scientifica (Ciolli et al., 2012; Tappeiner et al., 2006). In Tattoni et al. (2017a) si sottolinea la relazione tra LUC e i suoi processi sociali associati, indagando la relazione tra la perdita di aree aperte e la diminuzione di trasmissione intergenerazionale della conoscenza ecologica in un ambiente rurale comunitario. Evidenziando il "legame inestricabile" tra cultura e ambiente, i processi razionali possono generare nuove azioni creative e innovative per la gestione delle aree montane che soffrono di spopolamento e invecchiamento della popolazione.

Sono state calcolate le tendenze del passato LUC nelle foreste e aree aperte di una regione alpina (Trentino, Italia) durante gli ultimi 150 anni; gli scenari futuri sono calcolati utilizzando GIS, fotografie aeree e cartografia storica. Questi scenari sono descritti e quindi combinati con dati statistici sulla migrazione e sulle attività tradizionali di montagna che hanno avuto un impatto sulle foreste, come il pascolo. In secondo luogo, ci si è concentrati su una piccola comunità a 1000 m di altitudine combinando il LUC con i dati di campo che descrivono la trasmissione di TEK intergenerazionale, usando le informazioni sui trend passati di TEK e sulle tendenze di LUC della foresta per produrre scenari futuri e per indagarne il possibile destino.

L'area di studio è la Provincia di Trento, regione montuosa di circa 6212 km<sup>2</sup> (Alpi nord-orientali italiane) coperta da foreste per il 60% del territorio. La regione, che ha subito migrazioni e cambiamenti sociali nel corso dell'ultimo secolo, è importante per la biodiversità poiché ospita molte specie floristiche endemiche (Prosser, 2001) e circa il 19% della superficie è coperta da parchi naturali e aree protette. La regione è un corridoio per la macrofauna. È inoltre l'unica area alpina italiana da cui l'orso bruno non è mai scomparso (Tattoni et al., 2015; 2017b).

Nell'intero territorio trentino, è stato investigato un sottoinsieme di aree di studio: il Parco naturale Paneveggio-Pale di San Martino, il Dipartimento della Montagne (Tione) e dintorni, la Val di Pejo, la Val di Sole, Roncegno ed il Tesino (Valsugana), Tovel e la Val di Non. In particolare, per indagare le connessioni tra TEK e LUC, il comune di Montagne è stato

selezionato perché paradigmatico della situazione in Trentino e, più in generale, di contesti alpini simili. Montagne è un piccolo villaggio situato entro i confini di un sito del patrimonio mondiale. Come in molte altre aree montuose d'Italia, l'esodo rurale e il conseguente abbandono della terra hanno avuto inizio i primi decenni del ventesimo secolo. Con la transizione a un'economia di mercato globale iniziata negli anni '60 è aumentata la separazione fra le comunità e gli ecosistemi agricoli e forestali. Come altre comunità montane d'Europa, Montagne soffre di spopolamento e invecchiamento dovuto all'emigrazione della gioventù causata dalla mancanza di opportunità economiche.

## Metodi

È stata condotta un'accurata ricerca di tutti i lavori pubblicati che documentano la LUC di foresta e aree aperte in Trentino e gli studi sono stati integrati e analizzati (Tattoni et al., 2017a). L'interesse principale dello studio era riferito al *trend* generale, quindi i risultati dell'espansione delle foreste sono espressi come percentuale delle aree investigate totali piuttosto che come valori assoluti. Se necessario, i dati sono stati rielaborati o aggregati per armonizzare l'analisi (Tattoni et al., 2017a).

Sono state raccolte informazioni sulla demografia e le attività economiche legate all'agricoltura: i dati del censimento ISTAT, i dati di Zanella et al. (2010) sugli animali da pascolo, la popolazione che vive ad alta quota, la percentuale di popolazione attiva nel settore agro-forestale.

Per generare gli scenari futuri gli indicatori TEK sono stati correlati con LUC secondo Ianni et al. (2015), che ha studiato la trasmissione ecologica intergenerazionale alla piccola comunità di Montagne, situata ad una fascia altimetrica corrispondente alle situazioni più critiche. Lo studio TEK è una quantificazione basata sulla capacità di riconoscere le piante selvatiche tradizionalmente utilizzate come cibo o medicina tra le popolazioni locali di diverse classi di età ed entrambi i sessi. Si sono selezionate 30 piante selvatiche di utilizzo tradizionale, di cui 14 si trovano nelle foreste e 16 sono tipiche delle praterie o aree ecotonali. La capacità di identificare correttamente la specie per nome o immagine è riassunta come segue: alta quando la specie era riconosciuta più del 70% delle interviste; media, tra 30% e 70%; bassa, in meno del 30%.

Si è testato se la LUC può essere utilizzata come *proxy* per quantificare



la perdita di TEK, utilizzando serie di dati sulla copertura forestale passata e LUC in aree aperte. Sono stati generati scenari futuri di LUC e TEK e sono state discusse le future prospettive in ambienti alpini. Scenari futuri di TEK sono stati calcolati per estrapolazione lineare, mentre la futura LUC con modelli pubblicati (Ciolli et al., 2012; Ianni et al., 2015; Tattoni et al., 2011; 2017a). Tra gli scenari sono stati selezionati quelli basati sul presupposto che il tasso di riforestazione naturale rimanga invariato.

Si è infine effettuata un'analisi preliminare del cambiamento della foresta nella zona Trentina del Monte Baldo, i cui risultati però dovranno essere verificati con cura in futuro.

## Risultati

Il confronto delle stime di copertura forestale degli studi esaminati mostra una tendenza della foresta all'espansione. È possibile osservare una differenza nella percentuale di copertura forestale tra i siti, ma la tendenza principale è in costante aumento tempo con una corrispondente perdita di aree aperte. Il *trend* di crescita descritto da Agnoletti (2005) e Sitzia (2009) per gli anni Il periodo 1973-2000 è confermato, sebbene il tasso statisticamente calcolato in Sitzia (2009) sia probabilmente leggermente sottostimato. Osservazioni dal 1954 suggeriscono che il fenomeno fosse già in corso ad un tasso intensivo prima del 1973. Inoltre, anche altri studi (ulteriori dettagli in Tattoni et al., 2017a) sono in accordo ed identificano una chiara tendenza all'espansione delle foreste.

I dati sulla trasmissione intergenerazionale di TEK disponibili per il comune Montagne (Ianni et al., 2015) mostrano come la capacità di riconoscere piante selvatiche sia ancora presente nelle persone di età superiore ai 30 anni, nonostante il fatto che solo le persone di età superiore ai 65 anni effettivamente usino quelle piante. La conoscenza e l'uso delle piante sta rapidamente scomparendo nelle generazioni più giovani, i cui mezzi di sostentamento non dipendono più dalle risorse naturali. La perdita di TEK riguarda sia le specie forestali che le aree aperte: solo il 35% delle piante officinali sono ancora ben riconosciute dai residenti, con una marcata differenza generazionale in questa abilità tra i più giovani (sotto 30 anni) e le persone anziane che ne riconoscono di più. La perdita di TEK è collegata all'utilizzo delle piante: solo il mais è facilmente identificabile tra le 9 specie tradizionalmente coltivate. La capacità di riconoscere i

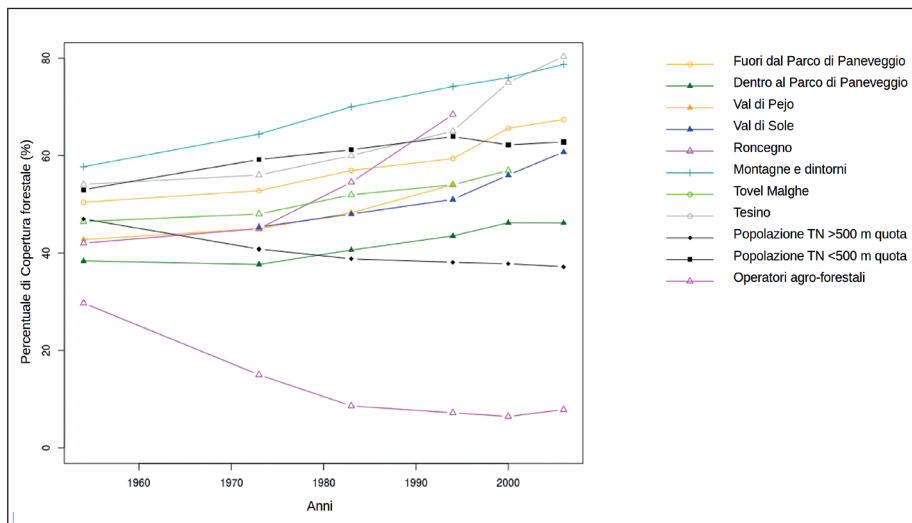


Figura 1. Aumento percentuale della copertura forestale in diverse aree del Trentino, in relazione all'andamento della popolazione che vive a quote superiori ai 500 m ed il numero degli operatori agroforestali.

fiori selvatici è ancora presente per circa il 50% delle piante (6 specie su 13 cadono nell'alta classe TEK), forse perché le specie ancora riconosciute sono apprezzate per la loro bellezza piuttosto che per le loro proprietà medicinali. Tali specie includono *Cyclamen* (*Cyclamen purpurascens*), *Edelweiss* (*Leontopodium alpinum*) e *Arnica* (*Arnica Montana*), che sono anche specie comuni. Un ragionamento simile può essere applicato agli alberi. Solo le 4 specie più comuni (su 16) sono ancora ben identificate, *L'abete rosso* (*Picea abies*), *abete bianco* (*Abies alba*), *faggio* (*Fagus sylvatica*) e *nocciolo* (*Corylus avellana*). La conoscenza delle specie precedentemente coltivate e usate come alimenti umani o animali è più bassa rispetto alla capacità di riconoscere i fiori e gli alberi selvatici. Insieme ai cambiamenti dell'habitat, alcune piante che erano tradizionalmente usate, specialmente quelle trovate nelle aree aperte, e le specie ecotonali sono diventate più rare e quindi meno riconosciute.

La Tabella 1 mostra i risultati dell'indagine TEK a Montagne rispetto ai dati LUC nell'area. A Montagne, il TEK scompare rapidamente e la tendenza della perdita di TEK corrisponde perfettamente a quella delle aree aperte. I risultati mostrano una connessione tra le tendenze della popolazione, la

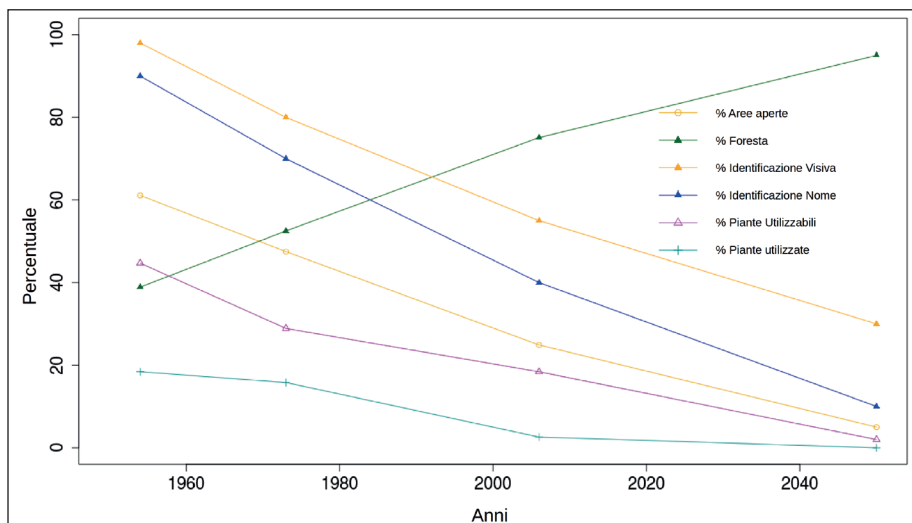


Figura 2. Perdita di aree aperte ed espansione percentuale della foresta per la comunità di Montagne. La perdita di TEK è descritta da 4 indicatori: identificazione visiva, identificazione nome, piante utilizzabili e piante utilizzate.

perdita di TEK e perdita di aree aperte, ma mentre quest'ultima può essere calcolata con un insieme di immagini multi-temporali, la perdita di TEK richiede specifiche indagini sul campo di lunga durata e le tendenze della popolazione richiedono ripetuti inventari. Pertanto, la possibilità di utilizzare la perdita di aree aperte come il *proxy* per ricavare queste informazioni può essere molto utile.

Gli scenari futuri sono molto importanti nella gestione dell'ambiente naturale perché è possibile incorporare altre variabili come il cambiamento climatico o la gestione delle foreste, anticipando così le conseguenze attraverso scelte gestionali. Anche gli scenari futuri sono importanti essendo *proxy* della perdita di TEK e possono essere utilizzati per cercare di attuare misure di conservazione. Non solo i risultati della modellizzazione sono rilevanti, ma anche la loro rappresentazione visiva è importante, quando deve essere presentata alle parti interessate in occasione di incontri pubblici per scopi di pianificazione o di gestione. Questi scenari possono anche essere usati come mezzo per mostrare alle comunità locali i modi in cui le persone locali possono essere coinvolte nella rivitalizzazione delle loro conoscenze tradizionali locali.

Sarebbe opportuno raccogliere dati provenienti da altre aree alpine per confrontare i risultati, ma le indagini sul TEK richiedono un enorme impegno, quindi pochi studi di TEK sono disponibili nell'ambiente alpino (Ianni et al., 2015).

L'analisi preliminare del cambiamento della copertura forestale nella zona del Monte Baldo sembrerebbe indicare che anche in questo caso vi sia un fenomeno di ricolonizzazione e chiusura di aree aperte, nell'ordine di 15-20 punti percentuali, cioè in linea con quanto visto per il resto del Trentino. Tuttavia per una quantificazione numerica precisa si rimanda ad ulteriori analisi che verranno effettuate nel corso del progetto denominato TRENTINOLAND.

Montagne	1954	1973	2006	2050
Aree aperte (%)	61.1	47.5	24.9	5
Foresta (%)	38.9	52.5	75.1	95
% Identificazione Visiva	98.0	80.0	55.0	30
% Identificazione nome	90.0	70.0	40.0	10
% Piante utilizzabili	44.7	28.9	18.4	2
% Piante utilizzate	18.4	15.8	2.6	0
<b>Classe di età</b>	<b>over 65</b>	<b>30-55</b>	<b>8-25</b>	<b>nuove generazioni</b>

Tabella 1. Risultati dell'indagine TEK (Ianni et al., 2015). Le percentuali di area aperta e foresta sono confrontate con la percentuale della conoscenza delle piante locali nella comunità di Montagne divisa per le classi di età corrispondenti. Alla popolazione è stato chiesto di riconoscere le piante di fotografie (identificazione visiva) e per nome (identificazione) e di dichiarare quali piante possono essere utilizzate per almeno uno scopo (piante utilizzabili) e quante piante usano veramente (piante utilizzate).

## Conclusioni

I risultati suggeriscono che il Cambiamento di Uso del Suolo (LUC) può essere utilizzato come *proxy* per la perdita della Conoscenza Ecologica

Tradizionale (TEK) nelle Alpi italiane del nord-est. Ulteriori indagini sono necessarie per confermarlo su una scala più ampia. Utilizzando proiezioni di scenari futuri si possono creare mappe predittive sulla perdita di TEK. Questo metodo potrebbe consentire di estrapolare le tendenze informative di TEK da semplici tendenze LUC, contribuendo così a sostenere le decisioni ambientali, politiche e sociali negli ambienti montani alpini. A partire dagli anni '70, Montagne ha registrato una diminuzione della popolazione maggiore rispetto agli altri comuni vicini che si trovano a più in basse altitudini. È ragionevole pensare che le persone che sono rimaste nell'area siano quelle che erano più interessate a rimanere e quindi più connesse alle loro tradizioni. La perdita di TEK registrata nel 2010 può quindi essere considerata più grave perché queste persone avrebbero dovuto essere in grado di trasmettere le loro conoscenze ai loro discendenti, ma ciò non è avvenuto.

Potrebbe essere estremamente interessante indagare sullo stato di TEK in aree come la Val di Non, dove il mosaico tradizionale che diversificava l'agricoltura è stato principalmente sostituito da monoculture di mele e la perdita di apertura delle aree si sente meno perché molte aree aperte e parte delle foreste sono state trasformate in aree coltivate. Anche se il contatto con la natura è stato sicuramente mantenuto, la trasformazione culturale profonda e la specializzazione agricola potrebbe aver condotto a un'importante (o qualitativamente diversa) perdita di TEK.

L'influenza della cosiddetta "estinzione dell'esperienza" - la perdita di interazioni uomo-natura (Soga and Gaston, 2016) - mina salute umana e benessere e cambia le emozioni delle persone verso la natura, compresa la loro affinità, interesse e amore per essa. Inoltre, il gioco ricreativo in ambienti naturali durante l'infanzia influenza positivamente i successivi interessi delle persone in ambienti naturali e attività ricreative all'aperto (Bixler et al., 2002) nonché il loro atteggiamento verso la conservazione della natura (Collado et al., 2015).

L'abbandono della montagna sarà influenzato da molti fattori, compresi i cambiamenti climatici, che possono influire sulle condizioni di vita nelle Alpi e quindi influenzano l'economia della zona e la biodiversità. Storicamente, l'abbandono della montagna segue un *trend* di contrazione dell'espansione. Il *trend* di espansione dell'attività umana potrebbe portare a un quasi completa distruzione dell'ambiente originale, ma il clima temperato dell'emisfero e le condizioni ambientali lo consentono per un tempo di recupero relativamente breve. Nelle Alpi e in molte aree mon-

tane d'Europa è in corso una fase di ripresa in cui è possibile conservare alcune conoscenze tradizionali a vantaggio delle future generazioni; oppure tutto può semplicemente essere abbandonato e forse ricostruito più tardi. Non esiste alcun modo "giusto" per affrontare questo problema e molte cose accadranno indipendentemente dall'intervento umano. Tuttavia, una comprensione più profonda delle dinamiche di questo fenomeno può aiutare i decisori per dare a questi problemi la piena considerazione che meritano. Attualmente è in corso un progetto denominato "TRENTINOLAND" coordinato da Marco Ciolli (Università degli Studi di Trento) e Nicola La Porta (Fondazione Edmund Mach) il cui gruppo di lavoro sta ricostruendo in modo dettagliato (risoluzione a terra circa 5 m) i cambiamenti del paesaggio trentino nell'orizzonte temporale dal 1859 ad oggi, usando mappe storiche, ortofoto e altro materiale documentale. La ricostruzione spazialmente esplicita dei cambiamenti del paesaggio forestale potrebbe essere messa in relazione con molti altri aspetti ecologici, sociali, economici, paesaggistici, e anche dell'andamento dell'erogazione dei servizi ecosistemici. Si potrebbero inoltre effettuare molte analisi mettendo in rapporto la variazione della biodiversità floristica e l'andamento della distribuzione e consistenza delle popolazioni animali, prendendo anche in considerazione fenomeni complessi come quello delle migrazioni degli uccelli (Tattoni et al., 2019).

## Bibliografia

- Achard F., Beuchle R., Mayaux P. et alii (2014) Determination of tropical deforestation rates and related carbon losses from 1990 to 2010. *Global Change Biology*, 20, 2540-2554.
- Agnoletti M. (2005) Osservazioni sulle dinamiche dei boschi e del paesaggio forestale italiano fra il 1862 e la fine del secolo XX. *Società e Storia*, 108, 377-396.
- Bixler R. D., Floyd M. F. and Hammitt W. E. (2002) Environmental socialization quantitative tests of the childhood play hypothesis. *Environment and Behavior*, 34, 795-818.
- Brambilla M., Bergero V., Bassi E. and Falco R. (2015) Current and future effectiveness of Natura 2000 network in the central Alps for the conservation of mountain forest owl species in a warming climate. *European Journal of Wildlife Research*, 61, 35-44.

- Cantiani M. G., Geitner C., Haida C., Maino F., Tattoni C., Vettorato D. and Ciolli M. (2016) Balancing economic development and environmental conservation for a new governance of Alpine areas. *Sustainability*, 8, 802-820.
- Ciolli M., Tattoni C. and Ferretti F. (2012) Understanding forest changes to support planning: A fine-scale Markov chain approach. In: Jordan F. and Jørgensen S. E. (Eds.) *Models of the ecological hierarchy. From molecules to the ecosphere*. Elsevier, United Kingdom, 341-359.
- Collado S., Corraliza J. A., Staats H. and Ruíz M. (2015) Effect of frequency and mode of contact with nature on children's self-reported ecological behaviors. *Journal of Environmental Psychology*, 41, 65-73.
- Diamond J. M. (2005) *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. Viking Press, USA, 592 pp.
- Gilardelli F., Gentili R., Prosser F., Bonomi C., Varotto C. and Sgorbati S. (2013) Ecological and biodiversity gradients across alpine dry grassland habitats: implications for an endangered species. *Nordic Journal of Botany*, 31, 225-238.
- Glavan M., Pintar M. and Volk M. (2013) Land use change in a 200-year period and its effect on blue and green water flow in two Slovenian Mediterranean catchments – lessons for the future. *Hydrological Processes*, 27, 3964-3980.
- Grêt-Regamey A., Brunner S. H., Altwegg J., Christen M. and Bebi P. (2013) Integrating expert knowledge into mapping ecosystem services tradeoffs for sustainable forest management. *Ecology and Society*, 18:34.
- Ianni E., Geneletti D. and Ciolli M. (2015) Revitalizing traditional ecological knowledge: a study in an alpine rural community. *Environmental Management*, 56, 144-156.
- Orlandi S., Probo M., Sitzia T., Trentanovi G., Garbarino M., Lombardi G. and Lonati M. (2016) Environmental and land use determinants of grassland patch diversity in the western and eastern Alps under agro-pastoral abandonment. *Biodiversity and Conservation*, 25, 275-293.
- Prosser F. (2001) *Lista rossa della Flora del Trentino. Pteridofite e Fanerogame*. Museo Civico di Rovereto. Osiride, Rovereto, 107 pp.
- Scarascia-Mugnozza G., Oswald H., Piussi P., Radoglou K. (2000) Forest of the Mediterranean region: gaps in knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management*, 132, 97-109.

- Sitzia T. (2009) Ecologia e gestione dei boschi di neoformazione nel paesaggio del Trentino. Provincia Autonoma di Trento, Trento, 301 pp.
- Sitzia T. and Trentanovi G. (2011) Maggengo meadow patches enclosed by forests in the Italian Alps: evidence of landscape legacy on plant diversity. *Biodiversity and Conservation*, 20, 945-961.
- Soga M. and Gaston K. J. (2016) Extinction of experience: the loss of human – nature interactions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14, 94-101.
- Tappeiner U., Tasser E., Leitinger G. and Tappeiner G. (2006) Landnutzung in den Alpen: Historische Entwicklung und zukünftige Szenarien. In: Psenner R. and Lackner R. (Eds.) *Die Alpen im Jahr 2020. Alpine space – Man and environment*, Vol. 1. Innsbruck, University Press, 23-39.
- Tattoni C., Ciolli M., Ferretti F. and Cantiani M. G. (2010) Monitoring spatial and temporal pattern of Paneveggio forest (northern Italy) from 1859 to 2006. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, 3, 72-80.
- Tattoni C., Ciolli M. and Ferretti F. (2011) The fate of priority areas for conservation in protected areas: a fine-scale Markov chain approach. *Environmental Management* 47, 263-278.
- Tattoni C., Bragalanti, N., Groff, C. and Rovero, F. (2015) Patterns in the use of rub trees by the Eurasian Brown Bear. *Hystrix - Italian Journal of Mammalogy*, 26, 118-124.
- Tattoni C., Ianni E., Geneletti D., Zatelli P. and Ciolli M. (2017a) Landscape changes, traditional ecological knowledge and future scenarios in the Alps: a holistic ecological approach. *Science of the Total Environment*, 579, 27-36.
- Tattoni C., Grilli G. and Ciolli M. (2017b) Advertising value of the brown bear in the Italian Alps. *Ursus*, 27, 110-121.
- Tattoni C., Soardi E., Prosser F., Odasso M., Zatelli P. and Ciolli M. (2019) Fruit availability for migratory birds: a GIS approach. *PeerJ*, 7:e6394.
- Williams-Linera G. and Alvarez-Aquino C. (2010) Tropical dry forest landscape restoration in Central Veracruz, Mexico. *Ecological Restoration*, 28, 259-261.
- Zanella A., Tattoni C. e Ciolli M. (2010) Studio della variazione temporale della quantità e qualità del bestiame nel Parco di Paneveggio Pale di San Martino e influenza sui cambiamenti del paesaggio forestale. *Dendronatura*, 1, 24-33.



## La flora alpina come modello per la tassonomia integrata e l'adattamento

Margherita Lega<sup>1</sup>, Simone Fior<sup>1</sup>, Lino Ometto<sup>1</sup>, Luisa Bresadola<sup>1</sup>, Alessio Bertolli<sup>2</sup>, Mingai Li<sup>1</sup>, Filippo Prosser<sup>2</sup> e Claudio Varotto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Ricerca ed Innovazione, Dipartimento di Biodiversità ed Ecologia Molecolare, Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige (TN)

<sup>2</sup>Fondazione Museo Civico di Rovereto, Rovereto

**Parole chiave:** flora alpina, specie criptiche, concetto unificato di specie, adattamento

Nonostante la lunga storia della ricerca botanica relativa al Monte Baldo, la ricchezza floristica di questa montagna è tale da riservare delle sorprese ancora oggi, a testimonianza del fatto che c'è ancora molto lavoro da fare prima di poter considerare completa la conoscenza della sua flora. Circa una decina di anni fa, Filippo Prosser ed Alessio Bertolli della Fondazione Museo Civico di Rovereto, durante un rilievo floristico dei sottorocce in prossimità di Preabocco, si imbattono in una popolazione di piante dai grandi fiori gialli. Riconobbero immediatamente che la specie apparteneva alla famiglia delle *Brassicaceae*, il gruppo di piante che comprendono molte specie coltivate sia a scopo alimentare (ad esempio la senape, il cavolfiore ed i ravanelli) che a scopo ornamentale (ad esempio l'alisso e la violaciocca).

Tuttavia, la dimensione dei fiori ed altre caratteristiche non corrispondevano a nessuna delle specie di *Brassicaceae* note in Provincia di Trento. Da una attenta analisi delle flore sia di regioni limitrofe che di altre nazioni, Prosser e Bertolli conclusero che la specie apparteneva al genere *Brassica*, a cui appartengono anche altre importantissime specie di grande valore nutrizionale quali i broccoli, il cavolfiore, la colza, il cavolo cinese e quello comune (Prosser and Bertolli, 2007; Prosser e Bertolli, 2007). Sulla base di accurate analisi morfologiche, Prosser e Bertolli cautamente la considerarono una sottospecie di *Brassica repanda* ed in onore del Monte Baldo, unico sito in cui esiste, la nominarono *Brassica repanda* subsp. *baldensis*. Tuttavia la profonda disgiunzione rispetto alla sottospecie di *Brassica repanda* subsp. *gravinae* ed ancor di più quella delle altre sottospecie riconosciute di *Brassica repanda* presenti nelle Alpi Occidentali,

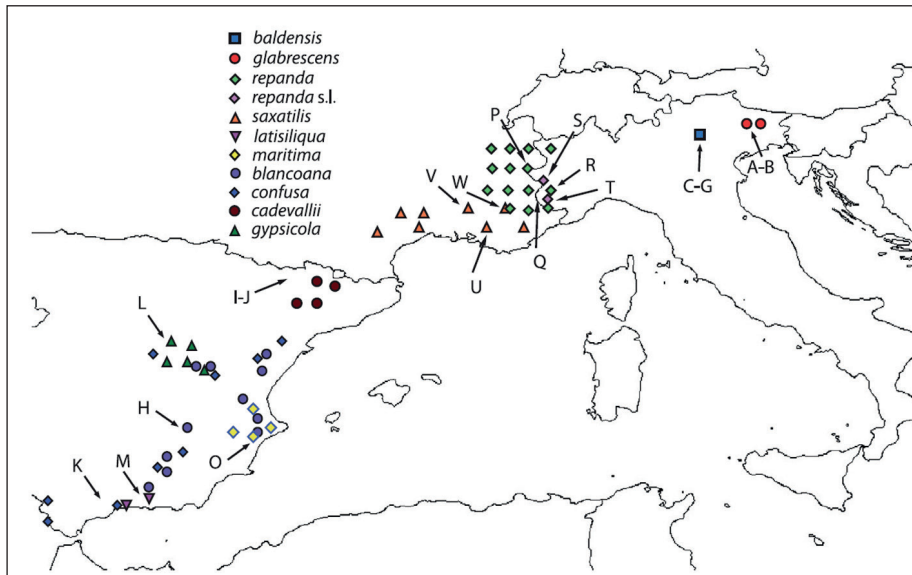


Figura 1. Distribuzione delle presunte sottospecie di *Brassica repanda* identificate fino al 2012. Si noti la disgiunzione fra gli endemismi orientali ed il resto delle sottospecie.

il Sud della Francia e della Penisola Iberica (Figura 1) lasciava delle incertezze sul fatto che *Brassica repanda* subsp. *baldensis* fosse una semplice sottospecie o una specie a sé stante con una propria storia evolutiva distinta dal resto del gruppo. Per contro, anche la possibilità opposta, e cioè che *Brassica repanda* subsp. *baldensis* fosse semplicemente un evento di dispersione a lunga distanza di una delle altre sottospecie, non poteva essere escluso. Infatti, l'areale molto limitato (che si estende per non più 3 chilometri nei sottorocce del versante nord-orientale del Baldo) ed il basso numero di individui (non più di 1500 stimati dal numero di piante in fiore) di *Brassica repanda* subsp. *baldensis* in una zona frequentata da appassionati di arrampicata sportiva anche stranieri faceva sospettare che dei semi potessero essere stati accidentalmente trasportati sul Monte Baldo dai rocciatori e si fossero qui sviluppati.

Sfortunatamente la variabilità morfologica (ad esempio forma di foglie e fiori, lunghezza dei petali, presenza di un indumento di peli con diverse caratteristiche) fra le sottospecie di *Brassica repanda* è molto limitata e, nel caso di *Brassica repanda* susp. *baldensis*, insufficiente a

chiarire questi aspetti utilizzando approcci di tassonomia tradizionale. Prosser e Bertolli si rivolsero quindi al gruppo di ricerca di Claudio Varotto presso la Fondazione Edmund Mach per tentare di verificare le due ipotesi contrastanti sullo stato tassonomico di *Brassica repanda* susp. *baldensis* con metodi genetici. In tutti gli organismi viventi dai batteri all'uomo, infatti, lo stesso tipo di molecola, il DNA (acido desossiribonucleico), contiene l'informazione che definisce l'aspetto e la funzione di ogni singola cellula. Le differenze fra le molecole di DNA, quindi, definiscono le differenze di forma e funzione non solo fra specie, ma anche fra individui della stessa specie. Tale variazione genetica è relativamente facile da quantificare in maniera rapida ed accurata tramite i moderni metodi di sequenziamento del DNA. Si presta quindi particolarmente bene a distinguere specie nei casi in cui le differenze morfologiche non siano sufficienti da sole. Come primo passo, i due gruppi raccolsero dei campioni (una foglia) per le analisi genetiche di un numero rappresentativo di individui di *Brassica repanda* susp. *baldensis*. Tramite l'aiuto di colleghi in Spagna, Italia e Francia, furono anche ottenuti semi di tutte le sottospecie di *Brassica repanda* identificate fino a quel momento, alcuni dei quali furono cresciuti in serra ed una foglia per individuo fu raccolta per le analisi genetiche. Una prima analisi di tipo genetico che fu effettuata era basata sull'ottenimento della sequenza di una regione (*Internal Transcribed Spacer*, ITS) di uno dei geni che compongono i ribosomi, le "fabbriche" cellulari delle proteine. Confrontando questa sequenza con quelle di molte altre specie di Brassicacee tramite metodi statistici che consentono di ricostruire la filogenesi delle diverse specie, e quindi i gradi di "parentela" tra le stesse, si riuscì a confermare che tutte le sottospecie di *Brassica repanda* analizzate formavano un gruppo compatto e geneticamente molto simile (chiamato un gruppo monofiletico, cioè originato tramite evoluzione da un antenato comune). In questo modo fu confermato il fatto che *Brassica repanda* susp. *baldensis* apparteneva al genere *Brassica*, ma la quantità di informazione genetica ottenuta non fu sufficiente per chiarire se fosse una nuova specie o meno (Lega et al., 2012). Perciò, ulteriori analisi genetiche vennero condotte con una tecnica diversa, chiamata AFLP (*Amplification Fragment Length Polymorphism*), che è in grado di mostrare le differenze genetiche esistenti fra specie campionandole non in un gene specifico, ma in centinaia di posizioni diverse del genoma, cioè l'insieme di tutti i geni di un determinato organismo. La ricostruzione filogenetica in que-

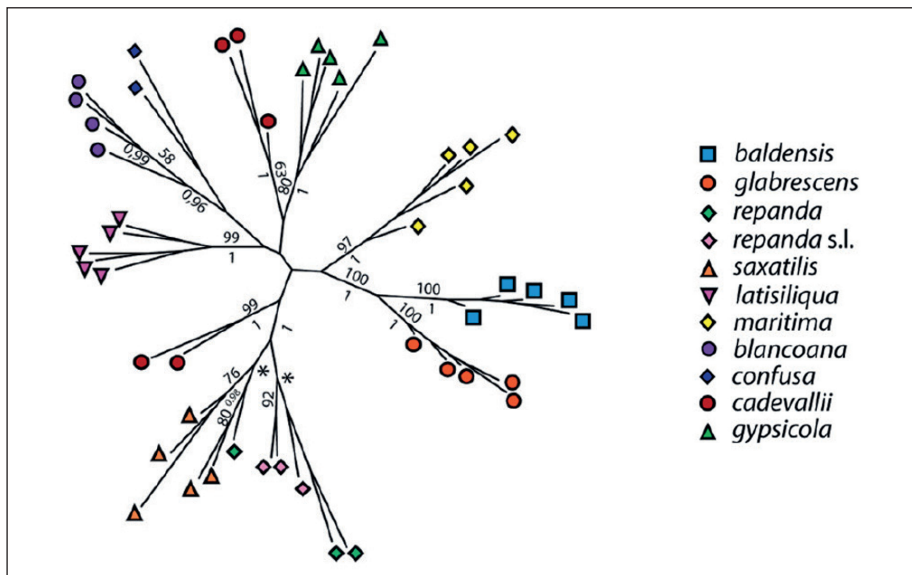


Figura 2. Filogenesi delle presunte sottospecie di *Brassica repanda* identificate fino al 2012. I valori di supporto statistico calcolati tramite Maximum Parsimony bootstrap (>50%) e Bayesian inference posterior probability (>0.95) sono riportati rispettivamente sopra e sotto i rami dell'albero. Gli asterischi indicano nodi che collassano nell'albero di Maximum Parsimony calcolato secondo uno stretto consenso. La scala indica la lunghezza dei rami.

sto caso risultò molto più accurata e mostrò per la prima volta la stretta parentela fra *Brassica repanda* subsp. *baldensis* e *Brassica repanda* subsp. *gravinae*, ma ancora non fu sufficiente a determinare se una o entrambe di esse fossero specie a sé stanti o meno (Figura 2). I dati furono quindi analizzati con ulteriori metodi in grado di fornire una delimitazione più accurata delle differenze genetiche fra i diversi campioni. Un primo approccio, chiamato *Principal Component Analysis* (PCO), consente di visualizzare le principali componenti della varianza fra profili genetici. L'analisi PCO dei dati genetici evidenziò una chiara separazione fra il gruppo delle *Brassica repanda* occidentali e quelle orientali, ed ulteriormente fra *Brassica repanda* subsp. *baldensis* e *Brassica repanda* subsp. *gravinae*, ma questo tipo di analisi non fornisce una valutazione statistica della affidabilità dei gruppi visualizzati (Figura 3). Una modifica del metodo, chiamato PCO-MC fu quindi usato in congiunzio-

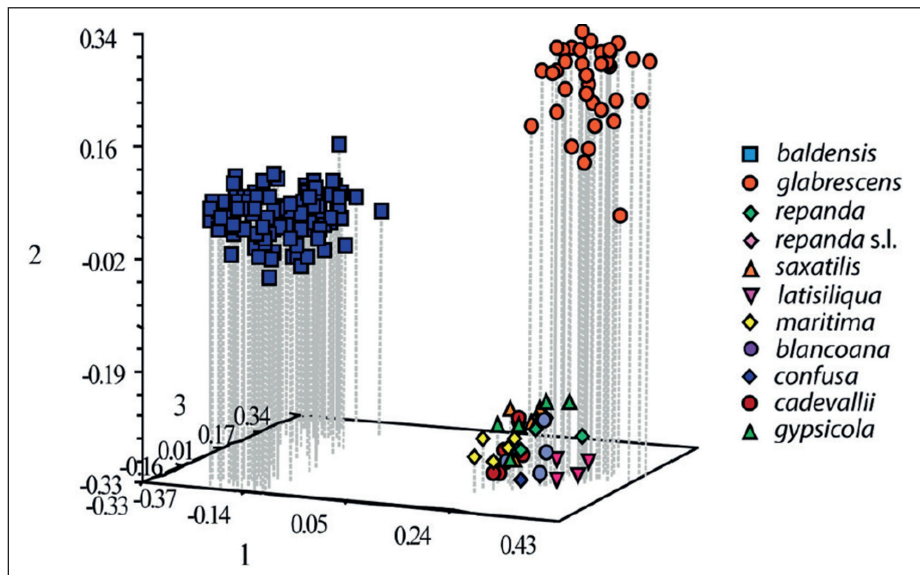


Figura 3. Differenze genetiche fra le presunte sottospecie di *Brassica repanda* identificate fino al 2012. Il grafico è il risultato di un'Analisi di Componente Principale (PCO) della variabilità genetica dei singoli individui campionati.

ne con il programma STRUCTURE per valutare se i gruppi visualizzati tramite PCO fossero statisticamente supportati o meno. I risultati ottenuti identificarono tre gruppi genetici con alto supporto statistico, corrispondenti a (1) il gruppo di tutte le sottospecie occidentali di *Brassica repanda* o, (2) *Brassica repanda* subsp. *baldensis* e (3) *Brassica repanda* subsp. *gravinae*. In altre parole, le analisi genetiche mostrarono per la prima volta una forte evidenza del fatto che *Brassica repanda* subsp. *baldensis* e *Brassica repanda* subsp. *gravinae* fossero sicuramente diverse dalle altre sottospecie e potessero addirittura essere delle specie totalmente distinte da *Brassica repanda*. Il concetto di specie, tuttavia, nonostante sia una delle categorie di base della classificazione di tutti gli esseri viventi, non è facile da definire. Nel regno animale, ad esempio, le specie vengono generalmente definite tali quando non sono incrociabili tra di loro o se la progenie di tali incroci non è fertile. Per le piante, tuttavia, la situazione è molto diversa, in quanto sono possibili incroci fertili tra diverse specie dello stesso genere e talvolta anche di

generi diversi. In uno sforzo di generalizzare il concetto di specie a sufficienza da poter essere applicato sia ad animali che piante, è stato recentemente proposto il Concetto Unificato di Specie (*Unified Species Concept*, USC; de Queiroz, 2007). Secondo l'USC, i concetti alternativi di specie sono tutti basati su un elemento comune che è la proprietà principale che definisce la categoria di specie: le specie si stanno evolvendo separatamente in linee evolutive di un'unica metapopolazione. Il disaccordo tra i concetti è dovuto ai criteri utilizzati per identificare tali linee, perché si riferiscono a diverse proprietà secondarie che possono portare a delimitazioni incompatibili di specie. Ad esempio, l'isolamento riproduttivo intrinseco è alla base del concetto di specie biologica, la specializzazione di nicchia in quello ecologico e la diagnosticabilità in quello filogenetico. In realtà, tutte queste proprietà sono indicative di speciazione, anche se la loro acquisizione durante il processo di divergenza tra linee evolutive può verificarsi in tempi diversi secondo un ordine non prevedibile a priori. Secondo l'USC, i criteri alternativi di specie, dunque, vengono considerati tutti ugualmente significativi, perché ognuno fornisce una evidenza indipendente della separazione tra linee evolutive, e la presenza di più proprietà è associata con una maggiore confidenza della delimitazione delle specie.

Nel caso di *Brassica repanda* subsp. *baldensis*, quindi, ulteriori analisi furono condotte per rendere più chiaro se si potesse trattare di una specie a sé. L'attenta ri-valutazione dei caratteri morfologici (numero di fiori per pianta, dimensioni degli steli fiorali, petali, siliquie e semi), confermò che i singoli caratteri non erano in grado di distinguere fra sotto-specie, ma la loro combinazione risultò essere diagnostica per ciascuna delle due sottospecie orientali, *Brassica repanda* subsp. *baldensis* e *Brassica repanda* subsp. *gravinae*. Anche i dati genetici ottenuti tramite AFLP furono usati come caratteri per verificare la diagnosticabilità dei due endemismi orientali di *Brassica repanda*. In questo caso, furono scoperti dei caratteri specifici per *Brassica repanda* subsp. *baldensis* e *Brassica repanda* subsp. *gravinae*, dimostrando che potevano essere usati assieme alle combinazioni di caratteri morfologici per diagnosticare se un individuo ignoto campionato dalle popolazioni sotto studio appartenesse ad una sottospecie rispetto che ad un'altra (Lega et al., 2012).

Infine un'analisi genetica condotta su un numero più elevato di individui per *Brassica repanda* subsp. *baldensis* e *Brassica repanda* subsp. *gravinae* fu utilizzato per distinguere gli endemismi orientali sulla base del

criterio del raggruppamento genotipico, che stima sia quanti gruppi genetici esistono, sia il grado di mescolanza genetica fra individui. I risultati di queste analisi dimostrarono che *Brassica repanda* subsp. *baldensis* e *Brassica repanda* subsp. *gravinae* formavano gruppi nettamente distinti dalle sottospecie occidentali di *Brassica repanda*.

In conclusione, il riconoscimento tassonomico di *Brassica repanda* subsp. *baldensis* e *Brassica repanda* subsp. *gravinae* all'interno del complesso di *Brassica repanda* richiese, a causa dell'intrinseca difficoltà, di essere valutato secondo il concetto unificato di specie. I criteri di monofilia, diagnosticabilità e raggruppamento genotipici risultarono essere verificati per entrambi gli endemismi orientali, che di conseguenza furono identificati per la prima volta come specie a sé stanti e ribattezzate *Brassica baldensis* (Prosser and Bertolli, 2007) e *Brassica gravinae* Polidini (Lega et al., 2012).

I risultati di questo studio mostrano come il Monte Baldo sia tuttora un centro di elevata biodiversità vegetale, dove, nonostante le intense investigazioni floristiche svolte da Calzolari in poi, è ancora possibile scoprire nuove specie. Data la ristrettissima area di distribuzione ed il basso numero di individui fertili di *Brassica baldensis*, accertatone lo stato tassonomico come specie nuova alla scienza, furono condotti degli studi genetici di dettaglio per determinare se potesse essere una specie a rischio di estinzione. Le analisi comparative non mostrarono significative differenze nei livelli e nel tipo di variazione genetica in *Brassica glabrescens* e *Brassica baldensis*. Tutte le analisi concordarono inoltre sul fatto che per ciascuna delle due specie esiste una sola popolazione, priva di significativa strutturazione genetica. L'assenza di struttura genetica all'interno dei taxa è atteso sulla base della distribuzione ristretta e la stretta vicinanza dei siti di campionamento senza apparenti ostacoli geografici all'impollinazione. Comunque, il numero limitato di individui censiti in natura rendono entrambe le specie potenzialmente vulnerabili alla deriva genetica e consanguineità, visti anche i livelli di variabilità genetica relativamente bassi rispetto ad altre specie con una biologia analoga (Lega et al., 2012). Esistono anche indicazioni di una progressiva restrizione dell'habitat adatto per entrambi i taxa, che potrebbe essere responsabile del ridotto flusso genico osservato. *Brassica baldensis* si trova nel Sito Europeo di Importanza Comunitaria "Monte Baldo Est". Il livello di minaccia per questa specie è sotto osservazione a causa dell'aumentato imboschimento delle sporgenze esposte che costituiscono il suo habitat. Non si può dun-

que escludere che azioni di conservazione possano essere necessarie in futuro per preservare la connettività della popolazione (Bertolli A. e Prosser F., dati non pubblicati).

Oltre a evidenziare la possibile necessità di conservazione *in situ*, le analisi genetiche condotte forniscono informazioni utili per guidare la eventuale raccolta del germoplasma di *Brassica baldensis ex situ*. In particolare, il gruppo di piante presenti nei pressi di Monte Cimo presentano una maggiore variabilità genetica e suggeriscono che questo sito dovrebbe essere particolarmente utile a questo scopo.

Al di là di un caso eclatante quale quello di *Brassica baldensis*, è probabile che il Baldo riservi ancora molte sorprese per quanto riguarda la possibile esistenza di criptospecie non facilmente identificabili su base morfologica.

Con l'avvento delle ultime tecnologie di sequenziamento, il Baldo ha inoltre anche il potenziale di diventare un importante laboratorio a cielo aperto per lo studio di come la flora si adatta agli stress ambientali ed all'elevazione. Studi analoghi condotti su altre montagne del Trentino dal gruppo di Claudio Varotto suggeriscono infatti che l'adattamento altitudinale può avvenire tramite meccanismi che portano ad evitare lo stress anziché a sviluppare una vera e propria tolleranza nei suoi confronti. Dal momento che con l'aumento di quota diminuisce la temperatura, una prima ipotesi che fu verificata era se le specie di piante di alta quota fossero più o meno sensibili al freddo delle piante di bassa quota. A questo scopo furono confrontate due specie di *Brassicacee* appartenenti al genere *Cardamine*: *Cardamine impatiens* e *Cardamine resedifolia* (Ometto et al. 2012). La prima è una specie di bassa quota, con una distribuzione che varia dal livello del mare fino a circa 1500 m di quota. *Cardamine resedifolia* è al contrario una specie che è adattata alle quote più elevate, dai 1500 fino ai 3000 m di quota. Per determinare se le due specie differissero nella tolleranza al freddo, un primo approccio fu di sequenziare i geni attivi in foglie durante uno stress di temperatura trattando le piante a 4°C. Dal confronto delle sequenze geniche con appropriati metodi statistici, fu possibile stimare che la specie di alta quota rispondesse alle difficili condizioni di alta montagna attraverso uno stretto controllo della velocità di variazione genetica dei geni coinvolti nella fotosintesi rispetto alla specie di bassa quota. In altre parole, l'efficienza fotosintetica sembra essere un tratto molto importante per l'adattamento alle alte quote. Per contro, molti dei geni coinvolti nella risposta alle basse temperature



mostrarono tassi di evoluzione più elevati nella specie di alta quota che in quella di bassa quota, indicando una minore rilevanza relativa della resistenza alle basse temperature rispetto che nella specie di bassa quota (Ometto et al. 2012). Per confermare questo risultato in parte inatteso, analisi della tolleranza al congelamento delle due specie furono condotte in condizioni controllate in laboratorio. Le foglie della specie di bassa quota risultarono più tolleranti al congelamento di quelle della specie di alta quota, confermando la previsione delle analisi precedenti (Li M., risultati non pubblicati). In particolare, la specie di alta quota *Cardamine resedifolia* sembra aver adottato una strategia di sospensione dell'attività vegetativa durante i periodi freddi, mentre la specie di bassa quota *Cardamine impatiens* sverna nello stato vegetativo ed è quindi tollerante al congelamento.

Data la ricchezza di specie vegetali e l'elevato gradiente climatico ed altitudinale che lo caratterizza, il Monte Baldo si presta a diventare nel prossimo futuro un importante sistema modello per verificare i meccanismi generali di adattamento vegetale alla quota ed in particolare se i risultati ottenuti per *Cardamine* possono essere estesi anche ad altri generi e famiglie della flora alpina, consentendone una più approfondita comprensione e tutela.

## Bibliografia

- de Queiroz K. (2007) Species concepts and species delimitation. *Systematic Biology*, 56, 879-886.
- Lega M., Fior S., Prosser F., Bertolli A. and Varotto C. (2012) Application of the unified species concept reveals distinct lineages for disjunct endemics of the *Brassica repanda* (Brassicaceae) complex. *Biological Journal of the Linnean Society*, 106, 482-497.
- Ometto L., Li M., Bresadola L. and Varotto C. (2012) Rates of evolution in stress-related genes are associated to habitat preference in two *Cardamine* lineages. *BMC Evolutionary Biology*, 12:7.
- Prosser F. and Bertolli A. (2007) A new subspecies of *Guenthera repanda* (Brassicaceae) from Mt Baldo (SE Prealps, Italy). *Willdenowia*, 37, 191-198.
- Prosser F. e Bertolli A. (2007) Nuova combinazione in *Brassica* (Brassicaceae). *Annali del Museo Civico di Rovereto*, 22, 295-297.

## L'impatto locale degli insetti alieni invasivi su agricoltura e biodiversità

Gianfranco Anfora<sup>1,2</sup>, Alberto Grassi<sup>2</sup>, Anna Eriksson<sup>2</sup>, Gerardo Roselli<sup>3</sup>, Livia Zapponi<sup>2</sup> e Valerio Mazzoni<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Agricoltura, Alimenti e Ambiente, Università degli Studi di Trento, San Michele all'Adige (TN)

<sup>2</sup>Centro Ricerca e Innovazione e Centro Trasferimento Tecnologico, Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige (TN)

<sup>3</sup>Biotechnology and Biological Control Agency (BBCA), Roma

**Parole chiave:** insetti esotici, *Drosophila suzukii*, *Halyomorpha halys*

### Introduzione

I meccanismi dell'economia globale espongono sempre più le comunità locali al rischio di invasione da parte di nuovi parassiti e patogeni alieni. Questo fenomeno è uno dei maggiori fattori di rischio per l'agricoltura, l'ambiente e la biodiversità. Insetti e patogeni sono spesso introdotti in nuove zone attraverso gli scambi commerciali e turistici ed il loro insediamento è facilitato dai cambiamenti climatici in atto. Alcuni organismi non sono ancora presenti nei nostri ambienti, ma costituiscono una seria minaccia: se è probabilmente impossibile evitarne l'ingresso, sarebbe comunque fondamentale attuare programmi per la diagnosi precoce e per l'identificazione delle strategie di controllo più adatte. Queste azioni richiedono un approccio multidisciplinare e la cooperazione tra i paesi colpiti e quindi l'utilizzo di risorse e competenze importanti che dovrebbero essere emesse a disposizione in tempi rapidi. Nei paragrafi successivi sono presentate brevemente le caratteristiche di due insetti alieni che hanno recentemente invaso gli agrosistemi e gli ecosistemi della Provincia di Trento ed alcune delle azioni che sono state poste in atto per limitare il loro impatto sull'agricoltura e la biodiversità. Sono inoltre citati altri insetti alieni per i quali il rischio di invasione è molto elevato.

### *Drosophila suzukii*, il moscerino asiatico dei piccoli frutti

Un esempio recente d'invasione devastante nei nostri territori è quello di *Drosophila suzukii*, un moscerino endemico del sud-est asiatico che ha la peculiarità di deporre le sue uova in frutti sani in maturazione grazie all'ovipositore sclerotizzato e seghettato (Figura 1 A-B). In pochi anni, a partire dal 2008, si è diffuso in gran parte di Europa ed America e sta causando enormi danni alla produzione di piccoli frutti, soprattutto ciliegie, more, lamponi, mirtilli, fragole ma la lista di potenziali ospiti è molto lunga ed include anche numerose piante selvatiche presenti nei nostri ambienti (Cini et al., 2012). In Trentino la specie è in grado di sviluppare enormi popolazioni sia nei fondivalle che a quote elevate fino a circa 2000 m s.l.m. (Figura 2). Il danno diretto causato da *D. suzukii* è provocato dall'attività trofica delle larve nella polpa dei frutti in maturazione; questo facilita lo sviluppo di infezioni secondarie a carico di funghi, lieviti e batteri che accelerano il deterioramento dei frutti e provocano ulteriori danni (Figura 1 C-D). Oltre alle perdite in fase di raccolta vi è un incremento dei costi di produzione (monitoraggio, trattamenti insetticidi, incremento del lavoro per la selezione dei frutti, riduzione

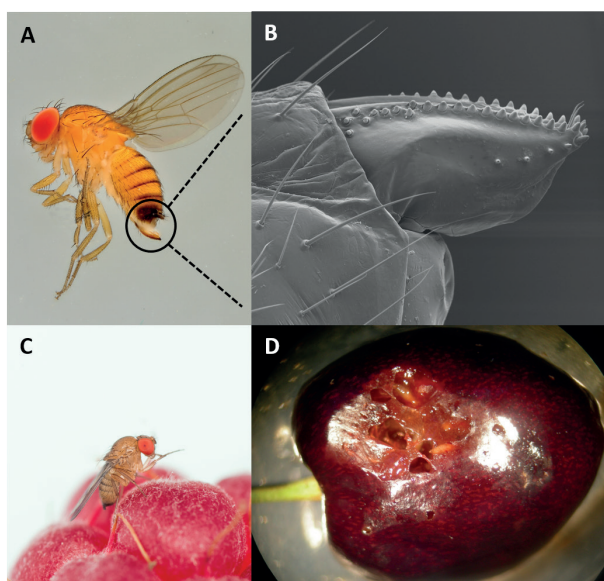


Figura 1. *Drosophila suzukii* (Diptera Drosophilidae): A-B) femmina adulta con dettaglio dell'ovipositore al microscopio elettronico a scansione; C) adulto su un frutto di lampone; D) ciliegia infestata da larve del moscerino.

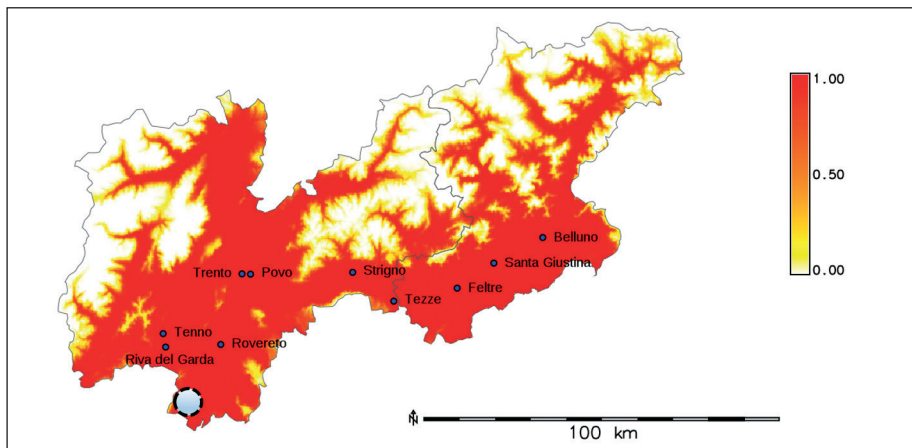


Figura 2. Mappa di idoneità ambientale di *Drosophila suzukii* nelle provincie di Trento e Belluno. Il cerchio azzurro indica l'area del Monte Baldo.

della conservabilità e di competitività). Mentre i danni alle piante di interesse agrario sono noti, non sono ancora stati valutati a fondo i rischi per gli organismi autoctoni, considerando sia le piante ospiti selvatiche presenti nei nostri boschi (es. mirtilli) sia le altre specie di artropodi endemici. Questo insetto invasivo dispone di eccezionali caratteristiche biologiche, estrema plasticità ed adattabilità ed enormi capacità riproduttive. Fin dalle prime fasi dell'invasione, i ricercatori della Fondazione Edmund Mach e dell'Università di Trento hanno lavorato su diversi temi, alcuni descritti di seguito, che vanno dalla valutazione di diverse applicazioni pratiche fino allo studio più intimo dei meccanismi evoluti e fisiologici facendo ricorso alle tecnologie genetiche e genomiche. Sono state inoltre avviate collaborazioni nazionali ed internazionali per poter mettere in comune risorse e conoscenze e trovare soluzioni. In questo senso *D. suzukii* potrà essere considerata un modello ed un insegnamento, sia per gli aspetti positivi che per i fallimenti, per le future inevitabili invasioni di specie aliene. Purtroppo in ogni caso i risultati non possono essere immediati, i produttori dovranno convivere anche con questa nuova avversità, sviluppare consapevolezza ed adottare tutte le pratiche finora a disposizione in un approccio integrato che limitino l'impatto dell'insetto.

## Controllo biologico

Quando si parla di specie altamente invasive come *D. suzukii* è fondamentale tenere presente che il motivo principale della loro proliferazione è l'assenza di limitatori naturali specializzati, sia predatori che parassitoidi, nelle zone invase. L'intervento umano, attraverso i classici mezzi di controllo (es. insetticidi, cattura massale) o di protezione delle colture (es. reti), può abbassare temporaneamente la presenza del fitofago in campo, ma sicuramente non è in grado di risanare lo squilibrio ecologico creatosi a seguito dell'arrivo del fitofago. A parte rari esempi, perlopiù relativi a zone circoscritte (es. isole), l'eradicazione di una specie invasiva già ampiamente diffusa non è attuabile e spesso l'unica possibilità di limitarne la dannosità è quella di integrare la sua presenza nell'ecosistema delle aree invase. In questo senso il controllo biologico è un'arma potente, anche se non facilmente gestibile, richiedendo una notevole preparazione tecnica di chi la applica. Il controllo biologico classico prevede l'importazione dalle zone di origine del fitofago dei suoi antagonisti specializzati, con l'obiettivo di acclimatarli e riprodurre le condizioni che ne consentono la naturale regolazione della popolazione. Nel caso di *D. suzukii* però, la scelta di tale approccio è stata limitata finora dai vincoli legislativi, nazionali e comunitari, che rendono inattuabile la procedura per l'introduzione di nuove specie, anche se utili al controllo biologico. Bisogna sottolineare che tale normativa è in fase di revisione e questo potrebbe aprire di nuovo la strada nel prossimo futuro alla lotta biologica classica. Comunque, per i motivi di cui sopra, le sperimentazioni si sono concentrate sulla ricerca dei potenziali nemici naturali direttamente nelle zone invase dall'insetto, selezionandoli tra i parassitoidi che attaccano le specie di drosofile locali. Dopo un primo periodo di test di laboratorio, il periodo 2016-2018 ha finalmente visto l'attuazione di una sperimentazione in pieno campo volta a valutare l'efficacia del parassitoide *Trichopria drosophilae* nei confronti di *D. suzukii* (Rossi Stacconi et al., 2019).

A partire dalla metà di marzo fino alla fine di aprile, è stata effettuata una serie di rilasci del parassitoide in due aree situate in Val d'Adige nella zona compresa tra Trento e Besenello. Ciascuna area era caratterizzata dalla presenza di ciliegeti produttivi e da piante di ciliegio isolate, sia domestiche che selvatiche. Durante l'intero periodo sono stati rilasciati 200.000 individui su un totale di circa 60 ha, liberando i parassitoidi in corrispondenza della vegetazione spontanea limitrofa alle coltivazioni e lungo l'in-

tero perimetro degli appezzamenti. Per ciascuna delle due aree trattate è stata selezionata una corrispondente area di controllo, simile per superficie, destinazione colturale e condizioni pedo-climatiche. I risultati hanno evidenziato la capacità di *T. drosophilae* di abbassare la popolazione di *D. suzukii* (30-45% in meno) nelle aree trattate rispetto a quelle di controllo prima dell'entrata in produzione del ciliegio, con effetti positivi sulla successiva infestazione della frutta. Tali effetti si traducono sia in un ritardo della comparsa in campo del fitofago, sia in un abbassamento dei suoi picchi di popolazione. I risultati della sperimentazione sui rilasci precoci di *T. drosophilae* mettono in evidenza come la lotta biologica possa fornire un valido contributo al controllo di *D. suzukii* risultando promettente sia nel breve che nel lungo periodo, agendo soprattutto sulle aree con vegetazione selvatica dove l'insetto vive e si riproduce prima di invadere i campi coltivati.

### ***Halyomorpha halys*, la cimice asiatica marmorata**

*Halyomorpha halys*, è un'altra specie invasiva originaria dell'Asia orientale (Cina, Giappone, Corea) (Figura 3A). Il primo rinvenimento di una popolazione insediata in Italia risale al settembre 2012, in Provincia di Modena, a seguito del quale la specie si è espansa rapidamente nelle aree frutticole limitrofe. Oggi la specie è segnalata nella maggior parte delle regioni italiane e in molti stati europei (dalla Francia alla Georgia), a causa probabilmente del trasporto accidentale di individui di cimice con il movimento di merci e di persone. Per quanto riguarda il Trentino, la cimice è stata segnalata per la prima volta nel 2016 nei dintorni di Trento, dopodiché è stata rilevata in tutte le zone agricole della provincia, in particolare nelle aree meridionali, a sud di Trento e nell'alto Garda (Figura 4). Gli attacchi più importanti sono stati segnalati su melo, pero, pesco, nettarine, actinidia, ma anche su colture erbacee come soia e fagiolo. Numerosissime sono anche le piante ospiti ornamentali e selvatiche con una particolare predilezione per piante di origine asiatica, spesso anch'esse aliene invasive, come *Ailanthus altissima*. I danni sono dovuti all'attività trofica, cioè alle punture di suzione dell'insetto. Nella fase precoce di sviluppo dei frutti i sintomi si manifestano soprattutto come deformazioni, mentre in fase di maturazione i danni consistono in imbrunimenti e necrosi dei tessuti (Figura 3B). Rischi di impatti nega-

Figura 3. *Halyomorpha halys* (Hemiptera Pentatomidae): A) stadi di sviluppo della cimice asiatica; B) mele sezionate per evidenziare il danno provocato dalle punture di alimentazione della cimice; C) volantino utilizzato per pubblicizzare l'iniziativa di citizen science BugMap.



tivi sono stati ipotizzati anche nei confronti di piante selvatiche locali e di insetti autoctoni di cui la cimice asiatica occupa la nicchia ecologica. Data la sua elevata mobilità, l'insetto è in grado infatti di spostarsi rapidamente tra aree selvatiche e coltivate seguendo la disponibilità degli ospiti vegetali. Per questo motivo e anche per via della sua elevata polifagia, la difesa chimica è difficile ed ha mostrato un'efficacia solo parziale. Il metodo di difesa che al momento fornisce i migliori risultati è la protezione degli impianti con reti anti-insetto.

### **Citizen science, il contributo dei cittadini volontari al monitoraggio**

Oltre alle attività informative e di monitoraggio tradizionale, il personale della Fondazione Edmund Mach e dell'Università di Trento ha messo a punto un'applicazione chiamata BugMap (Figura 3C). Si tratta di una

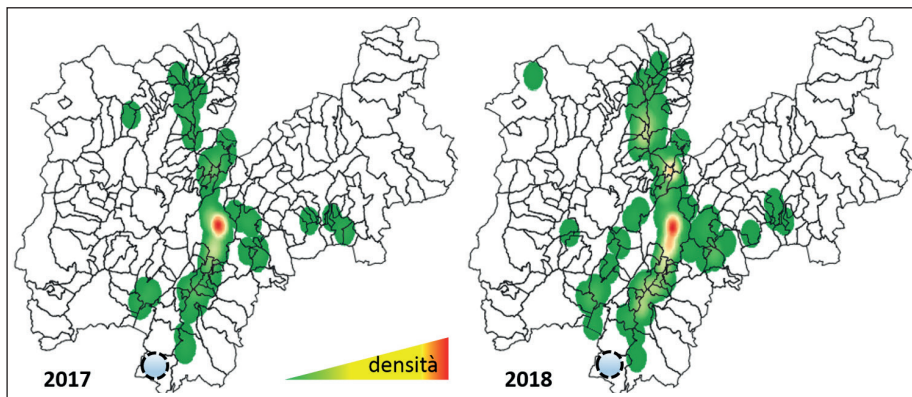


Figura 4. Mappe di diffusione e densità di popolazione della cimice asiatica in Provincia di Trento ottenute tramite monitoraggio tradizionale e BugMap durante il periodo 2017-2018. Il cerchio azzurro indica l'area del Monte Baldo.

app per *smartphone* ed *iPhone* che permette in primo luogo di effettuare segnalazioni in tempo reale, da parte di cittadini e agricoltori, ai tecnici e ricercatori che la gestiscono. BugMap è parte di un programma di *citizen science* che ha tra i suoi scopi lo studio della diffusione dettagliata della cimice asiatica sul territorio provinciale. Accedendo a BugMap è possibile fornire preziose informazioni agli addetti ai lavori, grazie alle quali sarà possibile, tra le altre cose, realizzare mappe di diffusione, di rischio e modelli previsionali con cui supportare la gestione della cimice (Malek et al., 2018; Figura 4). BugMap fornisce una mappa di presenza aggiornata in tempo reale e un'identificazione immediata della cimice asiatica, permettendo la sua discriminazione da altre specie autoctone. Nel solo 2018, BugMap ha raccolto diverse centinaia di segnalazioni da cittadini e agricoltori, potenziando enormemente le azioni di monitoraggio e favorendo l'intervento tempestivo laddove si siano verificati episodi di danno alle colture. In particolare, il contatto tra esperti e cittadini ha permesso in molti casi di evitare equivoci, quali lo scambio di identità con specie inoffensive o utili, e quindi di prendere decisioni sbagliate, soprattutto in campo agrario e ambiente domestico. L'esperienza ottenuta con questo tipo di approccio potrà essere utile in caso di invasione o rischio di invasione da parte di altre specie esotiche e potrà essere utilizzata anche per il monitoraggio di specie rare e di alto valore ecologico in parchi e aree naturali. L'applicazione



è espandibile ad altri organismi ed infatti l'ultima versione permette di segnalare anche la presenza di zanzare tigre invasive, *Aedes albopictus* e *Aedes koreicus*.

### Potenziali nuovi invasori

Gli esempi riportati sopra sono solo i due più recenti ed eclatanti di specie aliene invasive che stanno mettendo a repentaglio l'economia e la biodiversità locale. I cambiamenti climatici espongono i nostri ambienti anche all'arrivo ed alla pullulazione di specie da lungo tempo presenti in Italia ma che non erano considerate adatte al nostro territorio, come la mosca mediterranea della frutta, *Ceratitis capitata*. Altri insetti potenzialmente distruttivi sono già alle porte come *Anoplophora chinensis*, il tarlo asiatico delle latifoglie, e *Popillia japonica*, il Coleottero Scarabeide del Giappone. In tale contesto, il contrasto a queste problematiche non può prescindere dalla tempestiva messa a disposizione di adeguate risorse finanziarie da destinare all'immediato studio del comportamento dei fitofagi e dei loro nemici naturali nel nuovo areale di diffusione e alla ricerca di mezzi di monitoraggio e controllo efficaci ed ecocompatibili anche con il contributo di tutti i cittadini.

### Bibliografia

- Cini A., Ioriatti C. and Anfora G. (2012) A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for Integrated Pest Management. Bulletin of Insectology, 65, 149-160.
- Malek R., Tattoni C., Ciolli M., Corradini S., Andreis D., Ibrahim A., Mazzoni V., Eriksson A. and Anfora G. (2018) Coupling traditional monitoring and citizen science to disentangle the invasion of *Halyomorpha halys*. ISPRS International Journal of Geo-Information, 7:171.
- Rossi Stacconi M. V. R., Grassi A., Ioriatti C. and Anfora G. (2019) Augmentative releases of *Trichopria drosophilae* for the suppression of early season *Drosophila suzukii* populations. BioControl, 64, 9-19.

## Endemismi delle Alpi orientali e biogeografia delle steppe alpine: approfondimenti a partire da tassonomia integrativa ed approcci genomici

Peter Schönswetter

Dipartimento di Botanica, Università degli Studi di Innsbruck, Austria

**Parole chiave:** biogeografia, Alpi orientali, endemismi, tassonomia integrativa, steppe delle Alpi interne

Diversi studi, sia recentemente pubblicati che in fase di completamento, esplorano il “valore” tassonomico degli endemismi presenti nelle Alpi orientali tramite l'applicazione di un'ampia tipologia di metodi sia classici che di genetica molecolare; utilizzano cioè la cosiddetta tassonomia integrativa. Questi studi hanno profondamente messo in discussione le categorie tassonomiche finora utilizzate per alcuni endemismi, quali *Euphorbia austriaca* ed il gruppo *Papaver alpinum*, ma hanno anche portato al riconoscimento di due generi endemici, *Psilathera* e *Sesleriella*. Inoltre, essi hanno gettato le basi per la descrizione di alcune nuove specie, ad esempio *Alyssum neglectum*, *Senecio disjunctus* e *S. noricus*. In sintesi, questi studi mostrano che mancano ancora molti dati sulla biodiversità nelle Alpi, anche in gruppi relativamente noti come le Angiosperme.

Molte ricerche non ancora pubblicate focalizzano la loro attenzione sul biota delle steppe delle regioni alpine interne. Tali steppe extrazonali includono quelle delle Alpi, delle vallate continentali e delle aree ad esse limitrofe, per esempio la Penisola balcanica occidentale, e coprono un'area relativamente limitato. Al contrario, le steppe zonal Euroasiatiche sono vastissime e si estendono dal Bacino pannonic all'Asia centrale orientale. I risultati di un progetto scientifico recentemente concluso respingono fortemente l'ipotesi che gli organismi tipici della steppa abbiano per lo più raggiunto le Alpi e la Penisola balcanica occidentale attraverso un processo di espansione di areale da est ad ovest relativamente recente avvenuto durante i periodi freddi del tardo Pleistocene. Infatti, tali risultati enfatizzano il fatto che, in termini di biodiversità, le steppe extrazonali non sono una mera appendice delle steppe zonal Euroasia-

tiche. In particolare, per cinque delle sei specie studiate, le popolazioni delle steppe extrazonali sono largamente divergenti rispetto a quelle delle steppe zonali. Tale divergenza è in parte così spinta da richiedere addirittura l'introduzione di nuovi taxa endemici europei. I dati respingono anche l'ipotesi che gli andamenti filogeografici degli organismi vegetali ed animali delle steppe siano congruenti tra loro, implicando quindi risposte idiosincratice delle specie alle oscillazioni climatiche piuttosto che spostamenti dell'areale per intere comunità. Infine, per alcune delle specie investigate, l'elevata risoluzione, ottenuta a partire dalle tecniche di scansione del genoma, ha permesso di analizzare lo scambio genetico tra vari habitat di steppe insulari in diverse vallate, suggerendo quindi come le elevate catene montuose non costituiscano barriere alla dispersione. Il fatto che per diverse specie le popolazioni extrazonali di steppe necessitino di essere trattate come entità evolutive separate, indipendenti cioè dalla loro distribuzione zonale, enfatizza fortemente il valore conservazionale e l'unicità delle praterie aride delle Alpi e delle regioni limitrofe. Confidiamo che i risultati ottenuti costituiranno una nuova base per i conservazionisti ed i decisori politici al fine di sostenere per il futuro una conservazione delle steppe extrazonali in Europa basata su evidenze scientifiche.

I primissimi risultati di un progetto di ricerca riguardante la filogeografia comparativa delle specie del sottobosco di faggeto mostrano infine che le foreste di faggio sono sopravvissute all'ultima glaciazione rifugiandosi non solo al limite settentrionale della Penisola balcanica (Slovenia meridionale e Croazia nord-occidentale) ma anche lungo il margine meridionale delle Alpi orientali.





02

## Tipicità e biodiversità baldense nella catena alimentare. Casi e confronti



## Domesticazione locale della vite: il caso dell'Enantio

Maria Stella Grando<sup>1,2</sup> e Francesco Penner<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Agricoltura, Alimenti, Ambiente, Università degli Studi di Trento, San Michele all'Adige (TN)

<sup>2</sup>Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige (TN)

**Parole chiave:** Lambrusco a foglia frastagliata, ancestrali selvatici, confronto genomico, risorse genetiche

### Il vitigno *Enantio* e i suoi vini

*Enantio* è il nome moderno del Lambrusco a foglia frastagliata, una varietà tipicamente coltivata nella valle dell'Adige lungo il lato est del Monte Baldo e in particolare a ridosso del confine tra il Trentino e il Veneto nei comuni di Avio, Brentino Belluno e Dolcè.

I dati produttivi storici mostrano come la coltivazione di questo vitigno fosse particolarmente diffusa alla fine dell'Ottocento, raggiungendo la massima espansione - oltre 200.000 quintali - nel primo Novecento per calare drasticamente a partire dagli anni Ottanta, fino a ridursi alle attuali poche migliaia di quintali.

L'introduzione delle malattie fungine peronospora e oidio, ma soprattutto della temuta fillossera dall'America aveva ridotto la produzione di vini in molte aree europee, favorendo il commercio di altre, tra cui proprio la Bassa Vallagarina e la Val d'Adige che potevano contare anche sulla presenza delle prime ferrovie per trasportare con facilità i prodotti a grandi distanze. Se la rusticità del Lambrusco a foglia frastagliata e la comparsa tardiva dei primi focolai di fillossera avevano in un certo senso favorito l'affermazione commerciale del vitigno, l'avvio della prima guerra mondiale segna invece l'abbandono di molti vigneti o la loro distruzione a causa del conflitto. Ancora oggi comunque è possibile incontrare ceppi o addirittura porzioni di vigneto ultracentenari franchi di piede, ovvero senza il portainnesto, testimoni di impianti precedenti all'epoca della fillossera (Figura 1).

Il vitigno, tendenzialmente generoso e dotato di una discreta resilienza



Figura 1. Vecchi ceppi di Lambrusco a foglia frastagliata in un vigneto di Ossengo. L'assenza di portinnesto è stata confermata dalle analisi genetiche.

alle principali avversità, è sempre stato apprezzato dai viticoltori. Le sue caratteristiche morfologiche (ampelografiche) e le significative differenze dei vini prodotti distinguono bene il Lambrusco a foglia frastagliata dai vari lambruschi di area padana, tanto da indebolire l'ipotesi di un'introduzione della varietà da altre zone, magari in epoca remota. Tuttavia negli anni più recenti è stata considerata l'idea di un nome varietale alternativo, per differenziare definitivamente il Lambrusco a foglia frastagliata dai vitigni omonimi. La scelta del termine *Enantio* deriva dalla citazione che Plinio il Vecchio fa riferendosi alla produzione locale del *vinum oenantium* che si otteneva aggiungendo fiori maschili appassiti della vite *labrusca* ricchi di nettari profumati, al fine di conferire un aroma particolare al prodotto.

La varietà, a bacca rossa, ha una maturazione medio tardiva e offre vini di colore rosso rubino con note speziate e vegetali, tannici, aciduli e di buon

corpo. Proprio per le caratteristiche di tannicità e longevità veniva impiegata in taglio con altre varietà più aromatiche e fresche al fine di realizzare vini complessi o semplicemente migliori. Nella moderna versione in purezza, i vini di *Enantio* necessitano di un affinamento, preferibilmente in legno anche di grandi dimensioni, per arrotondare e ammorbidire il temperamento indomito e far evolvere le tipiche note speziate e vegetali in raffinati sentori di liquirizia, pepe, cuoio e confettura che si ritrovano anche dopo lunghi tempi di conservazione in bottiglia. Dopo la prima DOC Casteller nel 1974, la DOC Valdadige dell'anno successivo e la registrazione dell'unico clone omologato nel 1992, è del 2006 la nascita della DOC Terra dei Forti nella quale il prodotto viene proposto da vinificazioni in purezza in due tipologie *Enantio*, con minimo 10 mesi di affinamento, e nella versione riserva che si fregia di almeno 36 mesi di maturazione.

### Domesticazione della vite europea e vitigni locali

Le analisi genomiche forniscono varie evidenze che la vite coltivata sia derivata per domesticazione dalla *Vitis vinifera ssp. sylvestris*, l'unica specie del genere *Vitis* spontanea in Eurasia. La forma selvatica, perenne e rampicante, sopravvive oggi nell'ambiente naturale confinata in popolazioni e areali ristretti che, in assenza di interventi di conservazione, la condannano all'estinzione.

I segni archeologici della produzione di vino più antichi collocano la domesticazione della vite nel sud del Caucaso, tra il mar Caspio e il Mar Nero circa 6-8.000 anni fa. Studi genomico-evolutivi suggeriscono inoltre che la nascita della viticoltura sia stata preceduta da un periodo di pre-domesticazione durato forse 20.000 anni (Zhou et al., 2017). A partire dal centro di origine caucasico, la coltivazione si sarebbe diffusa inizialmente verso sud nella parte ovest della Mezzaluna Fertile, la valle del Giordano e l'Egitto fino a raggiungere l'Europa Occidentale solo nel primo millennio A.C. Altre indicazioni aggiungono che la coltura della vite, presente in Afghanistan e nelle oasi dell'Asia centrale attorno al IV secolo a.C., sia migrata anche verso Oriente, stabilendosi in Cina due secoli più tardi.

La vite domestica si differenzia dalla vite selvatica per le maggiori dimensioni del grappolo e dell'acino il quale presenta anche un più elevato contenuto zuccherino. Si distingue inoltre per la diversa forma dei vinaccioli che per questa ragione rappresentano un importante indicatore nella



classificazione dei resti archeologici di uva. Il cambiamento della morfologia dei semi è considerato una conseguenza della mutazione del sistema riproduttivo. La vite selvatica infatti è obbligata all'incrocio, presentando piante con fiori maschili distinte dalle piante a fiori femminili che fruttificano, mentre la vite domestica possiede infiorescenze ermafrodite capaci di sviluppare l'uva per autofecondazione.

Alcune indagini suggeriscono che siano avvenuti fenomeni secondari di domesticazione, in base all'osservazione che molti vitigni dell'Europa Occidentale condividono con le *sylvestris* locali l'aplotipo plastidiale A non osservato invece nei vitigni e nelle viti selvatiche del Vicino e Medio Oriente (Arroyo-García et al., 2006).

Mentre non si esclude che una diretta relazione genetica tra viti selvatiche e viti coltivate possa essere all'origine di alcuni vitigni, gli esempi finora riportati sono rari (Grassi et al., 2003) e difficili da dimostrare a causa del possibile flusso genico tra i compartimenti coltivato e selvatico. Le viti che attualmente si ritrovano negli habitat naturali possono infatti essere veramente selvatiche oppure forme ferali di vitigni o di portainnesti scappati dalla coltivazione, come pure frutto di incroci fra queste varie tipologie di piante.

Una possibile relazione del Lambrusco a foglia frastagliata con le viti selvatiche è sostenuta da tempo sulla base delle caratteristiche di rusticità del vitigno, l'etimologia del nome e i citati racconti di Plinio sui vini enantini. Grazie all'interesse cresciuto attorno a questa ipotesi, vari esemplari di presunta *V. vinifera* ssp. *sylvestris* sono stati individuati nelle pendici del Monte Baldo e introdotti in collezione *ex situ* circa 30 anni fa su impulso del Prof. Attilio Scienza (Anzani et al., 1993). Le viti rimaste nei boschi di ritrovamento non sono state particolarmente protette e mancando di georeferenziazione risultano ora accessibili solo in pochi casi benché nuove segnalazioni siano pervenute.

Un primo interessante segnale di vicinanza genetica del Lambrusco a foglia frastagliata con le viti selvatiche è emerso da un confronto genotipico comprendente un migliaio tra varietà coltivate (*V. v.* ssp. *sativa*) e individui di *V. v.* ssp. *sylvestris*: il Lambrusco a foglia frastagliata e il Lambrusco di Sorbara (una delle poche varietà a fiori non ermafroditi) sono stati gli unici vitigni a essere raggruppati con le viti selvatiche (Emanuelli et al., 2013). L'approfondimento del risultato ha evidenziato che un'accessione di *sylvestris* proveniente dai boschi del Baldo in effetti condivide con il Lambrusco a foglia frastagliata un allele a quasi tutti i loci analizzati



Figura 2. Piccola popolazione di *Vitis v. ssp. sylvestris* presente nei boschi del Monte Baldo

per stabilire parentele di 1° grado all'interno del germoplasma considerato. La genotipizzazione di alcuni individui di vite selvatica recentemente ritrovati nella Valle Aviana (TN) ha infine permesso di confermare, sulla base dell'elevata similarità genetica, la popolazione di origine della *sylvestris* imparentata con il Lambrusco a foglia frastagliata (Figura 2).

Un sicuro legame genetico diretto è stato dimostrato tra il Lambrusco a foglia frastagliata e la Negrara trentina (Grando et al., 2006) come pure tra il Lambrusco a foglia frastagliata e un Lambrusco recentemente recuperato in Vallagarina. Anche queste osservazioni vanno in favore di una antica e radicata presenza del Lambrusco a foglia frastagliata nella zona di attuale coltivazione del vitigno.

### Uno studio genomico delle viti selvatiche

Confrontando il genoma degli ancestrali selvatici e delle varietà moderne, si possono ricavare informazioni utili a ricostruire i tempi e perfino i luoghi del processo di domesticazione delle piante agrarie. Quello che può interessare più direttamente la viticoltura attuale è la possibilità di riconoscere, attraverso tali indagini, i geni responsabili dei cosiddetti tratti di domesticazione che di fatto sono anche i target del miglioramento

genetico moderno per la qualità dell'uva. Tali geni possono essere per esempio individuati all'interno di regioni genomiche le cui sequenze nucleotidiche risultino più uniformi nelle piante domesticate rispetto alle selvatiche.

Nella vite si può ipotizzare che l'attenzione del proto-viticoltoe sia stata rivolta nel tempo alle qualità nutritive ed agricole della pianta, a scapito di altre caratteristiche non facilmente selezionabili, come per esempio la tolleranza a stress improvvisi, che comunque sono rimaste presenti nelle popolazioni naturali. Una volta generati i vitigni inoltre, la propagazione vegetativa ha immortalato le caratteristiche genetiche della vite domestica, impedendole quell'evoluzione naturale che nelle piante selvatiche riprodotte sessualmente ha invece permesso un certo adattamento alle mutate condizioni ambientali.

Una ricerca sulle tracce lasciate dalla selezione-domesticazione nel genoma della vite è stata condotta analizzando accessioni di germoplasma selvatico e coltivato (Marrano et al., 2017; 2018). Il genoma di vitigni rappresentativi della diversità coltivata e il genoma di individui di vite *sylvestris* raccolti in passato da popolazioni selvatiche sono stati parzialmente risequenziati e confrontati a livello di circa 54.000 SNP (Polimorfismi di Singolo Nucleotide). Differenze significative nella frequenza di questi SNP tra il gruppo di piante selvatiche e di quelle coltivate sono state trovate in 2032 geni sui circa 30.000 che compongono il genoma della specie. Per molti di questi geni (circa 1700) è possibile ipotizzare una funzione ed è stato quindi interessante notare come le funzioni riconducibili per esempio al metabolismo dell'azoto e dei carboidrati mostrino segni di selezione nelle viti domestiche, mentre le viti selvatiche si differenziano per funzioni legate a percezione, risposta ed adattamento agli stimoli ambientali. Quest'ultima osservazione si aggiunge a quanto sta emergendo da altri studi europei sulla tolleranza della vite *sylvestris* a differenti condizioni di stress - come la siccità, le alte temperature e gli attacchi di patogeni - indicando l'opportunità di conservare e considerare maggiormente le viti selvatiche come fonte di risorse genetiche per il cosiddetto *resilience breeding*, un approccio di miglioramento genetico delle piante agrarie volto a reintrodurre nelle varietà coltivate la capacità di reagire agli stress presente in piante non domesticate o semi-domestiche della stessa specie. Caratteristiche che forse il Lambrusco a foglia frastagliata in parte già possiede in virtù della sua peculiare origine.

Lo studio genomico conferma che la domesticazione della vite ha in-

teressato principalmente gli aspetti del frutto che oggi troviamo molto variegati nei numerosi vitigni, ma nel contempo ha selezionato piante sempre più dipendenti dalle pratiche agricole. La riscoperta di geni o varianti geniche che non hanno potuto essere oggetto delle scelte operate dall'uomo, ma che sono stati utili alla pianta selvatica per sopravvivere nell'ambiente naturale, può quindi contribuire a restituire sostenibilità a una viticoltura che deve fronteggiare gli effetti del cambiamento climatico.

### Ringraziamenti

Si ringraziano Silvia Lorenzi, Maria Lucia Prazzoli e Tiziano Tomasi (FEM) per le analisi genetiche e il recupero delle viti selvatiche, e Giorgio Rudari e Davide Creazzi per la segnalazione dei materiali nei boschi del Monte Baldo. Il lavoro è stato svolto con il contributo dell'Azienda Agricola Albino Armani (Dolcé, VR) e della Confraternita della Vite e del Vino del Trentino.

### Bibliografia

- Anzani R., Failla O., Scienza A. e De Micheli L. (1993) Individuazione e conservazione del germoplasma di viti selvatica (*Vitis vinifera silvestris*) in Italia. *Vignevisini*, 6, 51-60.
- Arroyo-García R., Ruiz Garcia L., Bolling L., et alii (2006) Multiple origin of cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *sativa*) based on chloroplast DNA polymorphism. *Molecular Ecology*, 15, 3707-3714.
- Emanuelli F., Lorenzi S., Grzeskowiak L., Catalano V., Stefanini M., Troggio M., Myles S., Martinez-Zapater J. M., Zyprian E., Moreira F. M. and Grandó M. S. (2013) Genetic diversity and population structure assessed by SSR and SNP markers in a large germplasm collection of grape. *BMC Plant Biology*, 13:39.
- Grandó M. S., Stefanini M., Zambanini J. e Vouillamoz J. (2006) Identità e relazioni genetiche dei vitigni autoctoni trentini. *Terra Trentina* 52, 24-27.
- Grassi F., Labra M., Imazio S., Spada A., Sgorbati S., Scienza A. and Sala F. (2003) Evidence of a secondary grapevine domestication centre

detected by SSR analysis. *Theoretical and Applied Genetics*, 107, 1315-1320.

- Marrano A., Birolo G., Prazzoli M. L., Lorenzi S., Valle G. and Grando M. S. (2017) SNP-Discovery by RAD-Sequencing in a Germplasm Collection of Wild and Cultivated Grapevines (*V. vinifera* L). *PLOS ONE*, 12:e0170655.
- Marrano A., Micheletti D., Lorenzi S., Neale D. and Grando M. S. (2018) Genomic signature of different adaptation to environmental stimuli between wild and cultivated *Vitis vinifera* L. *Horticulture Research*, 5:34.
- Zhou Y., Massonnet M., Sanjak J. S., Cantu D. and Gaut B. S. (2017) Evolutionary genomics of grape (*Vitis vinifera* ssp. *vinifera*) domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114, 11715-11720.

## Tanti batteri tanti formaggi. Biodiversità microbica nel latte e nei formaggi tipici trentini

*Elena Franciosi, Ilaria Carafa, Andrea Mancini e Kieran Tuohy*

Centro Ricerca e Innovazione, Dipartimento di Qualità Alimentare e Nutrizione, Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige (TN)

**Parole chiave:** biodiversità, microbiota, latte, formaggio, salute

### La Biodiversità microbica nei prodotti caseari

Le produzioni casearie sono un settore importante dell'economia Trentina, ed in particolare i formaggi da latte crudo, tra cui spicca il Trentingrana e che comprendono altre produzioni tradizionali-artigianali come il Puzzone DOP e i vari formaggi nostrani e di malga. Il punto di forza dei formaggi a latte crudo è la linea produttiva artigianale-tradizionale lontana dalla standardizzazione del formaggio industriale e che il consumatore associa all'idea di ricchezza di odori ed aromi non ritrovabili in un formaggio prodotto con procedure standardizzate. Nelle produzioni a latte crudo, il latte infatti non viene pastorizzato e non vengono aggiunti batteri commerciali e quindi i batteri indigeni del latte, durante la coagulazione delle caseine ad opera del caglio, rimangono intrappolati, come in una rete, nella matrice di coagulazione formata principalmente da caseine e grasso, che poi andrà a costituire il formaggio stesso.

I batteri del latte hanno quindi un ruolo fondamentale durante la produzione di formaggi a latte crudo perché arrivando vivi e vitali nella cagliata, provvedono all'acidificazione della pasta casearia nelle prime 24 ore proteggendo il formaggio dallo sviluppo di eventuali batteri patogeni indesiderati e favorendo tecnologicamente lo spurgo del siero dalla cagliata. Inoltre, durante la stagionatura riescono ad esprimere il loro potenziale che si traduce in un insieme di aromi che vanno a caratterizzare il prodotto finale.

Presso il centro ricerca della Fondazione Edmund Mach, al Dipartimento di Qualità Alimentare e Nutrizione, sono attive da ormai 15 anni nu-

merose ricerche in ambito di microbiologia casearia e nel corso di questi studi abbiamo isolato e raccolto più di 3000 batteri dal latte e dai formaggi tradizionali trentini. Abbiamo constatato che c'è un'alta biodiversità di specie batteriche non paragonabile con altri formaggi da latte pastorizzato, inoltre abbiamo visto che ognuno di questi batteri è capace di produrre aromi diversi e in diversa quantità durante la stagionatura ed è proprio il consorzio microbico che si viene a instaurare durante la stagionatura a rendere ogni formaggio a latte crudo un *unicum* irripetibile.

Come esempio della alta biodiversità microbica presente nei formaggi trentini basti pensare che esistono batteri appartenenti alla stessa specie capaci di esplicare funzioni molto diverse in base alle zone del formaggio in cui crescono e si sviluppano. Questo è l'esempio di alcuni batteri di *Lactobacillus rhamnosus* che abbiamo isolato da zone diverse della stessa forma di Trentingrana: tutti batteri appartenenti alla stessa specie ma che presentavano comportamenti fenotipici molto diversi (Monfredini et al., 2012).

### Il Formaggio di malga e il progetto FERMALGA

La tipologia di formaggio emblema di tradizione, tipicità e biodiversità è il formaggio di malga. Il formaggio di malga viene prodotto durante la stagione dell'alpeggio, da latte crudo di bovine al pascolo, in malghe che sono come delle aziende agricole temporanee aperte solo tra metà giugno e metà settembre. Le malghe "da formaggio" del Trentino sono circa 80 e ognuna mantiene una propria identità riconoscibile nel formaggio che presenta caratteristiche organolettiche peculiari della malga e diverse fra le malghe in relazione alla malga di provenienza (altitudine, tipologia di terreno, vegetazione pascoliva), alle competenze del casaro e alla biodiversità della microflora del latte che poi si traduce in una biodiversità agroalimentare e che rappresenta una grande ricchezza storico-culturale ed una risorsa economica importante per le realtà locali.

Presso i nostri laboratori abbiamo condotto parecchi studi di caratterizzazione della biodiversità microbica presente in latte e formaggio di malga. Un esempio è il progetto FERMALGA partito nel 2011 e finanziato dalla Camera di Commercio di Trento, che aveva come scopo la valo-

rizzazione e la tutela delle produzioni di malga cercando di contrastare le problematiche derivanti dalle modalità di lavorazione artigianali che se da un lato sono alla base di produzioni eccellenti, hanno come rovescio della medaglia la possibile insorgenza di una certa difettosità e di una notevole variabilità del prodotto non apprezzata dall'acquirente finale. Il progetto si proponeva pertanto l'obiettivo di caratterizzare e selezionare pool microbici isolati a partire dalla microflora spontanea proveniente dall'areale di produzione. La finalità ultima era quella di fornire ai casari di malga i loro stessi batteri di ritorno fra quelli selezionati per essere più adatti a guidare la fermentazione senza appiattare la produzione e quindi permettendo il mantenimento della tipicità del formaggio. Da questo progetto abbiamo ottenuto più di 800 isolati batterici che sono stati raggruppati in specie e caratterizzati per le loro capacità organolettiche. Questi isolati hanno mostrato un'alta biodiversità in specie e ancora di più in capacità di produrre aromi (Carafa et al., 2016).

### Latte di malga e progetto TrentinCLA

TrentinCLA è un altro progetto partito nel 2016 che ci ha portato a comprendere maggiormente la biodiversità microbica del latte di malga e da dove provenga. La concentrazione di CLA (acido linoleico coniugato) nel latte e nei suoi derivati è strettamente correlata alla composizione microbica e lipidica del ruminante, ed aumenta in seguito alle variazioni del regime alimentare animale, che avvengono abitualmente durante l'alpeggio.

Questo incremento in CLA può trasferirsi nel latte e nei prodotti caseari derivati che risultano così arricchiti in CLA. Sarebbe di immediata utilità riuscire a capire cosa influisca sull'incremento dei CLA nel latte, e uno degli obiettivi del progetto TrentinCLA, co-finanziato dalla Caritro di Trento, era proprio la valutazione di come l'alimentazione di bovine da latte in alpeggio possa impattare sul microbiota e sulla qualità del latte e formaggio. Il piano sperimentale prevedeva l'analisi del latte proveniente da 12 bovine *Brown Swiss*, allevate in stalla a stabulazione libera, divise in due gruppi: il primo gruppo è stato trasferito da giugno a settembre 2017 in Malga mentre il secondo è rimasto nella stalla permanente a valle.



Ogni mese, per 5 mesi consecutivi (prima, durante e dopo l'alpeggio) sono stati prelevati campioni di latte. I campioni sono stati processati per le conte microbiche, isolamenti batterici ed estrazione totale del DNA. Circa 200 isolati da latte sono stati identificati a livello di specie ed è stata fatta un'analisi metagenomica di nuova generazione su tutti i campioni (MiSeq Illumina). Da questo progetto abbiamo trovato che i campioni di latte in alpeggio presentavano sempre un numero di batteri significativamente più alto quando le bovine erano stabulate a valle (circa 102.000 ufc/ml, contro 3.200 ufc/ml a valle; ufc, unità formanti colonia), ed indagando diverse tipologie di batteri (batteri lattici, propionibatteri e bifidobatteri) si è notato che i campioni raccolti dalle bovine a valle mostravano sempre un numero di batteri anche 100 volte inferiori rispetto ai campioni di latte di malga. Per capire a che specie appartenessero i batteri presenti nei campioni di latte, si è proceduto all'identificazione genotipica tramite sequenziamento del gene per RNA ribosomale 16S.

Ne è emerso un quadro dell'ecologia microbica del latte fortemente e positivamente influenzato dall'alpeggio (Figura 1). Infatti, si è visto che durante l'alpeggio (colonna ALP in Figura 1) il latte era caratterizzato da una flora costituita per il 25% da *Lactococcus lactis* e 19% da *Lactobacillus paracasei* che sono entrambe specie desiderate per le loro buone proprietà tecnologiche casearie. Un restante 25% era costituito da *Bifidobacterium crudilactis* e *Acidipropionibacterium jensenii* che potrebbero avere interessanti proprietà salutistiche, tra cui la capacità di produrre CLA. Quando le bovine si trovavano in stalla (colonna PF in Figura 1), la flora microbica del latte era costituita per il 36% da *Enterococcus faecalis* che è un battere lattico non desiderato in quanto può veicolare resistenze agli antibiotici; la carica di *Lactococcus lactis* e *Lactobacillus paracasei*, dominanti durante l'alpeggio e molto desiderate, diminuiva drasticamente al 12% e 7%. Le specie *Acidipropionibacterium jensenii* e *Bifidobacterium crudilactis* non venivano più ritrovate mentre compariva *Staphylococcus aureus* al 10% che è uno degli agenti causanti mastite. Questi dati sono stati confermati da analisi di *Next Generation Sequencing* (NGS). Inoltre, abbiamo osservato che poche settimane dopo la fine della transumanza, la popolazione microbica del latte è tornato ad essere simile ai campioni di latte di valle, confermando l'ipotesi che sia proprio il pascolo e l'alpeggio ad influenzare fortemente il microbiota del latte e la sua biodiversità.

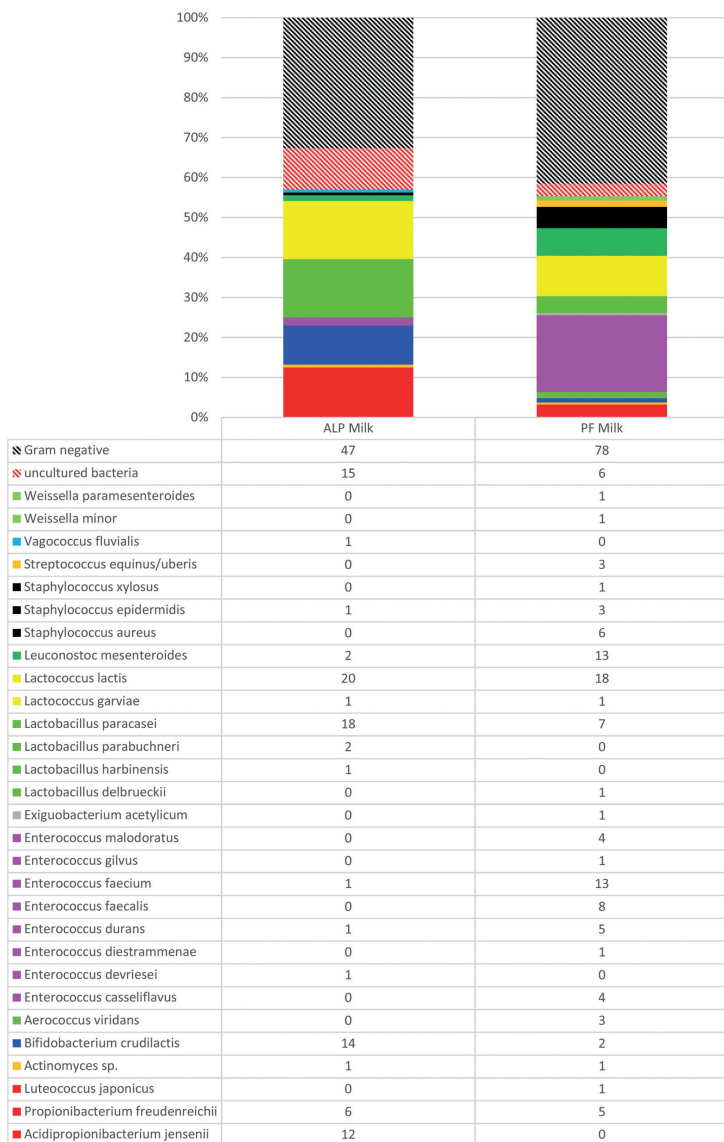


Figura 1. Distribuzione dei gruppi microbici fra gli isolati da latte di alpeggio in malga (colonna di sinistra, ALP) e di stalla (colonna di destra, PF) secondo la legenda sotto esposta, dove ogni numero corrisponde al numero di isolati batterici appartenenti alla specie indicata.

## Batteri e biodiversità che fa bene

I batteri isolati dal latte e dai formaggi trentini non sono solo in grado di fare un buon formaggio dal punto di vista organolettico. Abbiamo cominciato a studiare questi batteri anche per le loro attività salutistiche e con nostra sorpresa abbiamo visto che parecchi di questi batteri possono avere rilevante importanza per la nostra salute. Infatti abbiamo trovato molti batteri isolati da formaggi tipici che possono produrre GABA (acido gamma-amminobutirrico), CLA o che possono collaborare al ripristino/mantenimento di una buona funzionalità intestinale. Abbiamo isolato più di 1100 batteri diversi da formaggi trentini tradizionali e tra tutti questi abbiamo trovato un ceppo di *Lactobacillus brevis* capace di produrre alte quantità di GABA (Franciosi et al., 2015; Carafa et al., 2015). Il GABA è un neurotrasmettitore con molte attività benefiche per la salute umana in quanto è un calmante, aiuta a dormire, riduce gli stati di ansia e i mal di testa provocati da sovra-eccitamento; inoltre aiuta il sistema gastrointestinale e può collaborare anche all'abbassamento della pressione sanguigna nelle persone ipertese. Abbiamo trovato numerosi ceppi di lattobacilli, soprattutto nei formaggi tradizionali stagionati, tra cui *Lactobacillus paracasei* e *Lactobacillus rhamnosus* che sono specie particolarmente indicate per contrastare problemi intestinali che possono insorgere durante e dopo terapie antibiotiche e collaborano per mantenere un equilibrio positivo all'interno della flora microbica intestinale inibendo l'attecchimento di batteri "patogeni". Infine abbiamo trovato, soprattutto nel latte di malga, parecchi ceppi di *Bifidobacterium crudilactis* che hanno diverse proprietà salutistiche tra cui la capacità di alleviare il gonfiore, i crampi e il dolore addominale, l'infiammazione intestinale, la colite ulcerosa e la sindrome da stanchezza cronica; inoltre i bifidobatteri collaborano alla riduzione dell'indice di massa corporea e del colesterolo nel sangue nelle persone afflitte dalla sindrome metabolica ed apportano benefici anche al cervello.

Per non lasciare inutilizzati questi ceppi batterici, con le loro benefiche potenzialità, stiamo lavorando per mettere a punto delle formaggelle addizionate con questi ceppi. Tramite delle prove di simulazione della digestione umana, abbiamo già visto come la matrice casearia sia la più idonea per veicolare questi ceppi integri e in grandi quantità, all'intestino umano dove possono svolgere le loro attività. Abbiamo anche già potuto constatare che formaggelle addizionate con *Lactobacillus brevis* conten-

gono più GABA rispetto a formaggelle senza questo battere (Carafa et al., 2019). La ricerca sta continuando per ottenere delle formaggelle addizionate sia di *bifidobatteri* che di *Lactobacillus brevis* che possano quindi essere buone e fare bene.

Ad oggi stiamo lavorando ancora molto per indagare la biodiversità batterica contenuta nel nostro latte e nei nostri formaggi e per comprendere le loro potenzialità. Abbiamo notato che solo nei prodotti più “selvaggi” dove l’impatto industriale è minimo, si può trovare un a ricca biodiversità in specie e ceppi microbici capaci di dare note organolettiche uniche ai prodotti caseari nostrani e in tuta questa biodiversità si celano anche pezzi rarissimi che possiedono interessanti attività salutistiche. Per questo abbiamo in corso altri lavori di studio sul microbiota del latte e del formaggio.

Un lavoro prevede di studiare le variazioni del microbiota del latte in relazione con i sistemi di allevamento, il genoma della bovina da latte e le condizioni di stress dell’animale. Un altro studio in corso prevede l’isolamento di batteri dal siero di produzione del Trentingrana per vedere quanta biodiversità si celi all’interno di questo prodotto DOP Trentino da latte crudo.

## Bibliografia

- Carafa I., Nardin T., Larcher R., Viola R., Tuohy K. and Franciosi E. (2015) Identification and characterization of wild lactobacilli and pediococci from spontaneously fermented Mountain Cheese. *Food Microbiology*, 48, 123-132.
- Carafa I., Clementi F., Tuohy K. and Franciosi E. (2016) Microbial evolution of traditional mountain cheese and characterization of early fermentation cocci for selection of autochthonous dairy starter strains. *Food Microbiology*, 53, 94-103.
- Carafa I., Stocco G., Nardin T., Larcher R., Bittante G., Tuohy K. and Franciosi E. (2019) Production of Naturally  $\gamma$ -Aminobutyric Acid-Enriched Cheese Using the Dairy Strains *Streptococcus thermophilus* 84C and *Lactobacillus brevis* DSM 32386. *Frontiers in Microbiology*, 10:93.
- Franciosi E., Carafa I., Nardin T., Schiavon S., Poznanski E., Cavazza A.,

- Larcher R. and Touhy K. M. (2015) Biodiversity and  $\gamma$ -Aminobutyric Acid Production by Lactic Acid Bacteria Isolated from Traditional Alpine Raw Cow's Milk Cheeses. *BioMed Research International*, 625740.
- Monfredini L., Settanni L., Poznanski E., Cavazza A. and Franciosi, E. (2012) The spatial distribution of bacteria in Grana cheese during ripening. *Systematic and Applied Microbiology*, 35, 54-63.

## Identità dei formaggi tradizionali: sicurezza igienica e preservazione della tipicità

Luca Settanni

Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo

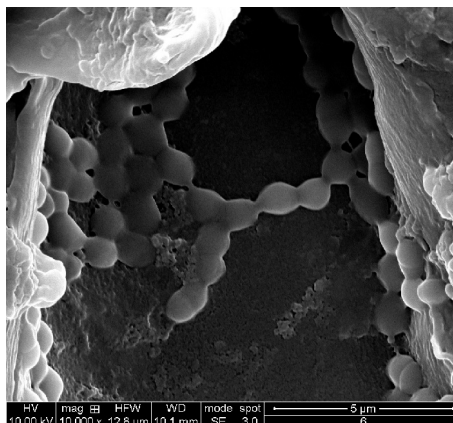
**Parole chiave:** biofilm, batteri lattici, formaggi tradizionali, latte crudo, sicurezza

Negli ultimi anni, si sta registrando una sempre maggiore richiesta di alimenti tradizionali, principalmente in relazione all'immagine "naturale" percepita dal consumatore; questo fenomeno pone una contraddizione per il sistema di produzione alimentare. Se è vero che le innovazioni delle tecnologie di trasformazione delle materie prime hanno determinato l'aumento della *shelf-life* e la riduzione dei rischi connessi al consumo di molti alimenti, è anche vero che molti alimenti hanno perso la loro identità derivante non solo dalle materie prime, ma anche dal processo applicato durante la trasformazione (Settanni and Moschetti, 2014).

La produzione di molti formaggi tipici in diversi paesi europei, soprattutto in Italia e Francia, è rimasta pressoché invariata nel corso dei secoli. Alcune produzioni tipiche sono ancora effettuate con il latte crudo coagulato in tini o vasche di legno (Figura 1) e questa tradizione è particolarmente diffusa in Francia e nell'Italia meridionale (Cruciata et al., 2019). Tali contenitori in legno prendono il nome di "*gerles*" (in francese) o "*tine*" (in sud Italia) il cui uso in caseificazione è possibile grazie al regolamento EC No 2074/2005 che deroga dall'applicazione del Regolamento EC No 852/2004 per gli alimenti con caratteristiche tradizionali "in relazione al tipo di materiale utilizzato per la fabbricazione delle attrezzature impiegate per la preparazione, imballaggio e confezionamento". La maggior parte di queste produzioni a latte crudo prevede l'aggiunta di caglio di agnello o capretto in pasta senza l'aggiunta di microrganismi starter esogeni (Di Grigoli et al., 2015). Pertanto, i microrganismi responsabili del processo di fermentazione e maturazione sono quelli endogeni (e indigeni) delle materie prime e/o soprattutto dei biofilm microbici associati alle superfici dei tini in legno (Figura 2). Un biofilm è un aggregato di



*Figura 1. Tino di legno impiegato in Sicilia per la produzione di formaggi tradizionali (da Cruciata et al., 2019).*



*Figura 2. Fotografia al microscopio elettronico a scansione di un biofilm associato alla superficie di un tino di legno impiegato in caseificazione (da Cruciata et al., 2018).*

microrganismi in cui le cellule sono incastrate in una matrice polimerica extracellulare auto-prodotta (di natura esopolisaccaridica), aderendo l'un l'altra e a una superficie solida (Vert et al., 2012).

I microrganismi associati alle produzioni artigianali ottenute senza l'aggiunta di colture starter si possono considerare autoctoni. Tali agenti fermentativi sono adattati all'areale di produzione, alle materie prime locali e ai protocolli di trasformazione, per questo motivo la combinazione dei fattori ambientali con la tecnologia di produzione e il substrato di crescita rappresentato dal latte permette l'ottenimento di prodotti con caratteristiche uniche che non si possono riprodurre altrove (Settanni and Moschetti, 2014). In questo contesto, l'utilizzo del tino in legno, le cui superfici favoriscono la formazione dei biofilm microbici, contribuisce fortemente alla tipicità dei prodotti finiti (Didienne et al., 2012; Licitra et al., 2007; Lortal et al., 2009; Scatassa et al., 2015) e, dunque, ricopre un ruolo fondamentale durante la caseificazione. Tale processo è possibile grazie ai batteri lattici, i quali costituiscono un gruppo molto eterogeneo di batteri che condividono diverse caratteristiche fenotipiche, prima tra tutte la capacità di produrre acido lattico dagli zuccheri, caratteristica da cui deriva il loro nome, mediante un metabolismo che può essere omofermentante o eterofermentante (Salminen and von Wright, 1998). Essi giocano

un duplice ruolo durante la produzione dei formaggi, in quanto alcune specie agiscono da starter determinando la produzione di grandi quantità di acido lattico e il rapido abbassamento del pH delle cagliate, mentre altre specie, latenti durante la fase di acidificazione e indicate come non starter, sono attive durante la fase di maturazione determinando la trasformazione della cagliata acida in formaggio (Settanni and Moschetti, 2010).

Al fine di verificare la presenza di specie di batteri idonee alla caseificazione e condurre un'indagine sulle caratteristiche igieniche dei tini utilizzati per la produzione di vari formaggi artigianali, vari ricercatori (Didienne et al., 2012; Licitra et al., 2007; Lortal et al., 2009; Scatassa et al., 2015) hanno focalizzato l'attenzione non solo sui batteri lattici, ma anche sui microrganismi indesiderati, in quanto alterativi (anti-caseari) e/o patogeni per il consumatore (Lortal et al., 2009; Settanni et al., 2012; Scatassa et al., 2015). In questi lavori, i livelli dei batteri lattici oscillavano tra  $10^3$  e  $10^6$  UCF/cm<sup>2</sup>, *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes* erano totalmente assenti, gli stafilococchi coagulasi positivi si attestavano sotto il limite di rilevabilità e la presenza di *Escherichia coli* era limitata ad alcuni tini soltanto. I batteri lattici dei biofilm dei tini erano in grado di inoculare i lattici di massa a livelli consistenti perfino dopo solo 5 minuti di contatto (Didienne et al., 2012), influenzando le caratteristiche aromatiche dei formaggi (Carpino et al., 2017; Guarrasi et al., 2017). Pertanto, i tini di legno agiscono come fonte di batteri lattici per l'inoculo del latte da trasformare. In generale, i batteri lattici riscontrati nei biofilm associati alle superfici dei tini di legno includono enterococchi, diverse specie di *Lactobacillus* sia starter che non starter, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus acidilactici* e *Streptococcus thermophilus*. Pertanto si tratta di specie in grado di influenzare i formaggi durante tutte le fasi produttive (Cruciata et al., 2018; Di Grigoli et al., 2015; Gaglio et al., 2016; Settanni et al., 2012).

Basandosi su questi risultati, il gruppo di ricerca del Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali dell'Università degli Studi di Palermo ha utilizzato il tino di legno come sistema per l'inoculo indiretto di un gruppo di ceppi di *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* previo sviluppo di un biofilm *ad hoc* sulla superficie interna di tini in legno vergini. L'applicazione è stata effettuata durante la produzione di un formaggio a pasta filata a latte crudo di pecora tipologia Vastedda (Gaglio et al., 2016). Nel lavoro è stato chiaramente dimostrato che i biofilm neoformati erano in grado di



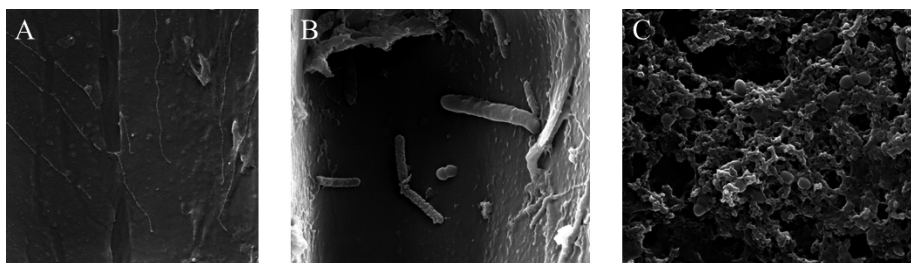


Figura 3. Fotografie al microscopio elettronico a scansione delle scaglie di legno prelevate dai tini di legno. A, tino vergine prima del contatto con il siero; B, tino controllo dopo 24 h di contatto con siero non inoculato; C, tino sperimentale dopo 24 h di contatto con i ceppi selezionati di *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* in coltura mista (da Gaglio et al., 2016).

ridurre la variabilità microbiologica dei formaggi nelle varie repliche delle produzioni determinando anche una stabilizzazione delle caratteristiche sensoriali finali dei formaggi. Tale lavoro ha anche messo in evidenza uno sviluppo più veloce del biofilm ottimale per la produzione di formaggio Vastedda nel tino sperimentale (Figura 3) rispetto al tino controllo sottolineando, così, il ruolo fondamentale svolto dal tino in legno.

I tini in legno sono generalmente soggetti ad un lavaggio a fine lavorazione impiegando acqua calda o, più comunemente, il siero ancora caldo che residua dalla produzione della ricotta. Tale lavaggio rappresenta un vero e proprio trattamento termico in grado di esercitare un effetto inibente nei confronti dei microrganismi termosensibili. Altri parametri che contribuiscono alla sicurezza dei tini in legno sono rappresentati dalla competizione per i nutrienti, il rapido abbassamento del pH in seguito alla fermentazione del lattosio presente nel residuo del siero (Settanni et al, 2012) e la produzione di batteriocine da parte di alcuni ceppi di batteri lattici che costituiscono i biofilm (Lortal et al., 2009). Scatassa et al. (2015) hanno riportato un'attività antimicrobica di circa il 36% dei ceppi dei biofilm isolati dai tini in legno campionati in Sicilia. L'attività maggiore in termini di spettro d'azione (numero di ceppi sensibili) e potere inibente [espresso in attività artibrarie (AU)/ml] è stato riscontrato per le specie *Enterococcus faecium* e *Lactobacillus plantarum* che hanno anche mostrato un effetto anti-*Listeria*.

Con lo scopo di valutare meglio il ruolo dei biofilm lattici nell'ostacolare i microrganismi patogeni, nel lavoro di Cruciana et al. (2018) i quattro pa-

togeni caseari per eccellenza che si devono ricercare nei prodotti a latte crudo, in ottemperanza al Reg. CE 2073/2005, sono stati deliberatamente aggiunti al latte crudo che è stato poi trasformato in tini nuovi attivati *ad hoc* per l'esperimento. A tal proposito, si è simulata una contaminazione massiccia seguendo le indicazioni di precedenti lavori (Chatelard-Chauvin et al., 2015). Pertanto, i livelli finali sul latte da mettere in contatto con i tini erano i seguenti:  $10^3$  CFU/ml per *E. coli* O157 ATCC 35150 e *Staphylococcus aureus* ATCC 33862, e 30 CFU/ml per *L. monocytogenes* ATCC 7644 e *Salmonella enteritidis*. In nessuno dei formaggi trasformati con i tini contenenti i biofilm lattici sono stati riscontrati i batteri patogeni aggiunti dimostrando il ruolo attivo dei biofilm lattici nell'impedire la loro adesione alla superficie del legno.

In conclusione, i tini in legno rappresentano l'unico modo per l'ottenimento di alcuni prodotti tradizionali e tipici, tanto che il loro impiego è previsto dai disciplinari di produzione di formaggi a denominazione di origine protetta, soprattutto in Francia. Gli studi condotti nell'ultimo decennio hanno dimostrato che i biofilm lattici sono in grado di influenzare il processo di produzione dei formaggi tanto nella fase di acidificazione che durante la maturazione assicurando le caratteristiche sensoriali desiderate e che ostacolano lo sviluppo dei principali batteri patogeni caseari.

## Bibliografia

- Carpino S., Randazzo C. L., Pino A., Russo N., Rapisarda T., Belvedere G. and Caggia C. (2017) Influence of PDO Ragusano cheese biofilm microbiota on flavour compounds formation. *Food Microbiology* 61, 126-135.
- Chatelard-Chauvin C., Pelissier F., Hulin S. and Montel M. C. (2015) Behaviour of *Listeria monocytogenes* in raw milk Cantal type cheeses during cheese making, ripening and storage in different packaging conditions. *Food Control*, 54, 53-65.
- Cruciata M., Gaglio R., Scatassa M.L., Sala G., Cardamone C., Palmeri M., Moschetti G., La Mantia T. and Settanni, L. (2018) Formation and characterization of early bacterial biofilms on different wood typologies applied in dairy production. *Applied and Environmental Microbiology*, 84, e02107-17.
- Cruciata M., Gaglio R., Todaro M. and Settanni, L. (2019) Ecology of Va-

- stemma della valle del Belice cheeses: a review and recent findings to stabilize the traditional production. *Food Reviews International*, 35, 90-103.
- Didiene R., Defargues C., Callon C., Meylheuc T., Hulin S. and Montel M. C. (2012) Characteristics of microbial biofilm on wooden vats ('gerles') in PDO Salers cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 156, 91-101.
  - Di Grigoli A., Francesca N., Gaglio R., Guarrasi V., Moschetti M., Scatassa M. L., Settanni L. and Bonanno A. (2015) The influence of the wooden equipment employed for cheese manufacture on the characteristics of a traditional stretched cheese during ripening. *Food Microbiology*, 46, 81-91.
  - Gaglio R., Cruciata M., Di Gerlando R., Scatassa M. L., Cardamone C., Mancuso I., Sardina M. T., Moschetti G., Portolano B. and Settanni L. (2016) Microbial activation of wooden vats used for traditional cheese production and evolution of the neo-formed biofilms. *Applied and Environmental Microbiology*, 82, 585-595.
  - Guarrasi V., Sannino C., Moschetti M., Bonanno A., Di Grigoli A. and Settanni L. (2017) The individual contribution of starter and non starter lactic acid bacteria to the volatile organic compound composition of Caciocavallo Palermitano cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 259, 35-42.
  - Licitra G., Ogier J. C., Parayre S., Pediliggieri C., Carnemolla T. M., Falentin H., Madec M. N., Carpino S. and Lortal S. (2007) Variability of the bacterial biofilms of the "tina" wood vat used in the Ragusano cheese making process. *Applied and Environmental Microbiology*, 73, 6980-6987.
  - Lortal S., Di Blasi A., Madec M. N., Pediliggieri C., Tuminello L., Tangury G., Fauquant J., Lecuona Y., Campo P., Carpino S. and Licitra G. (2009) Tina wooden vat biofilm. A safe and highly efficient lactic acid bacteria delivering system in PDO Ragusano cheese making. *International Journal of Food Microbiology*, 132, 1-8.
  - Salminen S. and von Wright A. (1998) Lactic acid bacteria: Microbiological and functional aspects. Marcel Dekker, New York, 617 pp.
  - Scatassa M. L., Gaglio R., Macaluso G., Francesca N., Randazzo W., Cardamone C., Di Grigoli A., Moschetti G. and Settanni L. (2015) Transfer, composition and technological characterization of the lactic acid

- bacterial populations of the wooden vats used to produce traditional stretched cheeses. *Food Microbiology*, 52, 31-41.
- Settanni L. and Moschetti G. (2010) Non-starter lactic acid bacteria used to improve cheese quality and provide health benefits. *Food Microbiology*, 27, 691-697.
  - Settanni L. and Moschetti G. (2014) New trends in technology and identity of traditional dairy and fermented meat production processes. *Trends in Food Science and Technology*, 37, 51-58.
  - Settanni L., Di Grigoli A., Tornambé G., Bellina V., Francesca N., Moschetti G. and Bonanno A. (2012) Persistence of wild *Streptococcus thermophilus* strains on wooden vat and during the manufacture of a Caciocavallo type cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 155, 73-81.
  - Vert M., Doi Y., Hellwich K. H., Hess M., Hodge P., Kubisa P., Rinaudo M. and Schué F. (2012) Terminology for biorelated polymers and applications (IUPAC Recommendations 2012). *Pure and Applied Chemistry*, 84, 377-410.



03

## Tavola rotonda. Sintesi e prospettive



## Atti della tavola rotonda del 22 giugno – *Trascrizione della conversazione* –

### Partecipanti

*Relatori:* **Francesco Festi**, botanico; **Imerio Lorenzini**, storico; **Riccardo Decarli**, storico, responsabile della Biblioteca della SAT (Società alpinisti Tridentini)

*Moderatore:* **Rosario Fichera**, giornalista

**Rosario Fichera:** questa sera sono nostri ospiti alla tavola rotonda tre relatori che hanno in comune la passione per la storia. E la storia, insieme alla scienza, è una parte importante del Monte Baldo. Basta pensare, per esempio, che sul Monte Baldo è nato, sotto molti aspetti, anche il concetto moderno di viaggio, con il primo resoconto di viaggio scritto nel 1566 da Francesco Calzolari (dal titolo “Il viaggio di Monte Baldo”) e vorrei chiedere proprio a Imerio Lorenzini di parlarci di questo aspetto e dei viaggi dell'Ottocento e del primo Novecento che sono stati realizzati in questo territorio.

**Rosario Fichera:** il viaggio di Don Pilati è stato realizzato con delle guide?

**Imerio Lorenzini:** no, è stato fatto in autonomia perché i protagonisti, essendo del luogo, conoscevano già il territorio. Don Pilati era di Cazzano e non aveva bisogno della guida. Con il suo libro Pilati ci ha lasciato un messaggio forte e significativo: nel suo racconto descrive una malga come una “repubblica bene ordinata nella quale ognuno esegue i propri doveri”.

La malga per Don Pilati è un incontro con una realtà nuova da lui vista con occhi nuovi. Non è tanto il viaggio in sé, ma il guardare con occhi nuovi ciò che già esiste e ciò che si può vedere e si conosce, tipo appunto l'organizzazione di una malga.

**Rosario Fichera:** grazie a Imerio Lorenzini. Ma in questa dimensione del viaggio che rapporti si instauravano tra gli speciali e le popolazioni del Monte Baldo. Lo chiediamo adesso a Francesco Festi.

**Francesco Festi:** ho cercato di trovare nella letteratura botanica elementi d'informazioni che riguardassero l'interazione fra questi botanici che spesso provenivano da luoghi molto distanti e le popolazioni che vivano sul Baldo. Queste interazioni si possono classificare in tre categorie: la prima è quella delle guide. Molti visitatori del Baldo, non conoscendo il territorio, ricorrevano a persone del posto, le quali consideravano questa attività come un lavoro e in alcuni casi, alcuni di loro, sono diventate anche guide rinomate e consigliate.

L'altra categoria, sempre legata alle persone del posto, sono gli "erbolai", i raccoglitori di radici, procacciatori del materiale erboristico usato poi per la preparazione dei medicinali erboristici. Gli erbolai facevano raccolte sul posto su indicazione dei farmacisti. Queste raccolte a volte erano precedute da escursioni insieme ai farmacisti, per essere sicuri che gli erbolai raccogliessero le piante concordate.

Infine, la terza categoria è quella della logistica, strutture del territorio gestite dai Baldensi. Francesco Calzolari, con il suo pionieristico viaggio sul Monte Baldo, rappresenta il compendio di numerosi viaggi di esplorazione sul Monte Baldo dei quali conosciamo quello effettuato nel 1554 dallo stesso Calzolari con il bolognese Ulisse Androvandi. Qui le guide non erano più necessarie perché Calzolari conosceva abbastanza bene il territorio, però è pur vero che la toponomastica nel suo viaggio è un po' approssimativa (probabilmente per quella si è appoggiato agli abitanti del Baldo) e in alcuni casi la collocazione dei luoghi che lui cita è piuttosto dubbiosa. Nel suo viaggio cita le molte piante di mandragore che si trovano a Torri del Garda, ma in realtà la mandragora nell'Italia settentrionale non cresce e raramente viene coltivata. Questa segnalazione poteva derivare da un'interazione con i locali, una notizia "di relato".

L'autore della seconda più dettagliata flora del Monte Baldo è Giovanni Pona. Non abbiamo notizie di guide o di raccoglitori, ma sicuramente sia Calzolari sia Pona avranno avuto i loro rizotomi (raccoglitori di radici) che integravano le raccolte. Pona cita una pianta raccolta da un farmacista veneziano, Contarini, il quale mandava a sua volta in giro i suoi erborali per tutto il triveneto a raccogliere piante. In questo caso non si trattava di raccolte finalizzate alla commercializzazione all'interno delle farmacie, ma raccolte per fini botanici.

Anche Jacopo Zanoni, emiliano, curatore dell'orto botanico di Bologna, erborizzò sul Monte Baldo assieme al suo rizotomo, Marco Nanni. Pier Antonio Micheli, fiorentino, professore di botanica e curatore dell'orto bota-

nico di Firenze, effettuò nel 1600 circa nel Veneto un giro molto lungo di due mesi e mezzo e arrivò a Verona e con Martino Martini che era il rizzotomo di Giovanni Antonio Cavazzani, speciale al ponte delle navi, si avviò verso il Baldo.

Martini faceva anche da fornitore del necessario da viaggio che trasportava con l'asino. Alle tre di notte arrivarono a Caprino a casa di un marchese, poiché benché guidati da gente pratiche, si erano persi. Il loro è stato un viaggio disastroso e faticoso e Micheli infatti poco dopo il suo ritorno si ammalò e morì.

Giovanni Giacomo Spada, un prete di un paese vicino Verona, quando andava sul Monte Baldo si portava il suo fido servo Martino che cercava i minerali e le piante.

Jan François Seguier nella sua permanenza a Verona dal 1737 al 1755 esplorò abbastanza intensamente il Monte Baldo e nelle sue prime escursioni si fece accompagnare come guida da un ragazzo di umili origini, appassionato del Monte e questo fu un esempio di riscatto sociale legato alle attività scientifiche. Egli capì l'intelligenza e le capacità del ragazzo e lo raccomandò all'Università di Padova, diventando poi egli stesso un professore universitario di agronomia e botanica e ritornò sul Baldo come ricercatore scientifico verso la fine dell'Ottocento. I

Il conte Carl von Stenberg nel 1804 salì sul Monte Baldo per una escursione di più giorni con la guida rinomata Arman, consigliata dal coordinatore dell'orto botanico di Padova.

Infine è da citare la guida Giuseppe Pellizzoni che aveva partecipato a tutte le campagne napoleoniche. Pellizzoni nella prima metà dell'Ottocento era un imprenditore che aveva fatto della raccolta delle piante per conto di terzi una professione, commerciando esemplari botanici, anche senza scrupoli; la fama del Monte Baldo era diventata per lui un'occasione d'impresa e di guadagno. Pellizzoni pur essendo molto bravo, ha fatto provocare numerosi errori nella botanica perché quando non aveva nulla sotto mano, i campioni che distribuiva erano artefatti o campioni che provenivano da altri luoghi e non dal Monte Baldo.

**Rosario Fichera:** grazie a Francesco Festi. Nei viaggi sul Monte Baldo hanno avuto importanza anche i rifugi alpini e uno in particolare, il rifugio Altissimo, costruito nel 1892. Il perché lo chiediamo a Riccardo Decarli.

**Riccardo Decarli:** il monte Altissimo era importante soprattutto per i



trentini e per i soci della SAT, perché era un balcone sull'Italia. I soci della SAT erano per la maggior parte irredentisti e il Monte Altissimo era un balcone naturale sull'Italia. Nel 1892 i soci della SAT decidono di costruire questo rifugio; siamo in un periodo particolare perché si ci avvia ad avere salito quasi tutte le cime più importanti del Trentino e s'iniziano a costruire i rifugi a quote leggermente più basse, rifugi più escursionistici che alpini.

Questi rifugi permettono di allargare la base sociale e tecnica dei fruitori, alla gente che non aveva la possibilità di compiere grandi spostamenti. Questi rifugi sono spesso legati a delle località, il rifugio Altissimo è molto legato infatti a Brentonico, a Mori e a Rovereto. Quando viene inaugurato nel 1892, c'è una delegazione di una novantina di soci della SAT che parte da Rovereto e inizia l'escursione che rappresenta un evento vero e proprio con cene e spettacoli.

Le guide alpine in Trentino cominciano ad essere organizzate verso il 1870, pochi anni prima della nascita della SAT e poi sarà la stessa SAT che darà vita a un corpo di guide alpine. Per arrivare sul Monte Altissimo non c'era l'esigenza di una guida come poteva essere nelle Dolomiti di Brenta, ma comunque c'erano queste figure anche a Brentonico, come un certo Stefano Passerini che veniva ingaggiato da facoltosi borghesi della città per delle escursioni.

Questo rifugio ha avuto un'evoluzione strutturale molto marcata nel corso del tempo. Ha una ricchezza che è la chiesetta, oltre ai ricordi della Grande Guerra. Contiene una fonte di studio, di storie e di aneddoti che è davvero eccezionale: il libro firme donato dai soci della SAT in occasione dell'inaugurazione è datato 1891. Ci sono tanti elementi, curiosità, disegni, annotazioni scritte, spartiti musicali all'interno di questo libretto. Anche vignette e lodi scherzose. Sorprende un po', in questo senso come le intenzioni di chi andava in montagna all'epoca non sono così diverse rispetto a quelle di oggi. C'è anche un qualcosa di davvero straordinario: nel 1914 a pochi giorni dallo scoppio della Grande Guerra, Fortunato Depero sali al rifugio e fece un disegno su questo libro. La SAT gli aveva commissionato quando era ancora studente la realizzazione di una carta topografica dei dintorni di Rovereto con le gite che si potevano realizzare. Questo disegno ha un'importanza notevole perché è stato realizzato poche settimane dopo dal rientro di Depero da Roma, dove aveva avuto modo di vedere le prime esposizioni futuriste e d'incontrare Boccioni. È una testimonianza importante per l'opera di Depero.

**Rosario Fichera:** Imerio Lorenzini, oggi e ieri abbiamo scoperto i diversi aspetti del Monte Baldo, quelli naturalistici e quelli culturali. La caratteristica fondamentale del Monte Baldo è l'importanza naturalistica, ma anche storica, un aspetto fondamentale per il percorso di riconoscimento a Patrimonio dell'Umanità UNESCO? Lo chiedo anche nella sua veste di Presidente del comitato per il percorso di candidatura del Monte Baldo.

**Imerio Lorenzini:** se parliamo di riconoscimento gli elementi su cui si punta sono proprio natura e cultura: sono due facce della stessa medaglia. In pratica ciò che valorizza il Monte Baldo più di ogni altro sito dove c'è la presenza di studi botanici è la lunghezza scientifica e storica del percorso e il fatto che non si sia mai interrotto. In nessun'altra parte del mondo c'è stato questo tragitto durato cinquecento anni tra scienza e cultura, secondo i vari bisogni del tempo, per arrivare ad avere questo panorama che per la nostra comunità è determinante dal punto di vista della possibilità di vivere ancora su questi territori.

Direi in fine che ho notato alcuni aspetti del lavoro di ieri e di oggi che credo possano essere utili a comporre il contenuto della candidatura del Monte Baldo a bene culturale e naturale: innanzitutto l'aspetto del Baldo come elemento di studio attuale della climatologia in Europa e questo è molto interessante e credo che lo potremmo recuperare.

Bellissima l'immagine che ci ha regalato Annibale Salsa in quella mattina d'estate del 1983 di una visione complessiva.

L'intuizione che ebbe Cristofori, il farmacista roveretano, sul bisogno che i raccoglitori fossero formati si può collegare al contemporaneo auspicio del Comune di Brentonico di avere una scuola che prepari in materia ambientale.

Forse questa candidatura potrebbe essere un'occasione per avviare un motore importante di sviluppo locale. Quell'ascensore sociale di cui ha beneficiato Pietro Arduini, quella frequentazione di scienziati che poi è diventata per lui un'occasione di crescita, si potrebbe riproporre ancora oggi per i nostri ragazzi, perché se vivi un territorio ricco culturalmente di stimoli, tu stesso hai una prospettiva di vita diversa, magari di rimanere a lavorare nel luogo dove sei nato e vivi.

Sembra che ciò che viene scoperto abbia la naturale tendenza a ritornare

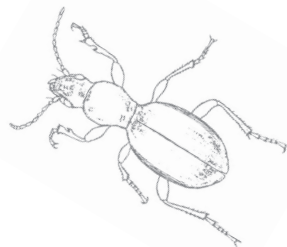
nascosto e quindi le nostre scoperte del passato non si devono dare per scontate. Non dobbiamo dare per scontata neanche l'idea di questa candidatura, questa nostra idea non è finita qui. Se l'altopiano di Brentonico e i comuni del veronese vogliono che il Monte Baldo diventi un territorio UNESCO devono attivarsi in prima persona. Nessuno fa il lavoro per loro. Questa si chiama consapevolezza.





04

## La cultura



## Storie e aneddoti: gli speciali, i botanici e le popolazioni del Monte Baldo

*Francesco Festi*

Il Monte Baldo, come è noto, vanta un'antica frequentazione da parte dei botanici, avendo sviluppato la sua fama di Paradiso della Flora già ai primi vagiti di quella che sarebbe poi divenuta la moderna botanica.

Centinaia, se non migliaia, sono stati gli studiosi dell'Amabil Scienza che ne hanno esplorato il territorio, dalle più basse falde alle vette; alcuni di loro risiedevano nelle vicinanze, a nord o a sud, altri, certamente più numerosi, provenivano dalle più disparate regioni d'Europa. Gli uni e gli altri dovettero interagire con chi il Monte Baldo lo abitava e ne traeva sostentamento: pastori, contadini, boscaioli, artigiani, commercianti ecc. Si possono dividere questi incontri tra gli studiosi, normalmente benestanti e acculturati, e il popolino, per lo più a basso tenore di vita e cultura, in almeno tre categorie.

### 1. I rizotomi o erbolai

Difficilmente gli speciali (e, più tardi, i farmacisti) avevano la possibilità o il tempo di procacciarsi autonomamente i semplici che dispensavano poi nelle loro botteghe. Per questo ricorrevano frequentemente a persone del posto, talvolta semplici pastori o contadini, che avevano così la possibilità di guadagnare qualche soldo ed arrotondare così il loro spesso misero bilancio familiare.

Non sempre questi rizotomi o erbolai o erbaioli, così si chiamavano tali procacciatori di piante medicinali, erano affidabili: da un lato si narra di tentativi di sofisticazione, con il conferimento di specie frequenti (e perciò facili da raccogliere in quantità) al posto di altre meno reperibili ma farmacologicamente attive.

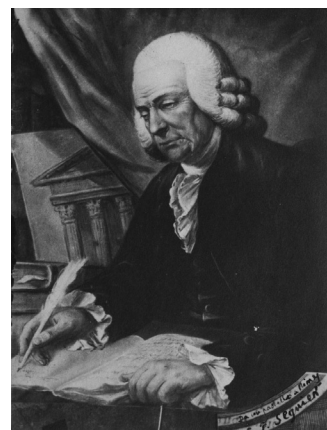
D'altro canto, lo scambio di piante era spesso basato sulla buona fede dei raccoglitori, che mancavano delle basi culturali per la distinzione di specie vegetali non agevolmente discriminabili. La necessità di dare indicazioni precise ai rizotomi, sia sulle località di crescita, sia sulle caratteristiche morfologiche dei semplici, è stata certamente alla base delle prime esplora-

zioni botaniche del territorio, alimentate ovviamente anche dall'interesse personale dei botanici-farmacisti stessi. La finalità "didattica" nei riguardi dei raccoglitori è, per esempio, dichiarata da Pietro Cristofori (Trento, 1765 – Rovereto, 1848), farmacista roveretano, che la indirizzò soprattutto ai dintorni della sua città d'adozione (M. Pasubio, Vigolana, etc.).

Per quanto riguarda il Monte Baldo, furono soprattutto gli speciali veronesi a considerarlo zona di raccolta privilegiata e a dare così occasione di lavoro (e, come vedremo più avanti, di crescita sociale) alle popolazioni baldensi. Talvolta il rizotomo veniva in qualche modo "istituzionalizzato" dalla speziaria per la quale lavorava e diventava una sorta di aiutante di bottega specializzato nella raccolta delle piante; in altri casi tale compito era assegnato ad un collaboratore che aveva acquisito competenze specifiche. Conosciamo, dalla letteratura botanica, i nomi di alcuni di questi rizotomi professionisti.

A titolo d'esempio possiamo citare Martino Martini, rizotomo di Giovanni Antonio Cavazzani, speziale al Ponte delle Navi di Verona e collaboratore di Jean François Séguier (Nîmes, 1703 – 1784); il Martini è pure nominato nel resoconto di viaggio di Pier Antonio Micheli (Firenze, 1679 – 1737), avendo egli accompagnato il botanico fiorentino nella sua esplorazione baldense (di cui diremo più avanti). Martino si chiamava anche il servo del prete-naturalista di Grezzana Giovanni Giacomo Spada (Verona, 1680 – Grezzana, 1749), che di lui dice «Più volte furono da me ricercati, ma con attenzione li Gioghi Valli e Piani di Baldo seguendomi il mio fido servo Martino memorabile per l'occhio nel vedere, e per la fortuna nel ritrovare, incominciando dalla Valle Fredda sino Brentonico e ritornando per di sopra Malcesine sino in Ortigara non ebbi che il piacere, benché tra sassosi deserti, di vedere l'ameno giardino di piante alpine, che per la loro speciosità meritano di essere qui annoverate».

Qui la figura del servo Martino è indicativa di un ruolo dell'erbolai che si svincola dall'aspetto più commerciale delle farmacie, per legarsi invece alla ricerca botanica nel senso più stretto. Giacomo (o Jacopo) Zanoni



*Jean François Séguier*

(Montecchio, 1615 – Bologna, 1682), curatore dell'Orto Botanico bolognese, erborizzò sul Monte Baldo assieme al suo rizotomo Marco Nanni, a cui erano evidentemente affidati i compiti manuali di raccolta e preparazione degli esemplari. Il veneziano Nicolò Contarini, a cui Giovanni Pona (Verona, 1565 - 1630) dedicò il suo lavoro sul Monte Baldo, aveva in Loreggia (Padova) un orto botanico ove coltivava anche piante esotiche; per la raccolta sul territorio di piante da trapiantare in tale giardino si avvaleva di erbolai, alcuni dei quali furono certamente inviati anche sul Baldo.

Un personaggio interessante, che fece della raccolta di piante baldensi un redditizio lavoro, fu Giuseppe Pellizzoni di Pazzon (frazione di Caprino Veronese). Dopo avere partecipato a tutte le campagne napoleoniche, attorno al 1815 fece ritorno nel suo paese natale e diede avvio ad una fiorente attività di raccolta, scambio e commercio di campioni raccolti sul Monte Baldo, unita a quella di guida per i naturalisti desiderosi di visitare il botanico monte. Abramo Massalongo (Tregnago, 1824 – Verona, 1860) e Carlo Tonini (Verona, 1803 – 1877) se ne servirono ampiamente e molti sono i campioni raccolti da Pellizzoni presenti nei loro erbari. Agostino Goiran (Nizza, 1835 – 1909), autore della *Flora Veronensis*, così ne parla in un commosso necrologio: «fu il tipo, l'ideale della guida per il naturalista che percorre i monti. In lui ciò che si chiama colpo d'occhio era realmente straordinario. Aveva il genio ed era dominato dal demone della botanica... Innamorato del Baldo, prese a percorrerlo per ogni verso... Si può dire che non vi fosse buco o rupe che il Pellizzoni non avesse minutamente e diligentemente rovistata ed esplorata... In fin di vita, chiesti alcuni volumi che formavano il suo Erbario, volle vedere un'ultima volta le specie più rare ed insigni da lui raccolte...». Successivamente, al tono celebrativo sostituiva una malcelata sufficienza, descrivendo il Pellizzoni come «noto erbaiolo che ebbe il suo quarto d'ora di celebrità e servì di guida a tutti i botanici i quali tra il 1815 e il 1850 esplorarono questa classica stazione, della quale arricchì la Flora con la scoperta di specie rare ed interessantissime». In effetti, la gran fama del Monte Baldo e la continua richiesta di specie rare, fecero talvolta predominare nel Pellizzoni lo spirito del commercio a discapito del rigore scientifico, distribuendo come piante baldensi, campioni raccolti chissà dove. A proposito di uno di questi, dice il fitogeografo Renato Pampanini: «Ed il Pellizzoni non deve aver esitato a dare come piante del M. Baldo piante raccolte anche altrove, godendo il M. Baldo fama di località ricchissima di piante rare [...] ma che non poteva non essere sfruttata dai commercianti di piante».



## 2. Le guide

I botanici visitatori del Baldo provenivano spesso da contrade lontane e, in assenza di affidabile cartografia, richiedevano talvolta l'aiuto degli abitanti del posto, buoni conoscitori del loro territorio. In alcuni casi la figura del rizotomo e della guida si fonde in un'unica persona: è il caso del già nominato Giovanni Antonio Cavazzani, che accompagnò Pier Antonio Micheli col ruolo del tuttofare. O quello del succitato Giuseppe Pellizzoni, che univa l'attività di guida alpino-botanica a quella di raccoglitore e commerciante di piante.

Altri sceglievano di dedicarsi al solo lavoro di accompagnamento: per esempio, Carl Graf von Sternberg (Praga, 1761 - Březina, 1838) effettuò, nel giugno 1804, una serie di escursioni sul Monte Baldo con la guida Bernardo Armano di Brentino veronese.

Una menzione particolare merita Pietro Arduino (Caprino veronese, 1728 – Padova, 1805), che riuscì a utilizzare la sua conoscenza del Baldo e la passione per le piante che ivi crescevano come mezzo di riscatto sociale. Di umile origine, accompagnò, dapprima come semplice guida, poi via via come collaboratore e discepolo, Jean François Séguier (Nîmes, 1703 – 1784) nelle sue escursioni baldensi; proprio grazie a questa frequentazione avrebbe avuto la possibilità di recarsi a Padova, dove sarebbe divenuto un importante botanico ed agronomo. Lo troviamo infatti come partecipante, ora non più umile ragazzetto ma già stimato botanico, all'escursione baldense di quattro giorni organizzata da Antonio Turra (Vicenza, 1736 – 1797) nel luglio del 1764.



*Kaspar Graf von Sternberg*



*Pietro Arduino*

### 3. La logistica e gli incontri casuali

Gli antichi esploratori del Baldo, così come i moderni turisti, dovevano provvedere all'alloggio ed al sostentamento nel corso delle loro spesso protratte escursioni. Pur portandosi talvolta appresso delle vettovaglie, non potevano fare a meno di soggiornare e rifocillarsi nelle poche locande presenti lungo il cammino, spesso di livello men che basso. A titolo d'esempio, riportiamo alcuni pittoreschi passaggi del già citato viaggio compiuto dal fiorentino Pier Antonio Micheli nel 1736. Dopo aver soggiornato per qualche giorno a Verona, la mattina del 17 settembre Micheli si avviò, in compagnia di Martino Martini, rizotomo di Giovanni Antonio Cavazzani, che gli avrebbe trasportato il necessaire da viaggio con l'asinello. Passarono attraverso Chievo, Settimo, S. Vito, Bussolengo, Pol, Rivoli e giunsero a Caprino, nella casa del Marchese Carlotti, alle tre di notte, avendo «benché guidati da gente pratiche» smarrito la strada (evidentemente le guide locali non sempre erano affidabili). Il giorno seguente si portarono all'Ortigara, dove cenarono facendo economia, poiché la provvista inviata dal marchese «fu decimata da chi la portò, perché di due barlotte di Vino una sola ne venne in scena, e di più serque d'uova quattordici se ne videro». Il 19 visitarono, passando per l'Ortigaretta, la Costa Bella, la Bocchetta e la Punta di Naole, la Fonte di Naole e, attraverso la Valfredda, arrivarono all'osteria di Campedello trovandola «rifinita di ogni ben di Dio, non vi essendo che solo pane, e vino della passione, Letto cattivo, e ripieno di affamate pulci, e Cimice, e questo non vi era per tutti, e convenne andare a Alessandria della Paglia». Mantenendo come base la pessima osteria di Campedello, il giorno 21 fu la volta della Madonna della Corona, il 22 Passo Campione, il 23 Gambone e Cerbiolo, per tornare infine a Verona, che Micheli avrebbe lasciato per Brescia pochi giorni dopo, il 24 settembre. Forse anche le traversie del suo peregrinare baldense contribuirono a minarne la salute, visto che Micheli morì di pleurite a Firenze nel gennaio 1737, poco dopo il suo ritorno dal Veneto.

A parte il modesto livello dell'ospitalità, non sempre i botanici erano ben visti dalle popolazioni autoctone.

Seguier racconta di essere stato scacciato da montanari che l'avevano visto estirpare delle piante da un pascolo. Il motivo va ricercato nella credenza della "Mandragora", diffusa sui monti lombardo-veneti e particolarmente ben documentata per la Val Camonica; un indizio della sua presenza anche sul Monte Baldo proviene dall'affermazione di Francesco

Calzolari (Verona, 1521 – 1609) sulle «molte piante di mandragore» che si trovano «in Tori, valletta posta di qua del lago». Si credeva che la Mandragora, pianta magica per eccellenza, crescesse in alcuni pascoli: la sua estirpazione produceva immediati violenti temporali, particolarmente temuti nel periodo della fienagione. Si tratta di echi delle molte leggende su questa pianta; la cosa certa è che *Mandragora autumnalis*, la vera Mandragora, è completamente assente dall'Italia settentrionale.

## I viaggi dell'Ottocento e del primo Novecento

*Imerio Lorenzini*

Il Monte Baldo è un monte per il quale, rispetto ai “viaggi”, si è scritto maggiormente: ci sono viaggi che partono ancora prima di Francesco Calzolari (1556), per arrivare ai viaggi moderni e ai viaggi delle erborizzazioni che sono stati realizzati, mappandoli con il GPS, dal 2005 al 2008.

Sul Monte Baldo ci sono stati oltre cinquecento anni di viaggi documentati, dal primo libretto di Francesco Calzolari del 1556, che rappresenta la pietra miliare di tutte le esplorazioni baldensi, per arrivare fino ai giorni nostri, ma vorrei soffermarmi in particolare su due viaggi: il primo è realizzato fra la fine dell'800 e l'inizio del '900 da Ottone Brentari che scriverà una guida del Monte Baldo. Brentari parte da Rovereto, realizza il giro del Baldo, attraverso la parte del lago, tornando dalla Vallagarina, per poi attraversare il lato nord e il lato sud sui percorsi in quota e riporta in modo fedele l'atmosfera dell'epoca in quei luoghi.

Il secondo viaggio è intrapreso dal parroco Don Silvano Pilati, di Cazzano, nel 1874 e documentato in un libro dal titolo “Reminiscenze”, pubblicato circa dieci anni dopo.

Don Pilati, socio attivo del Museo Civico di Rovereto, studioso di entomologia e ornitologia, socio dell'Accademia degli Agiati e della Società Trentina di Scienze Storiche, parte da Rovereto insieme ad altri amici intenzionati a fare una gita sul Monte Baldo; provengono tutti dal seminario e sono quasi tutti irredentisti e pensano che il Monte Baldo appartenga alle “genti italiane”. Gli amici, descrive il testo di Don Pilati, partono dalla locale stazione ferroviaria salendo su un treno in carrozze di terza classe, da Rovereto a Serravalle. Qui, il racconto descrive l'attraversamento del fiume Adige su un battello d'attraversamento a corda e il cammino per la strada di Sant'Antonio e fino a Cazzano. Nel libro si trova una singolare descrizione di Cazzano, (brutto paesello) e di Brentonico, un comune dove “una volta valeva la pena vivere”, probabilmente grazie alla presenza di storici e scrittori, “ora”, scrive Pilati, “si trova, in decadenza e sulla china della povertà”.

La comitiva nel frattempo raggiunge Brentonico, e arriva a San Gia-

come per la notte, dove verranno ospitati, da un oste, in una stalla piena di pidocchi. Il giorno seguente proseguono per la cima dell'Altissimo e la vista del paesaggio è descritta come ricca di emozione da parte di tutti; a mezzogiorno iniziano la discesa dal Monte e raggiungono la bocca di Navene, che rappresenta l'uscita dall'impero e il rientro in territorio -finalmente- italiano. Questo passaggio è un evento, che il libro descrive con grande enfasi ed è rappresentato come un distacco politico più che geografico.

Il terzo giorno di viaggio la comitiva parte alla volta di Spiazzi e arriva fino a Ferrara del Monte Baldo, paese che, all'epoca, contava 700 abitanti. Il quarto giorno partono da Ferrara del Monte Baldo, raggiungono il santuario della Madonna della Corona per giungere finalmente a Garda, dove alloggiano all'albergo "Al Pavone".

Alle due del pomeriggio Don Pilati e compagni ripartono con il battello e da Garda raggiungono Riva del Garda, dove soggiornano in un altro albergo per fare poi ritorno, il giorno successivo, a Rovereto con la ferrovia a scartamento ridotto MAR.

Il libro non è solo un racconto. Per la prima volta si tratta come si dovrebbe affrontare un viaggio in montagna, in questo caso con le caratteristiche del Baldo, un monte lungo 45 km e largo 10-15km.

Il libro è una vera e propria guida, scritta con il contributo di coloro che vivevano quei luoghi e volevano godere la bellezza. Il viaggio descritto da Don Pilati rappresenta il contrario della nostra concezione di viaggio che interpreta la velocità dei trasferimenti, spesso la mancanza del piacere dell'esplorazione, tutto è già pronto per essere visto. Il racconto di Don Pilati trasmette l'idea di come dovrebbe essere un vero viaggio.

A quei tempi la figura della guida era sconosciuta quindi il viaggio di Don Pilati era stato organizzato dagli stessi partecipanti e protagonisti del racconto, il fatto di essere del luogo permetteva loro di conoscere bene il territorio, lo stesso Don Pilati infatti era di Cavazzano.

Il racconto ci ha lasciato un messaggio forte e significativo: la rappresentazione della malga come una "repubblica bene ordinata nella quale ognuno esegue i propri doveri" riporta a un interesse e ad una profonda coscienza di comunità di coloro che vivevano quei territori.

La malga per Don Pilati rappresenta una realtà a lui sconosciuta, vista tuttavia con occhi illuminati e progressisti.

Il Monte Baldo riporta aspetti naturalistici e culturali molto forti e radicati

nella tradizione, ad esso si ascrivono studi botanici antichi e ancora in essere, in una unicità temporale riconosciuta. Un percorso che dura da 500 anni che è fondamento dell'interesse storiografico e scientifico e motivo di attaccamento della comunità a questo territorio e determinante per la possibilità di continuare a viverlo.

## I viaggi di Monte Baldo nei libri di vetta del Rifugio Damiano Chiesa sul Monte Altissimo, sul Monte Baldo

*Riccardo Decarli*

Curatore Biblioteca della Montagna-SAT

La storia della SAT (Società degli Alpinisti Tridentini), ma anche di buona parte dell'alpinismo trentino, prima della Grande guerra è stata caratterizzata da numerose iniziative di stampo irredentista. La scelta del luogo dove edificare un rifugio non era mai casuale e talvolta la motivazione risultava dettata da fattori che andavano oltre la bellezza del paesaggio o l'opportunità alpinistica.

Ancora oggi, ad esempio tra le Dolomiti di Brenta, si possono leggere questi episodi di contrapposizione tra SAT e sezioni del DuOeAV (Deutscher und Oesterreichischer Alpenverein) osservando l'inconsueta vicinanza dei rifugi Tuckett e Sella, Tosa e Pedrotti. I rifugi, così come la gestione delle guide alpine, la corsa alle prime ascensioni, le questioni toponomastiche ecc. sono testimonianze della lotta in quota tra i irredentisti e pangermanisti.

Allo stesso modo la scelta del luogo dove erigere il rifugio Altissimo non fu casuale. Il gruppo del Monte Baldo, suddiviso in due sezioni dal netto intaglio della Bocca di Navene, con il Monte Altissimo di Nago a nord, nella parte trentina, e il Monte Baldo propriamente detto a sud, nel veronese, rappresentava un ideale *trait d'union* tra il regno e quel territorio imperale che aspirava a fare parte della monarchia sabauda.

Collegamento, ma anche balcone naturale, punto panoramico che si affacciava sull'Italia.

Non cadde dunque a caso la scelta del luogo per il nuovo rifugio, che fu inaugurato dalla SAT il 6 giugno 1892. Nell'ambito alpinistico si trattava di un periodo particolare, nel quale ci si avviava a terminare la prima salita di tutte le cime, anche quelle più difficili e si cercava contemporaneamente di allargare il bacino dei soci, includendo anche chi non era alpinista. Ecco dunque la costruzione di un rifugio raggiungibile abbastanza facilmente, a quota relativamente bassa e posto in posizione spettacolare.

Il Sodalizio alpinistico considerava questa nuova struttura talmente im-



*Rifugio Altissimo inaugurazione 6 giugno 1892.*

portante, da dedicarle una pubblicazione monografica, fatto piuttosto inconsueto per l'epoca. Infatti nel 1893 la SAT pubblicò il suo 17° *Annuario* interamente dedicato al Monte Baldo, con il contributo di Ottone Brentari.<sup>1</sup> Un modo per celebrare il nuovo rifugio e al contempo divulgare le bellezze della zona, sottolineando opportunamente il ruolo dei botanici veneti, che fin dal XVI secolo (es. lo 'speziale' Francesco Calzolari) salivano sul Monte Baldo per erborizzare e in cerca di endemismi; botanici che indirettamente avevano contribuito progressivamente a far sorgere l'interesse per la montagna e a partire dalla metà del XIX secolo l'alpinismo. In questo senso il Monte Baldo fu una delle culle dell'alpinismo, almeno per quanto riguarda le Alpi centro-orientali.

Tornando all'inaugurazione può risultare interessante riportare qualche

<sup>1</sup> La guida è stata ristampata in anastatica nel 1971 e dalla Cassa rurale di Brentonico nel 2009.



aneddoto. Da Mori partì una squadra ufficiale della SAT, all'avvio era presente anche il podestà di Mori, Riccardo Grigolli.

Al ponte di Ravazzone (tra Mori e Lizzana) gli alpinisti furono accolti dalla banda e dai Vigili del Fuoco che fecero da scorta d'onore.

Signore e signorine affacciate alle finestre lanciavano fiori. Poco prima di Brentonico venne incontro alla comitiva una rappresentanza del Comune.

Brentonico era tutta imbandierata e davanti al municipio era stato eretto un arco con rami e foglie. Dietro la chiesa era stata costruita una sorta di capanna di legno, coperta con muschi, un riparo per la notte offerto agli alpinisti privi di alloggio.

Dopo cena venne allestito uno spettacolo con palloncini alla veneziana (involucri di carta con all'interno un lumino) legati ai rami degli alberi e un concerto di mandolinisti.

Alle undici di notte gli alpinisti ripresero la salita e giunsero al rifugio verso le tre del mattino.

In mattinata il ritorno a Brentonico e il pranzo ufficiale per cento persone, nel palazzo Eccheli-Baisi.

La banda di Mori accompagnò tutta la giornata, suonando dall'una di mattina fino alle sette di sera, pare senza interruzione!

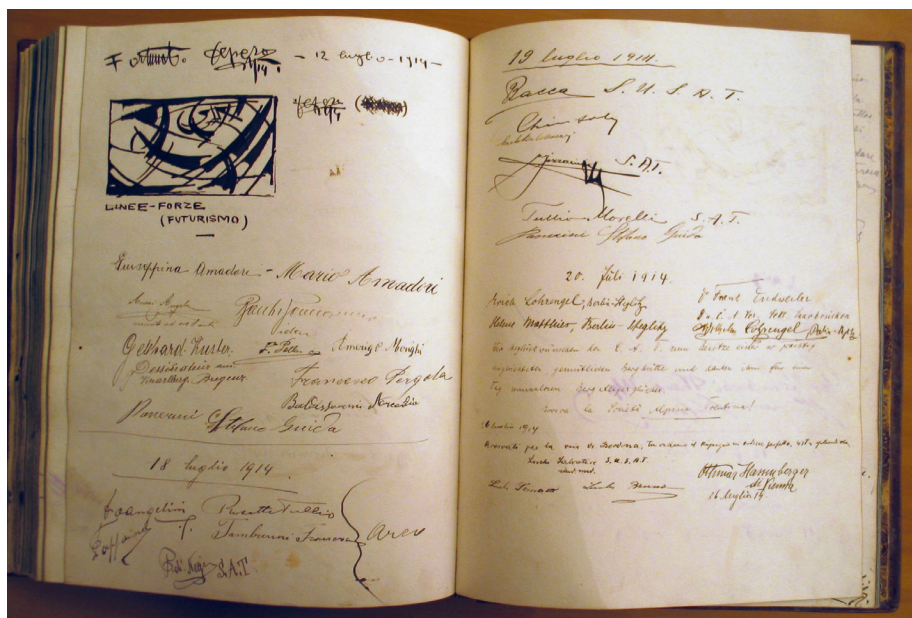
Queste note, riportate sul giornale *Alto Adige*, ci fanno comprendere il significato di quell'evento, evidentemente un momento importante per tutti, anche per chi non era alpinista o socio della SAT.

Nel corso del tempo il rifugio ha mantenuto un particolare legame con località e paesi vicini, come Brentonico, che costituisce uno dei migliori accessi per salire lassù, raggiungendo San Giacomo-San Valentino-rifugio Graziani.

Era così anche un tempo e lo deduciamo dal libro degli ospiti del rifugio. Il primo libro degli ospiti del rifugio è un meraviglioso volume, con una copertina in cuoio lavorato. Venne donato dai soci di Brentonico alla SAT in occasione dell'inaugurazione del rifugio.

All'interno ci sono firme, pensieri e disegni di chi è transitato dal rifugio dal 1892 fino al 1914, ossia, poco prima dello scoppio della Grande guerra. Questo libro è conservato presso la Biblioteca della Montagna-SAT e qualche anno fa uno studente, Tommaso Dossi, ha costruito la sua tesi di laurea trascrivendo integralmente questo grosso volume.

Nel tomo si legge numerose volte la firma della guida alpina Stefano Passerini di Brentonico, ma la testimonianza più importante è rappresentata



Libro firme ospiti rifugio Altissimo.

da un disegno di Depero risalente al 1914, ossia, ai suoi esordi come futurista.

Il 12 luglio 1914, un paio di settimane prima della dichiarazione di guerra dell'Austria alla Serbia e la conseguente deflagrazione della Prima guerra mondiale, Fortunato Depero salì sul Monte Altissimo di Nago e si fermò al rifugio della Società degli Alpinisti Tridentini. Assieme all'artista c'erano Giuseppina Amadori - sorella di Rosetta, futura sposa di Fortunato -, Mario Amadori, Angela Anesi e altri.

Il giovane Depero era fresco reduce dal primo soggiorno romano, che si rivelò fondamentale poiché gli diede la possibilità di conoscere Umberto Boccioni, Giacomo Balla, Francesco Cangiullo e Filippo Tommaso Marinetti, ovvero, buona parte del gruppo futurista. Futurismo che era già arrivato fino a Rovereto tra la fine del 1911 e l'inizio del 1912<sup>2</sup>, ma fu solo nell'inverno del 1914 che l'artista di Fondo entrò ufficialmente nel movimento. Inizial-

2 Maurizio Scudiero - *Depero l'uomo e l'artista*, Rovereto, Egon, 2009, pp. 28.

mente guardò soprattutto a Boccioni e l'ispirazione si tradusse in un ciclo di schizzi sul dinamismo.<sup>3</sup> Poco dopo però l'incontro con il più anziano Balla portò all'inizio di una nuova fase, che nel 1915 diede origine al manifesto per la *Ricostruzione futurista dell'universo*.<sup>4</sup> Pochi giorni dopo l'escursione al rifugio Altissimo Depero inaugurò a Trento la sua quarta esposizione (terza personale), che però rimase aperta solo pochi giorni. Gli eventi precipitarono, scoppiò la guerra, Depero disallestì in tutta fretta, rientrò a Rovereto e cercò di farsi dichiarare inabile al servizio militare con gli austriaci. In seguito partecipò a manifestazioni interventiste a Roma.

Torniamo ai duemila metri del Monte Altissimo. L'artista e il rifugio sono coetanei, entrambi videro la luce nel 1892. Sul libro degli ospiti, oltre alla sua firma, Depero lasciò anche un disegno (11x 6 cm circa) intitolato: «LINEE-FORZE (FUTURISMO)».<sup>5</sup>

Questa piccola opera è significativa nel percorso artistico di Fortunato Depero, almeno per due motivi, il primo è la data, vicina alla sua svolta futurista - allo stesso periodo risale una cartolina-collage indicata con il titolo «Dinamismi cromatici»<sup>6</sup> -, il secondo è la vicinanza all'opera di Balla, del quale sembra presagire l'opera «Linee forza di paesaggio» del 1918. Dunque, senza scendere nei dettagli che competono agli studiosi del Futurismo, questo piccolo disegno rappresenta uno dei primi saggi del suo dinamismo plastico.<sup>7</sup>

Questi sono solo alcuni temi che si possono sviluppare partendo da questo rifugio e dalle molte storie che si sono sviluppate attorno a questo luogo. Una tangibile testimonianza della ricchezza del Monte Baldo.

<sup>3</sup> Maurizio Scudiero - *Depero*, Firenze, Milano, Giunti, 2009, pp. 7.

<sup>4</sup> Maurizio Scudiero - *Depero*, Firenze, Milano, Giunti, 2009, pp. 7.

<sup>5</sup> Il libro firme del rifugio Altissimo è conservato presso la Biblioteca della Montagna-Archivio storico-SAT, Trento. Il disegno venne pubblicato, presumibilmente, per la prima volta in: Talieno Manfrini - *Cent'anni di alpinismo roveretano*, Rovereto, Società degli Alpinisti Tridentini, Sezione di Rovereto, 1979, pp. 105. Successivamente in: *Storia di un sodalizio SAT Mori 50°*, Mori, Società degli Alpinisti Tridentini, Sezione di Mori, 1992, pp. 27.

<sup>6</sup> Opera pubblicata in: Maurizio Scudiero - *Depero l'uomo e l'artista*, Rovereto, Egon, 2009, pp. 48.

<sup>7</sup> Carlo Belli - *Memoria di Depero*, IN: *Fortunato Depero 1892-1960: Bassano del Grappa Museo civico-Palazzo Sturm, luglio-settembre 1970*, Bassano del Grappa, Minchio, 1970, pp. L.

