



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

CORSO DI LAUREA IN:
VALORIZZAZIONE E TUTELA DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO
MONTANO

Contributo alla conoscenza di una specie endemica delle Alpi
Lombarde: *Sanguisorba dodecandra* Moretti

Relatore: Prof.ssa Annamaria Giorgi

Correlatore: Dott. Luca Giupponi

Elaborato finale di: Federico Caccia

Matricola: 906572

Anno accademico: 2019-2020

INDICE	> pag. 2
1. RIASSUNTO	> pag. 4
2. PREMESSA	> pag. 5
3. INTRODUZIONE	> pag. 6
3.1. Descrizione di <i>Sanguisorba dodecandra</i> e storia della scoperta	
3.2. Area ed ambiente di crescita	
3.3. Stato dell'arte	
4. SCOPO DELLA RICERCA	> pag. 33
5. MATERIALI E METODI	> pag. 35
5.1. Aree di campionamento	
5.2. Rilievi floristici ed analisi delle comunità vegetali	
5.3. Valutazione della strategia funzionale CSR	
5.4. Analisi bromatologiche	
5.5. Analisi melissopalinologiche	
6. RISULTATI E DISCUSSIONE	> pag. 53
6.1. Caratteristiche delle comunità vegetali di <i>Sanguisorba dodecandra</i>	
6.2. Strategia CSR	
6.3. Caratteristiche bromatologiche	
6.4. Presenza di polline nel miele	

7. CONCLUSIONI	> pag. 77
8. RINGRAZIAMENTI	> pag. 80
9. BIBLIOGRAFIA	> pag. 81
10. ALLEGATO I: Tabella dei rilievi fitosociologici	> pag. 86

1. RIASSUNTO

Nella lunga lista delle specie vegetali endemiche presenti sulle Alpi Orobie è presente *Sanguisorba dodecandra* Moretti, rosacea individuata dal dottor Massara e tipificata dal Moretti nel 1834 di cui si hanno ancora poche informazioni inerenti alcune caratteristiche che potrebbero valorizzare al meglio sia la specie che il territorio in cui è presente. Questa ricerca ha cercato di contribuire a chiarire alcuni aspetti relativi alle caratteristiche ecologiche della specie (e della sua comunità vegetale) e alle sue caratteristiche bromatologiche. Inoltre è stata analizzata la presenza del polline di *S. dodecandra* nel miele locale al fine di comprendere se sia un'erba bottinata dalle alpi e contribuisca a caratterizzare il miele orobico. Per lo svolgimento delle analisi floristico-ecologiche sono state considerate tre aree di studio all'interno del territorio comunale di Valbondione (Valle Seriana, BG) dove la specie costituisce comunità vegetali in cui è dominante (copertura: >70%). In queste tre stazioni, nell'estate 2020, sono stati condotti rilievi fitosociologici e campionamenti di diverso materiale vegetale che hanno permesso di valutare la strategia funzionale CSR e le caratteristiche bromatologiche della specie. Inoltre, sono state svolte analisi melissopalinoologiche di un miele prodotto nell'area di studio.

Dai risultati dell'analisi ecologica è emerso che *S. dodecandra* presenta una strategia funzionale di tipo R/CR (C=25.15%, S=8.61%, R=66.24%) che evidenzia e conferma la capacità di adattamento della specie ad ambienti caratterizzati da frequenti disturbi di tipo abiotico (detriti soggetti a scorrimento d'acqua, canali di valanga, corsi d'acqua). Le analisi bromatologiche hanno evidenziato che *S. dodecandra* ha un elevato contenuto di proteine (21.75% della sostanza secca) il che la rende un'ottima foraggera. Dalle analisi melissopalinoologiche è emersa una buona presenza di polline della rosacea (il 9.5% delle specie meno frequenti) all'interno del miele di castagno prodotto nell'area di studio. I risultati ottenuti in questo lavoro rendono *S. dodecandra* interessante non solo dal punto di vista naturalistico ma anche per la valorizzazione dei prodotti lattiero caseari ed apistici delle Orobie.

2. PREMESSA

Questo elaborato è il frutto del tirocinio svolto a conclusione del corso di laurea triennale in “Valorizzazione e tutela dell’ambiente e del territorio montano”, ed è incentrato sullo studio di alcune caratteristiche poco note di una specie vegetale endemica delle Alpi Orobie: *Sanguisorba dodecandra* Moretti.



3. INTRODUZIONE

3.1 Descrizione di *Sanguisorba dodecandra* e storia della scoperta

Correva l'estate del 1829 sulle Alpi Orobie, quando il medico Filippo Giuseppe Massara, da qualche anno trasferitosi in Valtellina s'imbatté per la prima volta in quella che ancora non sapeva essere una nuova specie vegetale: *Sanguisorba dodecandra*. Medico e chirurgo originario di Pavia dove era nato nel 1792, viveva a Montagna, in Valtellina (SO) dove esercitava la professione medica, e durante il tempo libero si dedicava alla botanica ed allo studio dei minerali. La sua occupazione maggiore, tuttavia, era la raccolta e lo studio delle proprietà e delle caratteristiche di tutte le specie vegetali che incrociava sul suo percorso durante le lunghe escursioni a cavallo, e che sfoceranno, qualche anno dopo, nella pubblicazione del primo libro sulla flora valtellinese, rendendolo ufficialmente il padre della botanica di questa valle alpina. Ben presto le informazioni raccolte suscitarono l'attenzione di alcuni fra i più importanti botanici dell'epoca, quali Giuseppe Comolli (1780-1849), Antonio Bertoloni (1775-1868), Giorgio Jan (1791-1866) ed ovviamente il professor Giuseppe Moretti di Pavia (1782-1853), che era stato docente di Massara all'università. Durante le numerose escursioni Massara riuscì a catalogare e descrivere con molta cura un gran numero di specie, alcune delle quali persino sfuggite a botanici suoi contemporanei che lo avevano preceduto, e nonostante sia riuscito ad esplorare solo una buona metà del territorio della Valtellina, il suo "*Prodromo sulla flora valtellinese*" fu il primo (e finora unico) testo, preciso ed accurato, sulla flora di quei territori. Purtroppo Giuseppe Massara morì nel 1839 mentre cercava di attraversare il fiume Adda a cavallo nei pressi di Albosaggia di ritorno da una visita a un paziente, lasciando dunque la descrizione di tutta la flora della Valtellina incompleta; egli era consapevole di aver eseguito un lavoro in parte incompleto, e lo aveva anticipato nella prefazione del Prodromo (www.wvmm.org).

La sua più importante scoperta tuttavia fu il rinvenimento di specie vegetali che ancora non erano state né individuate, né identificate da nessun botanico dell'epoca. Egli scoprì infatti ben due nuove specie entrambe endemiche della catena Orobia, ma solamente di una poté attribuirsi il merito della scoperta e della descrizione. Accadde infatti che nel luglio del 1829 il dottor Massara s'imbatté per la prima volta in questo vegetale nei pressi del villaggio di Ambria, (Cornaz, 1889; Fuchs-Eckert, 1990; Ferlinghetti, 2011) un pugno di casupole situate in una piccola valle laterale omonima pochi chilometri a Sud di Sondrio. Questa pianta cresceva molto rigogliosa ed era facilmente visibile, tanto che si domandò come fosse possibile che non fosse a conoscenza della sua presenza. Come riportato da Massara stesso riferendosi a Jean François Gaudin, botanico che negli stessi anni pubblicò la *"Flora Helvetica"* all'interno del quale era compresa la flora valtellinese, a quell'epoca territorio Svizzero: *"E s'egli avesse visitate un po' più addentro queste nostre montagne ... come mai avrebbe potuto sfuggirgli quella nuova bellissima specie di Sanguisorba, che è così comune in quasi tutte le valli laterali, e le alpi del primo distretto di Sondrio, a tale che in varie parti serve quasi esclusivamente di pastura al bestiame?"* (Massara, 1834). Immediatamente il dottore scese da cavallo e descrisse il profumo emanato dalla pianta: *"come di cannella, ciclamino e tiglio"*. Si fermò, e dopo un breve sguardo si rimise in marcia: notò come questo cespuglio crescesse infestante lungo tutto il sentiero fino a località Vedello, altro piccolo villaggio nei pressi di Ambria. Qui il medico si fermò nuovamente e chiese delucidazioni ad alcuni contadini che proprio in quel momento stavano falciando la misteriosa e sconosciuta pianta. Come riportato da Ferlinghetti (2011), Fuchs-Eckert (1990) e Cornaz (1889), i contadini gli risposero che: *"...la Scaletta"*, così chiamavano la Sanguisorba per via delle foglie posizionate a mo' di scala *"...è un'eccellente pastura per il bestiame, e grazie a questa pianta le nostre grassine e la frua sono le migliori del mondo"*. Raccolti dunque alcuni esemplari della *Scaletta* il Massara si avviò verso casa e cominciò la procedura d'identificazione: nonostante la ricca collezione di erbari e volumi sulla flora alpina non riuscì ad identificarla, e col sentore di aver scoperto qualcosa di importante spedì dei campioni ad alcuni illustri botanici dell'epoca, già nominati in precedenza: erano gli anni fra il 1829 e il 1831. Fu proprio quest'azione a risultare fatale alla scoperta di Massara. Il dottor Giuseppe Comolli riuscì solo a

trovare una qualche somiglianza con la *Sanguisorba canadensis*, che però è presente in alcuni stati del Nord America (Ferlinghetti, 2011) ma nulla più, mentre come riferito da Massara stesso (1834): “...chi l’ebbe a riferire all’*hybridum*, chi al *polygamum* di WALDSTEIN”; alcuni l’identificarono come una sottospecie di *Sanguisorba minor*, e chi come la salvastrella iberica, *Sanguisorba hybrida*: nessuno riuscì ad inquadrarla per la specie che era. In sostanza vi era una totale discordanza sul nome della specie, nonostante il genere fosse stato identificato definitivamente. A questo punto il dottore comprese che probabilmente si trovava di fronte ad un’essenza mai scoperta prima, e mentre il botanico Giuseppe Comolli, ed i dottori Nicolaus Thomas Host (1761-1834) e Antonio Bertoloni furono concordi con lui, il dottor Moretti era fermamente convinto che quella *Sanguisorba* fosse *S. canadensis*, (Massara, 1834) come scrisse più volte al suo vecchio allievo, una specie Nord Americana distribuita dal Labrador al Michigan fino a Terranova, e in altri stati americani. Tuttavia, dopo tutte queste discordanze ottenne la conferma di aver scoperto una specie nuova e cominciò così a descrivere la rosacea con il nome di *Sanguisorba vallistellinae* in una breve nota, con l’intenzione di pubblicarla in seguito probabilmente sul Prodromo stesso, che non fu redatto fino al 1834. Qualche tempo prima di pubblicare il suo lavoro però, lesse sulla “*Biblioteca italiana o sia giornale di letteratura, scienze ed arti*”, (allora una pubblicazione letteraria periodica, stampata a Milano nel periodo 1816-40) che il dottor Moretti di Pavia aveva redatto la descrizione di una nuova specie di *Sanguisorba*, nello specifico egli descrisse proprio la pianta scoperta da Massara, chiamandola *Sanguisorba dodecandra* Moretti e prendendosi così il merito della descrizione (Tomo LXX, ANNO DICOTTESIMO, Aprile Maggio e Giugno 1833). Nonostante questo gesto irrispettoso Massara continuò il suo lavoro di ricerca e descrizione dei vegetali che incontrava lungo il suo percorso, conscio anche del fatto che il professor Moretti non solo era stato suo docente all’università anni prima, ma lo aveva spesso e volentieri aiutato nell’identificazione di determinate specie (Ferlinghetti, 2011). La descrizione che dunque si apprestava a pubblicare l’anno successivo venne persa, e all’interno del Prodromo Massara scrisse soltanto: “*singular cosa è, che mentre io stava per pubblicare una memoria sulla pianta da me scoperta dichiarandola nuova sotto il nome di Sanguisorba vallistellinae, mi accorsi che il professor MORETTI m’avea*

prevenuto. E sì ch'io lo credeva le mille miglia lontano da questo pensiero ... non sia però chi s'immagini che di questo fatto, io abbia di alcun dispiacere sentito ... anzi della descrizione dello stesso professore MORETTI, di cui non si saprebbe desiderar la più esatta, mi prevarrò io medesimo in queste pagine ad isparagno di fatica e di tempo" (1834). Nonostante queste poche righe dove Massara volle esprimere indifferenza nei confronti del torto subito, tale avvenimento lasciò in lui forse un po' più di consapevolezza, tant'è che successivamente quando individuò un'altra specie vegetale sconosciuta, si apprestò ad effettuarne la descrizione immediatamente, per non commettere lo stesso errore: quella nuova pianta era *Viola comollia* Massara, chiamata così in onore dello stimato botanico Giuseppe Comolli. Dunque di seguito si riporta la descrizione originale della salvastrella orobica ad opera del professor Moretti.



Figura 3.1: *Disegno originale di Sanguisorba dodecandra realizzato dal dottor Massara e posto dall'autore come prima pagina del Prodro-mo della flora Valtellinese (1834). Come riportato da Fuchs-Eckert (1990) il disegno della specie realizzato dal Moretti presenta le infiorescenze erette e non inclinate come sopra. Ciò trova una sola spiegazione: il dottore non aspettò la completa fioritura della pianta per via della fretta nel pubblicarne la scoperta e prevenire così i suoi colleghi, soprattutto il Massara.*

“Caratt. Gener. - Fiori ermafroditi, monoici o poligami sulla stessa pianta. Calice supero quadrifido, con due o tre brattee alla base, corolla nessuna; stami da 4-40. Pistillo 1-2 collo stimma frangiato. Achena secca biloculare indeiscente saldata colla base del calice, che maturando si fa quadrialata ... Radice perenne, cilindrica, semi-legnosa, ramosa, esternamente fosca, internamente bianca, al cui nodo principale hannovi molte gemme dalle quali escono altrettanti rizomi, che dirigonsi obliquamente verso la superficie della terra. Quivi s’ingrossano in un nuovo nodo da cui inferiormente sporgono fuori delle radici fibrose, e superiormente esce un fusto cilindrico leggermente striato, glabro, di un verde chiaro, alto due e più piedi, ramoso, con rami diritti. Foglie alterne pinnate colla fogliolina impari terminale, guainanti alla base, con sette ad otto paja di foglioline pedicellate bislunghe, ottuse, cordate alla base, di un verde glauco specialmente nella pagina inferiore, le superiori opposte, le inferiori alterne, tutte esattamente dentato-seghettate. Fiori spigati, con spighe cilindriche lunghe da uno a due pollici e più, con fiori accumulati, spesso uno o due soltanto di essi trovansi distanti dalla spiga comune. Invoglio florale esterno (calice di Linneo), di una o due brattee lineari-lanceolate, cigliate, di colore giallo-verde. Calice (corolla di Linneo) supero, diviso in quattro segmenti ovati, terminati all’estremità da un fiocchettino di peli brevi, bianchi. Stami da 12-15 bianchissimi, coi filamenti cilindrici tre volte almeno più lunghi dei segmenti del calice, colle antere subdidime biloculari situate alla estremità dei filamenti. Stilo ordinariamente uno, di rado due, il doppio lungo dei segmenti del calice, terminato da uno stimma frangiato o pennicillato: quando sono due, talvolta uno di essi termina in una lamina sottile bianchissima ovato-lanceolata, acuta. Achena drupacea secca, biloculare, quadrialata”.

(Giuseppe Moretti, 1833. Biblioteca italiana o sia giornale di letteratura, scienze ed arti. Tomo LXX, pubblicato il 3 agosto 1833 dall’I. R. Stamperia.)

A questa breve descrizione vengono aggiunte alcune puntualizzazioni e commenti per completarne la discussione, sottolineate dal dottor Massara nel Prodrómo della Flora Valtellinese. Molto spesso il numero di stami di *Sanguisorba dodecandra* è minore di 12, bensì compreso fra 6 ed 8, ed il seme ricorda molto la forma che

assumono i grani di segale a maturazione. L'odore dei fiori è molto intenso e lo si riesce a percepire a grande distanza, ricordando molto l'odore di un insetto, la moscardina (*Aromia moschata*), così come quello di altre specie vegetali: nello specifico *Cyclamen purpurascens* (il Pan porcino o ciclamino) e *Tilia platyphyllos* (Tiglio nostrano). Tant'è che quando il medico pavese essiccava i campioni raccolti, i membri della sua famiglia molto spesso annusavano i materiali impiegati per via del gradevole profumo (Massara, 1834). Come già indicato gli abitanti delle valli orobiche chiamano questa specie con vari nomi, quali *scaletta*, per via della disposizione delle foglie messe a guisa di scala, o anche *frasnej* (frassinello), ma secondo Fuchs-Eckert (1990) anche *frassenella* e *frusnoi*, nomi utilizzati dagli abitanti delle diverse valli del versante orobico valtellinese. Di questa specie non esistono utilizzi documentati di alcun tipo, né si conoscevano (o si conoscono) le proprietà: unica eccezione, risulta essere un eccellente foraggio per il bestiame che si trova al pascolo in questi territori. Come affermato da Massara stesso nel Prodromo infatti (1834): “... *i cui pascoli in alcune parti quasi altra pianta non offeriscono che la nostra, hannosi delle grassine di sì eccellente qualità, che le mandre di alcun'altra parte della provincia di migliori per certo non ne saprebbero somministrare.*” Sostanzialmente, per via dell'alimentazione del bestiame molto ricca di *Sanguisorba dodecandra*, nonostante non ne si conoscano le proprietà, le grassine (ovvero i prodotti lattiero-caseari) e la mascarpa derivanti dal latte della Val d'Ambria e d'Arigna sono le più buone di tutto il territorio di Sondrio. Doverosa è inoltre l'analisi del termine *Sanguisorba*, che dà il nome a questo genere botanico: troverebbe infatti le sue radici nel latino, ed il suo significato letterale è quello di (pianta/e) assorbi - sangue, da “*sanguis*” ovvero sangue appunto, e “*sorbere, sorbeo, sorbui*” ovvero assorbire. Tuttavia, ciò non sta assolutamente a voler indicare proprietà dannose possedute dalle specie appartenenti a questo genere (in particolare *Sanguisorba officinalis*), bensì il contrario, in quanto le vengono attribuite proprietà antiemorragiche e non solo (Gledhill e David, 2008).

3.2 Area ed ambiente di crescita

I riferimenti e le informazioni riportate successivamente si riferiscono prevalentemente ai luoghi dell'alta Valle Seriana (BG), sia perché di mia maggiore conoscenza, sia perché l'attività di tirocinio è stata condotta in questo territorio. Tuttavia, possono essere estesi con una efficace approssimazione a tutta la catena Orobica, dalla Valtorta sino al confine della Val di Scalve con la Valcamonica. Le alpi Orobie nella loro interezza costituiscono l'esclusivo areale di crescita di *Sanguisorba dodecandra*. Dal punto di vista geologico queste montagne hanno un'origine molto antica: si sono infatti sviluppate lungo un arco temporale di milioni di anni a partire dal Permiano (290 milioni di anni fa) formando una catena alpina fra le più spettacolari in assoluto di tutta la catena Alpina. La caratteristica visiva principale delle Orobie è il colore della roccia che le costituisce, molto scura e che permette di distinguerle dalla maggior parte delle Prealpi omonime quali il pizzo Arera e la Presolana, formate invece da rocce molto più chiare e prevalentemente calcaree. Il substrato principale è rappresentato da peliti, conglomerati ed arenarie, alle quali si aggiungono svariate tipologie di rocce e minerali di origine vulcanica, ma non solo: se i versanti bergamaschi derivano infatti dalla lentissima deposizione di rocce di origine alluvionale, lungo il versante orobico valtellinese si ritrovano prevalentemente rocce di origine metamorfica (Casati, 1988). Di seguito è presente un'illustrazione (**Figura 3.2.1**) che mostra la successione temporale delle formazioni Orobiche con i relativi rapporti stratigrafici, utile a comprendere in quale periodo geologico hanno avuto origine queste montagne.

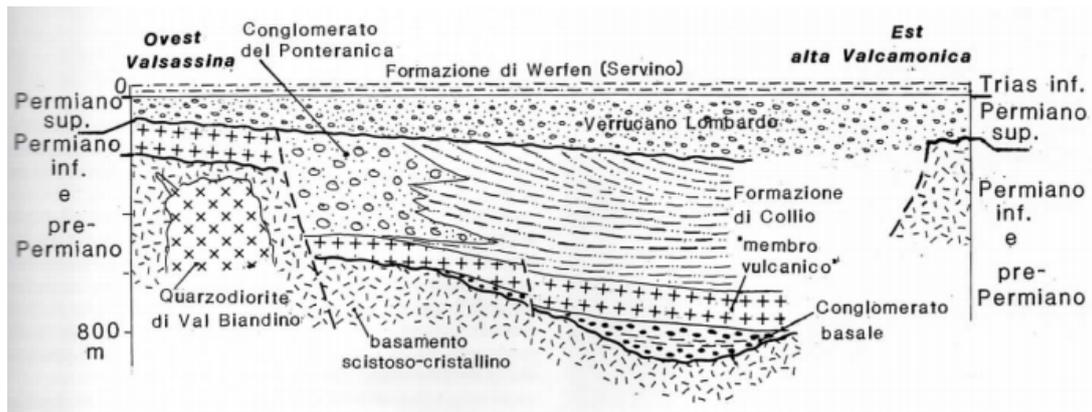


Figura 3.2.1: Rapporti stratigrafici delle Alpi Orobie e periodo di formazione dei vari substrati litologici. Fonte: Casati e Forcella (1988) - Alpi Orobie.

Come si può notare la formazione più antica è il conglomerato basale, di origine sedimentaria e derivato dalla lenta deposizione di materiale convogliato dall'azione dei fiumi che percorrevano questi luoghi durante il Permiano. Poi durante il Permiano inferiore vi fu una notevole attività vulcanica, che diede origine a imponenti depositi di minerali, assieme ai materiali trasportati dai fiumi: è la Formazione di Collio, la più tipica e caratteristica delle Orobie, tanto che interi massicci quali il Pizzo Coca, il Recastello, il Redorta e Punta Scais ne sono quasi completamente formati. La composizione principale a livello litologico è rappresentata da arenarie, siltiti ed argilliti. Altre due formazioni importanti sono il Conglomerato del Ponteranica ed il Verrucano Lombardo, formatosi in periodi più recenti e tipico anch'esso delle Orobie, tanto che forma quasi interamente il substrato della vicina Valle di Scalve (Casati e Forcella, 1988). Principalmente il Verrucano Lombardo è formato da arenarie e da conglomerati, assieme ad altre rocce sedimentarie. A completare il quadro, verso il limitare della valle, si trovano prevalentemente rioliti, ortogneiss (composti da gneiss granitici e granodioritici) ed infine filladi e micascisti filladici; questi ultimi con gli scisti di Edolo, le filladi d'Ambria ed i micascisti del Maniva occupano porzioni di superficie che si estendono oltre la Valtellina e l'alta Valcamonica. Da non dimenticare l'azione dei ghiacci durante il Pleistocene, che portò al modellamento di questi substrati rocciosi definendo i profili delle montagne, ma non solo: alcuni luoghi delle Alpi e delle Prealpi Orobie furono infatti soltanto lambiti dal ghiaccio, e

numerosissimi organismi vegetali poterono così trovare riparo su questi rifugi glaciali, oggi così ricchi di specie rare o addirittura endemiche. Ad oggi l'ultimo frammento a testimonianza di quel periodo è rappresentato dal ghiacciaio del Trobio, l'unico rimasto sulle Orobie, che domina l'omonima valle del Trobio posta poco più in quota rispetto all'invaso del Barbellino. Tale origine geologica, assieme all'azione degli agenti atmosferici ha ovviamente portato nel corso dei millenni alla formazione di suoli con caratteristiche particolari. I suoli delle Alpi Orobie presentano infatti una profondità utile alle specie vegetali molto ridotta vista la notevole pendenza dei versanti, e solo nei fondovalle si trovano terreni più profondi e ricchi di macroelementi: i più diffusi in alta Valle Seriana sono i Leptosols ed i Cambisols podzolici, assieme ai Podzols veri e propri, così come i Regosols. Generalmente si tratta di terreni sottili o molto sottili, con una tessitura franco - sabbiosa; questi suoli presentano inoltre, quasi d'ovunque, una reazione (o fattore pH) molto acida o al più sub-acida. Nella tabella seguente (Tab. 3.2.2) sono indicate le caratteristiche dei suoli di alcune località della Valle Seriana.

Località	Tipo di suolo	Profondità (cm)	Tessitura	Reazione
Barbellino	Leptosols	25	F - S	Acida
Lizzola	Cambisols podzolici	135	F - S	Acida
Maslana	Leptosols	25	F - S	Acida
Testata valle	Leptosols	25	F - S	Acida
Fondovalle	Regosols	130	F - S	Sub -acida
Valcanale	Cambisols podzolici	63	F - A	Sub - acida
Valgoglio	Leptosols	25	F - S	Acida
Vilminore	Cambisols	35	F - A	Sub -acida

Tabella 3.2.2: Caratteristiche di alcuni suoli della Val Seriana e limitrofi, elaborata utilizzando i dati del Geoportale di Regione Lombardia (www.geoportale.regione.lombardia.it).

Per quello che riguarda il clima - nonostante per averne una corretta misura occorra prendere in considerazione parametri quali la pressione atmosferica, il vento, la nuvolosità, così come l'insolazione e l'umidità dell'aria - le misure di temperatura e precipitazioni atmosferiche di un particolare luogo ne garantiscono un'adeguata descrizione. Il clima delle Alpi Orobie è quello tipico delle zone alpine: forti

escursioni termiche tra stagioni differenti (ma anche fra il dì e la notte) e un regime di precipitazioni atmosferiche che comprende caratteristiche dei regimi suboceanico e sublitoraneo prealpino. Più di 1000 mm di pioggia ogni anno, equamente distribuiti ma concentrati solitamente nei periodi equinoziali e con picchi durante l'estate (temporali estivi), interessano questa catena alpina. Durante l'inverno le precipitazioni nevose sono cospicue soprattutto alle quote più alte, e sopra i 1500 - 2000 metri spesso si accumulano svariati metri di neve, che in certi luoghi permane anche durante i mesi più caldi dell'anno, fino all'inverno successivo: è ciò che accade al nevaio della Valcanale, e in generale in tutti i versanti in ombra del massiccio orobico. Le riserve idriche alimentate da tali precipitazioni sono molto importanti, tanto che oltre ai numerosi invasi artificiali posti a produzione di energia elettrica, a cavallo delle valli Seriana e Brembana sono presenti circa un centinaio fra laghi e laghetti alpini, diffusi anche nel resto del territorio. Anche le riserve sotterranee sono decisamente cospicue, e garantiscono ai numerosi torrenti ed ai fiumi di questi territori un regolare efflusso per tutto l'anno. Le estati sono calde anche se brevi soprattutto all'aumentare della quota, e in genere l'umidità presenta valori molto elevati in tutte le stagioni. I grafici meteo successivi sono utili per meglio comprendere quanto appena scritto (Fig. 3.2.3 - 3.2.4).

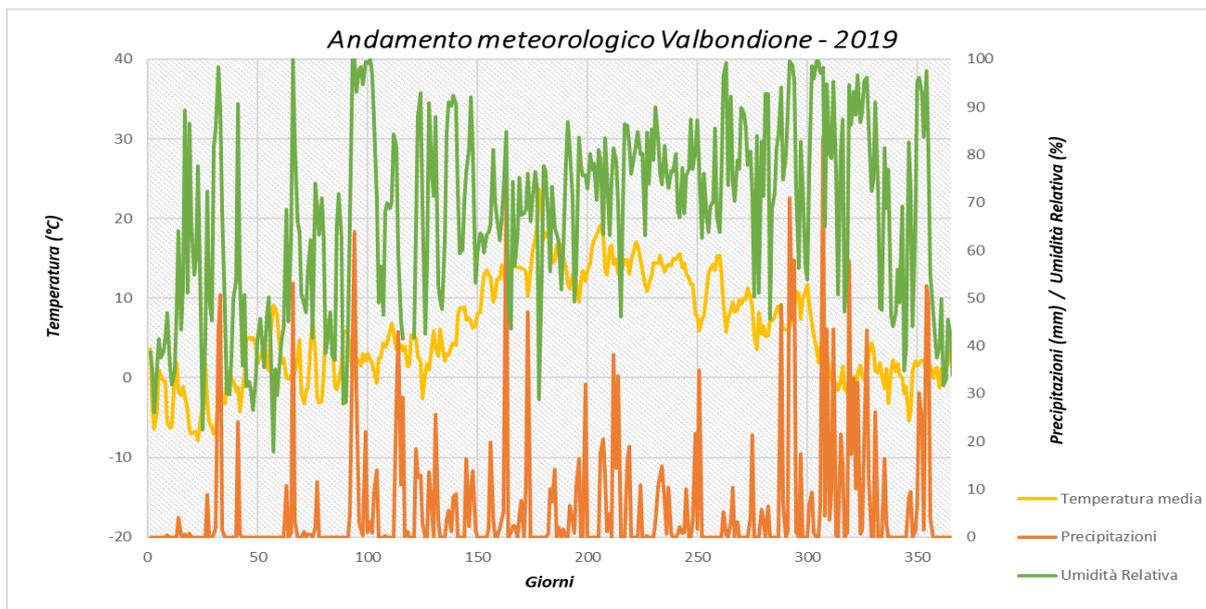


Figura 3.2.3: Andamento meteorologico (temperature, umidità, precipitazioni) nell'anno 2019 a Valbondione (BG), alta val Seriana. Elaborazione dei dati disponibili su www.arpa.lombardia.it (Sito ARPA).

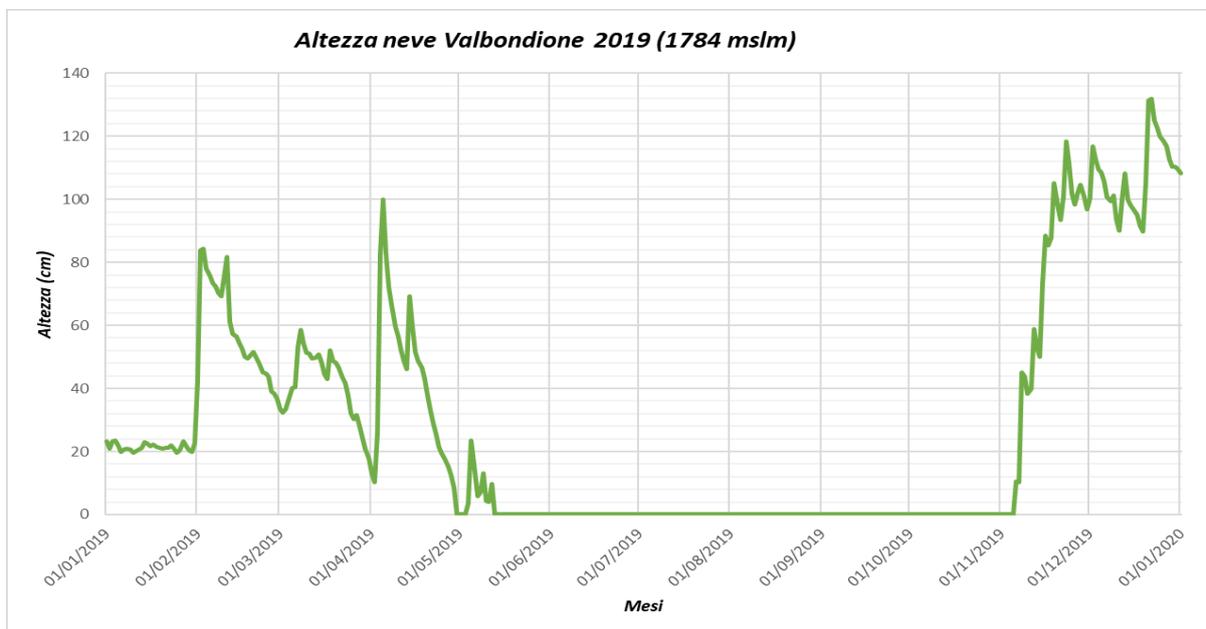


Figura 3.2.4: Altezza (in centimetri) raggiunta dagli accumuli nevosi nei pressi della capannina meteorologica ARPA posta a 1800 m.s.l.m., Valbondione (BG), anno 2019. Elaborazione dei dati disponibili su www.arpa.lombardia.it.

Come si può notare le precipitazioni atmosferiche che interessano la Valle Seriana sono decisamente importanti, soprattutto nel periodo autunnale, durante il quale all'abbassarsi delle temperature molto spesso assumono carattere nevoso. Ciò ovviamente si ripercuote sull'umidità relativa che risulta essere veramente elevata praticamente in tutti i periodi dell'anno, persino durante l'estate quando le temperature medie si innalzano di molto rispetto al resto dell'anno, caratteristica che nel corso degli ultimi anni fra l'altro, si sta accentuando non di poco. Per quello che riguarda gli accumuli nevosi normalmente non risultano eccessivamente abbondanti. Come si può verificare dal grafico attorno ad una quota di 1800 metri non superano i 150 centimetri, e tendono a ridursi parecchio col diminuire della quota. Tuttavia nevicatae abbondanti possono verificarsi anche durante il periodo primaverile qualora le temperature medie non siano troppo elevate, ciò aiuta il mantenimento degli ultimi nevai sparsi sul massiccio orobico e garantisce una abbondante riserva idrica per tutto il territorio anche durante l'estate.

Infine, un cenno generale a quelle che sono le tipologie di soprassuoli di questi luoghi utilizzando le informazioni della carta forestale disponibile sul Geoportale di Regione Lombardia. In particolare, si prende in considerazione il territorio prossimo alla testata della valle Seriana, nonostante le successive informazioni sono generalmente valide per tutte le valli e convalle orobiche. In accordo con quanto scritto sul sito dell'azienda faunistico venatoria Valbelviso-Barbellino (www.valbelviso-barbellino.org), alle quote più basse le specie dominanti sono le latifoglie, quali ontano, acero di monte, sorbo e nocciolo. Nello specifico nei pressi del fiume Serio sono presenti soprattutto aceri-tiglieti e aceri-frassineti con qualche esemplare di faggio, mentre in altre aree si ritrovano prevalentemente aceri-frassineti con esemplari sparsi di *Ostrya carpinifolia* oppure alneti tipici di ontano nero. Le specie dominanti sono dunque *Acer pseudoplatanus*, *Tilia cordata* e le piante del genere *Fraxinus*, mentre in aree ridotte soprattutto *Alnus glutinosa* (Geoportale di Regione Lombardia, Carta Forestale). Al di sopra dei 1000 metri di quota la vegetazione tende invece a variare a seconda del versante preso in considerazione. Lungo la destra orografica sono presenti le tipiche formazioni di orno-ostrieti, boschi dominati dall'orniello e nuovamente dal carpino nero, mentre lungo il versante opposto sono presenti soprattutto faggete montane assieme a peccete entrambe tipiche dei

substrati silicatici e dei suoli mesici: “Oltre i 1300 m si estende il bosco di resinose, con prevalenza di abete rosso misto ad abete bianco, pino silvestre, larice” (A.F.V. Valbelviso-Barbellino). In particolare in Val Seriana a questa quota si affiancano a *Fagus sylvatica* le conifere, soprattutto abete rosso, mentre *Abies alba* non è presente se non in aree poste più a valle. Queste due formazioni in particolare, assieme alle piceo-faggete poste lungo il sentiero che conduce al rifugio Curò sono quelle più presenti e dominano gran parte del territorio di Valbondione. Come riportato sul sito della Provincia di Bergamo (www.provincia.bergamo.it) nella sezione dedicata al parco delle Orobie: “Sui pendii dei monti, tra i 600 e i 1500 metri, è presente il faggio, in mescolanza con carpini e noccioli, ontani, frassini, betulle”. Salendo dunque di quota attorno ai 1500 metri sono appunto presenti le tipiche faggete altimontane (soprattutto lungo la destra orografica) e di nuovo peccete, alle quali in alcuni luoghi nei pressi dell’abitato di Lizzola si affiancano formazioni di *Larix decidua*, lariceti prevalentemente in sostituzione con le peccete. Sempre nei pressi della frazione sono presenti alcune formazioni forestali minori, quali rimboschimenti artificiali di conifere e betuleti primitivi con esemplari di *Corylus avellana* (Geoportale Regione Lombardia), d’accordo con quanto indicato sul sito della Provincia. A separare le formazioni appena descritte le une dalle altre sono ovviamente presenti formazioni intermedie, caratterizzate dalla presenza di più specie differenti. Infine, raggiungendo le creste dei versanti dove le formazioni arboree cedono il posto ai prati e ai pascoli d’alta quota, sono presenti alneti questa volta di ontano verde, *Alnus viridis*, e nei pressi del lago del Barbellino le tipiche mughete microterme. Come riportato nuovamente nella sezione dedicata al Parco Orobie il limite altimetrico dei boschi di conifere si spinge infatti sino a 1700 metri in Val Seriana, dopodiché *Pinus mugo* rappresenta sostanzialmente l’unica specie arborea in grado di crescere lungo il limite dei 2000 metri di quota, assieme a qualche sporadico esemplare di maggiociondolo e larice che presentano tuttavia uno sviluppo molto contenuto. Al di sopra di questa quota la copertura del suolo è rappresentata soprattutto da specie erbacee e talvolta arbustive, come *Rhododendron ferrugineum*. Citando un’ultima volta il sito provinciale: “Stupenda, a ogni livello, la flora alpina...da segnalare, due particolari endemismi: la *Viola comollia* e la *Sanguisorba dodecandra*”. Nella successiva immagine (3.2.5) è evidenziata la

copertura del suolo del territorio comunale di Valbondione, compresi i cespuglieti ed i prati oltre alle formazioni forestali appena descritte. I campionamenti eseguiti per lo svolgimento di questo studio sono stati condotti all'interno di questo particolare territorio, spaziando dalle quote più basse sino a raggiungere i 2000 metri nei pressi dell'invaso artificiale del Barbellino.

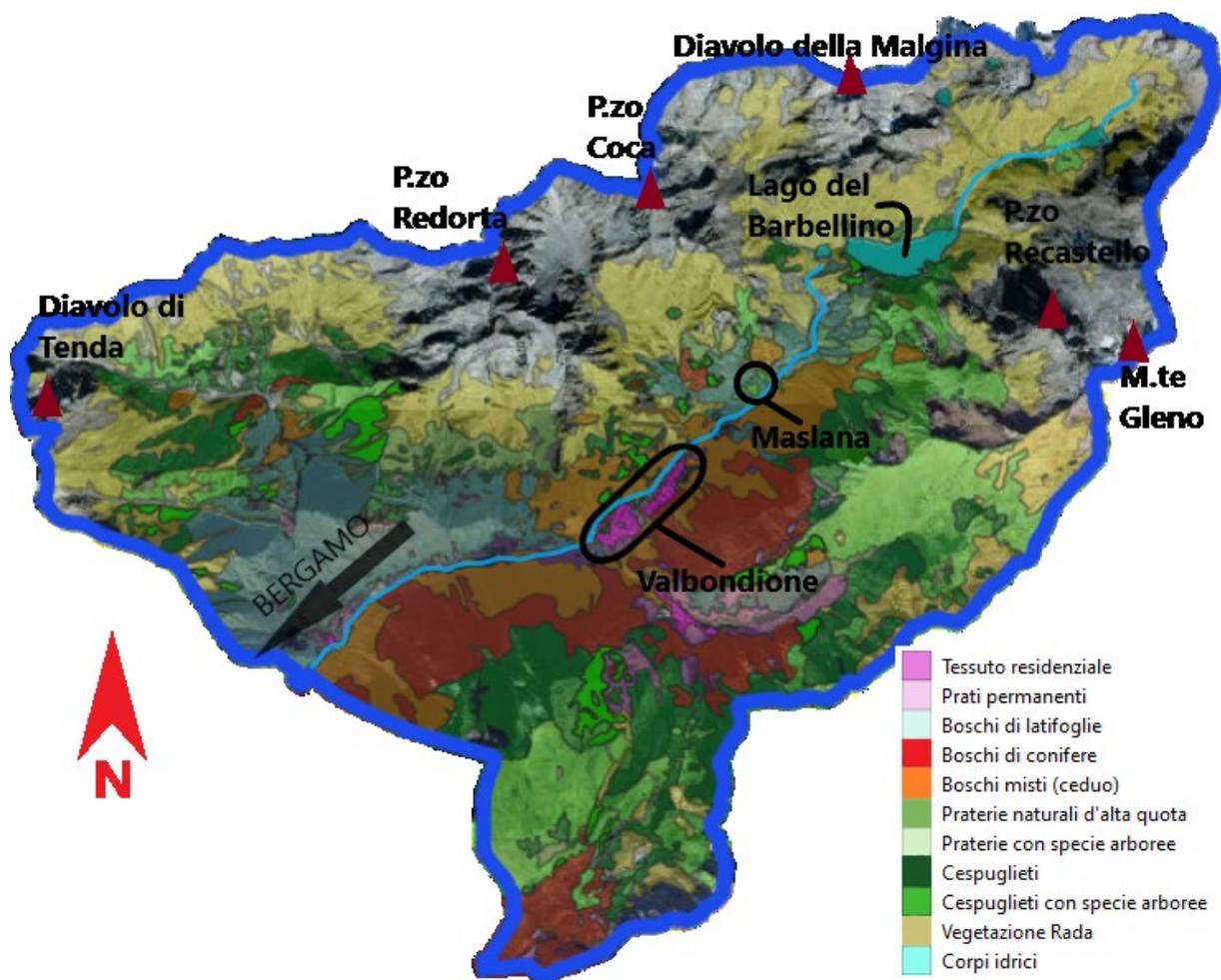


Figura 3.2.5: Copertura del suolo del territorio comunale di Valbondione (BG). Elaborazione tramite applicativo QGIS dell'ortofoto di Regione Lombardia.

3.3 Stato dell'arte

Ad oggi, le informazioni disponibili riguardo *Sanguisorba dodecandra* non sono molte. Se infatti la descrizione della specie e l'area di crescita sono ormai ben definite, gran parte delle altre informazioni che la riguardano come l'ecologia, la biologia riproduttiva e le cause del suo endemismo sono frammentarie o totalmente sconosciute. A livello tassonomico una volta rinvenuta dal Massara nel lontano 1829, questa specie gettò subito confusione nelle menti di quei botanici che cercavano di identificarla: “in sulle prime fu creduta un *Poterium*: e chi l'ebbe da riferire all'*hybridum*, chi al *polygamum* di WALDSTEIN. Il professore Moretti fu veramente il primo che aggiudicò alle sanguisorbe ... rimanevasi tuttavia fiso nell'opinione che la nostra sanguisorba fosse la *canadensis*.” (Massara, 1834). Tuttavia, dopo aver preso in considerazione l'idea di riunire sotto un unico genere (*Sanguisorba*, appunto) i due generi *Poterium* e *Sanguisorba* per via di svariati motivi, il professor Moretti la classificò finalmente come *Sanguisorba dodecandra*, appartenente alla famiglia delle *Rosaceae*, attirando a sé le ire di svariati botanici e dottori dell'epoca (Fuchs-Eckert, 1990). Giuseppe Bergamaschi (1785-1867) e Giuseppe Napoleone Besta (1840-1879) scrissero addirittura lettere e un poema didascalico in 31 canti per dare notorietà all'accaduto in ambito scientifico. Nella tabella successiva (3.3.1) è riportata la classificazione tassonomica per intero, elaborata dai dati presenti

Classificazione tassonomica	
Regno:	<i>Plantae</i>
Phylum:	<i>Magnoliophyta</i> (Angiosperme)
Classe:	<i>Magnoliopsida</i> (Dicotiledoni)
Ordine:	<i>Rosales</i>
Famiglia:	<i>Rosaceae</i>
Genere:	<i>Sanguisorba</i>
Specie:	<i>Sanguisorba dodecandra</i>

Tabella 3.3.1: Classificazione tassonomica di *S. dodecandra* Moretti. Dati estratti dal sito dell'ITIS.

nell'Integrated Taxonomic Information System, una banca dati del governo federale USA. Analogo discorso per ciò che riguarda la descrizione, che venne redatta e pubblicata dal professor Moretti nel 1833 e seppur con qualche dimenticanza e coperture sottolineate da Massara nel Prodromo del 1834, ad oggi risulta essere l'unica descrizione completa e ufficiale della salvastrella

orobica. Caratteristica particolare notata durante i primi campionamenti eseguiti alla stazione posta a 2000 metri, è che gli steli della pianta nella porzione apicale o comunque negli ultimi 20-30 centimetri spesso assumono una colorazione tendente al rosso scuro simile al porpora, particolarità notata poi per tutto il resto della stagione e poco o per niente presente sugli esemplari campionati più a valle. Per ciò che concerne l'ambiente di crescita la salvastrella trova nelle Alpi Orobie le caratteristiche ideali per il suo sviluppo, riuscendo a crescere in condizioni ambientali relativamente ostili, quali sono quelle offerte dai territori montani. Tuttavia, all'interno del settore orobico, non è presente dovunque e nei luoghi in cui si sviluppa, lo fa con alcune differenze legate ovviamente all'altitudine ed alle condizioni edafiche e climatiche. *Sanguisorba dodecandra* cresce prevalentemente nelle vicinanze delle sorgenti, dei corsi d'acqua, nei canali di valanga e smottamenti ed in generale su terreni con buona disponibilità di nutrienti (Andreis et al., 1994; Bona, 2012; Fuchs-Eckert, 1990), sfruttando i terreni molto superficiali tipici dei ripidi versanti orobici ma anche quelli un po' più profondi dei fondivalle, talvolta occupando parzialmente le zone laterali dei letti dei torrenti che qui scorrono abbondanti. Da ciò si potrebbe dedurre che questa specie abbia sempre bisogno di una disponibilità idrica elevata, cosa non del tutto corretta in quanto è in grado di svilupparsi vigorosamente anche in zone distanti dai torrenti, o comunque su terreni molto acclivi ed esposti in pieno sole; tuttavia si tratta sempre e comunque di luoghi che presentano un'alta umidità relativa (caratteristica tipica del settore orobico) il che permette la notevole diffusione di questa specie. Ciò trova conferma in un breve estratto della "Distribuzione di *Sanguisorba dodecandra* Moretti in Val di Scalve", a cura di Tagliaferri (1992), dove l'autore afferma: "*La specie tende a colonizzare estese superfici, insediandosi di preferenza lungo il fondo dei solchi vallivi, ma anche su versanti bene esposti purché ricchi di umidità e con scarsa o nulla vegetazione arborea.*" Altra fonte che conferma quanto affermato ci è fornita da Parolo (2004) in quanto la specie in questione, essendo dotata di foglie anfistomate non può che diffondersi in aree molto piovose durante l'estate, o comunque umide a sufficienza da favorire la formazione di nebbie. Tuttavia, è in grado di crescere vigorosamente anche in altri contesti ambientali caratterizzati da microclimi differenti, in quanto: "...sulle Alpi Orobie, ma anche in Val di Tegno, si mostra

singolarmente vigorosa anche in contesti ambientali mesofili, talvolta pascolati, in cui apparentemente non si verificano le condizioni ecologiche tipiche della specie.” Addirittura, secondo Fuchs-Eckert (1990) la si trova: *“in prossimità di torrenti che per i salti del percorso spruzzano acqua in continuazione e lungo le sponde dei laghi alpini”*. La salvastrella orobica essendo una specie acidofila tende a svilupparsi prevalentemente su terreni che presentano substrati acidi o al più sub-acidi, mentre sui terreni carbonatici cresce solamente in alcune aree circoscritte, formando popolazioni molto meno numerose: ciò viene nuovamente confermato da Tagliaferri (1992), che sottolinea come nel settore meridionale della Val di Scalve, dove appunto sono presenti substrati di rocce calcaree, la pianta non è stata rinvenuta se non in poche popolazioni formate da un numero molto esiguo di esemplari. Per quello che riguarda l’alta valle Seriana i suoli sono tutti caratterizzati da una notevole acidità, dunque possiedono una caratteristica fondamentale per il notevole sviluppo della specie. Ponendo l’attenzione sulla pendenza e sull’esposizione dei versanti *Sanguisorba dodecandra* cresce indifferentemente su terreni pianeggianti così come su quelli più in pendenza, mentre predilige i versanti esposti a Sud - Sudovest, caratteristica notata anche durante le numerose rilevazioni in campo. Su tali versanti origina popolazioni molto estese e numerose, sviluppandosi tuttavia seppur in misura minore, anche in aree meno esposte o comunque relativamente in ombra. Da notare che delle tre stazioni designate per i campionamenti in quanto colonizzate da ampie popolazioni della rosacea, due sono esposte a Sud e la terza a Sud-Ovest. I limiti altitudinali della specie sono relativamente stabili, in quanto è presente in linea generale a partire dai 900 metri di quota sino a circa 2100 m.s.l.m., quindi nei piani altitudinali che vengono definiti come montano, subalpino ed alpino (Pignatti, 2019; Acta Plantarum, 2007 in avanti - *“Sanguisorba dodecandra Moretti”* - Scheda IPFI). Tuttavia come segnalato da Fuchs-Eckert (1990) trova condizioni ecologico-ambientali migliori tra i 1800 ed i 1900 metri di quota. In particolare, nel territorio comunale di Valbondione dove è stato condotto lo studio, è presente a partire dai 1000 metri lungo il limitare delle faggete e sul confine con i prati ed i pascoli, così come lungo i numerosi sentieri e strade sterrate che percorrono i versanti, non soffrendo del disturbo antropico derivante dal passaggio dei numerosi escursionisti. Più in quota si sviluppa sempre seguendo i sentieri ed i canalini rocciosi, sino a

tendono a diventare meno consistenti al raggiungimento dei 2000-2100 metri di quota. In questi luoghi è in grado di ricoprire interi versanti come avviene sulla sponda settentrionale dell'invaso del Barbellino, così come di occupare parzialmente i sentieri frequentati da migliaia di escursionisti ogni anno senza risentirne apparentemente. Secondo Bona et al. (2020) in alcune località si spinge sino a 300 metri di quota, lungo il corso del fiume Serio. È poi presente sopra l'abitato di Lizzola e di conseguenza nella vicina valle del Gleno, parte della più grande Val di Scalve, dove secondo Tagliaferri (1992): “... *la specie è abbondantemente presente, tra i 1000 e 2000m circa, in quasi tutte le tributarie di destra del F. Dezzo; restano escluse solo le due più orientali: Valle Asinina e Valbona.*” Fuchs-Eckert (1990) segnala tuttavia una caratteristica importante della specie, in quanto secondo l'autore sulle Orobie Bergamasche il *frasnej* origini popolazioni numericamente e territorialmente molto grandi, mancando però completamente in certe aree, cosa che sul versante valtellinese invece non avviene. Infine, la provincia di Sondrio: secondo Massara (1834) *Sanguisorba dodecandra* cresceva sulle alpi di Rodes, Rôla, Scaiz, Forcellina, Venina e Tegno, così come nelle valli d'Ambria e d'Arigna immediatamente a Sud di Sondrio (ovvero sul versante orobico valtellinese). Ad oggi tuttavia, sembrerebbe che l'unica stazione interessata dalla presenza di popolazioni consistenti di questa rosacea sia la Val di Tegno, posta appena sulla sinistra orografica della Valmalenco e facente parte del settore retico. Secondo Parolo (2004) infatti, il quale riporta quattro stazioni principali presenti sulle Alpi Retiche, due sarebbero il frutto dell'introduzione artificiale della specie ad opera del naturalista Alfredo Corti (1880-1973) per studiarne la possibilità di diffusione all'esterno del settore orobico, nel 2001 ancora presenti. Una terza stazione situata presso il monte Rolla non è invece mai stata ritrovata mentre la quarta è appunto situata in Val di Tegno. Quest'ultima: “...*scoperta dal Massara e riconfermata dal FORNACIARI (1952), fu da quest'ultimo considerata di origine antropica, diffusa involontariamente dalle mandrie di bovini che da tempo vengono trasferite negli alpeggi di questa valle durante l'estate, mentre abitualmente svernano nel fondovalle valtellinese e nei maggenghi delle Alpi Orobie nei pressi di Albosaggia (SO)*”. Un'altra mappa rappresentante la distribuzione di *S. dodecandra* è visibile nell'immagine successiva (**Figura 3.3.3**).

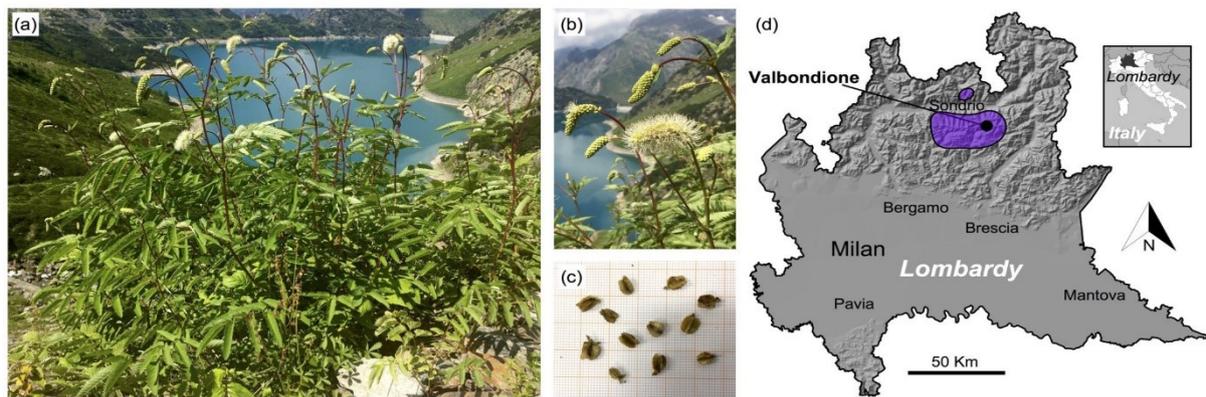


Figura 3.3.3: a) esemplare della specie nei pressi del lago del Barbellino con (b) infiorescenze in prefioritura e in piena fioritura. Al di sotto gli acheni quadrialati (c) ed infine a fianco (d) una mappa con l'area di distribuzione nelle Alpi Lombarde in accordo con Bona (2012).

Fuchs-Eckert (1990) aggiunge: “La si trova verso levante nell’alta valle del torrente Serio, sopra le baite di Armisola...ancor più frequentemente nella valle del torrente Armisa fino alle baite dei Forni (1296m) ove la pianta trova il suo punto più ad Est in Valtellina...i limiti occidentali sono nella valle del torrente Livrio”. Anche quest’autore si occupa della presenza del *frasnej* al di fuori del territorio Orobico, affermando che la sua presenza in val di Tognò sia “vaccagenica”, causata dal fatto che le alpi lì localizzate fossero di proprietà dei frazionisti di Albosaggia che dunque contribuirono involontariamente alla diffusione della specie. Riporta anche le località delle due stazioni frutto dell’attività del naturalista Corti che nel 1925 e nel 1935 mise a dimora diverse radici provenienti dalla valle del torrente Caronno. La prima era sita nei pressi di Chiareggio a 1600 metri di quota sulla sponda destra del torrente Nevasco, mentre la seconda nelle vicinanze di Boirolo (Treviso, Sondrio) a 1400-1500 metri. L’autore segnala altresì la presenza della specie in alta Valle Camonica (BS), a Canè: tuttavia tale stazione è definitivamente di origine antropica. Inoltre la presenza in passato di numerosi avvistamenti di stazioni di crescita della specie, era dovuta alla naturale capacità della salvastrella orobica di essere coltivata negli orti e nei giardini botanici di montagna, dai quali poi riusciva a fuggire diffondendosi nelle vicinanze. A conferma di ciò Fuchs-Eckert (1990) segnala i casi di Zurigo (1912, Schmelzberg, 500 m.s.l.m.) e del Canton Grigioni dove prima del 1850 la *scaletta* fu rinvenuta dal professor Oswald Heer nell’alta valle del Reno, sul

versante sinistro. Tuttavia sembrerebbe esserci un'eccezione: come segnalato da Bona (2020) e Galasso (2015), sarebbero presenti due piccole popolazioni in Val di Fleres (BZ), dove la pianta sarebbe giunta al seguito di un battaglione militare bergamasco, che nel secondo dopoguerra stazionò in zona per un certo periodo. Sembrerebbe inoltre che ormai queste due popolazioni siano completamente naturalizzate. Secondo la Red List dello IUCN la specie è classificata, sulla base dell'area dove la si può ritrovare naturalmente, come NT. Ciò a causa del fatto che: *"The extent of occurrence is less than 5,000 km² and the area of occupancy is less than 1,000 km²... A decrease in habitat quality is suspected in the future due to the building of dykes and because of the expected climate change for the Alpine region"*. La sua area di crescita rientra inoltre nel perimetro di due Parchi Regionali, quello delle Orobie Bergamasche e delle Orobie Valtellinesi e proprio per questo motivo esiste una legge regionale pensata per proteggere le svariate specie endemiche presenti in questi territori, tra le quali *Sanguisorba dodecandra*. Dati molto importanti ci vengono forniti sempre da Parolo (2004) in quanto in Val di Togno condusse dei rilievi fitosociologici (probabilmente tra i pochi finora eseguiti) allo scopo di confrontare i consorzi a *S. dodecandra* che qui cresce tra i 1300 ed i 2000 metri di quota. Nello specifico si confrontarono le caratteristiche delle alleanze *Adenostylion allariae* e *Carici piluliferae-Epilobion angustifolii* della Val di Togno con le associazioni *Cirsio-Sanguisorbietum dodecandrae* dei versanti orobici valtellinesi. Dai risultati emerse che: *"I sanguisorbeti della Val di Togno evidenziano l'ampiezza ecologica che la specie può assumere...la classificazione gerarchica mostra un netto distacco tra i rilievi appartenenti all'alleanza Carici piluliferae-Epilobion angustifolii da tutti gli altri collocabili nell'Adenostylion allariae...Anche i rilievi 1, 2 e 3 appaiono ben segregati dai sanguisorbeti orobici."* Sempre secondo l'autore: *"L'effettivo riscontro in Val di Togno di sanguisorbeti sinecologicamente vicini al Cirsio-sanguisorbetum dodecandre delle Orobie valtellinesi...avvalorerebbe la possibilità che in questa valle S. dodecandra debba essere considerata una specie autoctona, la cui presenza sarebbe da imputare a cause naturali, forse ancestrali, di espansione del proprio areale verso il versante retico"*. Parolo comunque non smentisce l'ipotesi del Fornaciari, anzi afferma che tutte le altre stazioni osservate sembrano decisamente legate all'attività pastorale, nonché alla capacità della

specie di attecchire molto facilmente in aree dove i competitori naturali sono assenti e le condizioni microclimatiche particolarmente adatte. Afferma in ultima analisi che la presenza di *S. dodecandra* in Val di Tegno rappresenta un enigma aperto, sperando in future ricerche ecologiche da condurre sulle Orobie Bergamasche per giungere a delle risposte. Le restanti informazioni disponibili su questa specie sono scarse e provengono perlopiù da fonti non recenti, soprattutto dalle poche righe scritte dal dottor Massara nel lontano 1834. Come descritto nel Prodromo questa specie due secoli fa veniva impiegata volentieri dai contadini e dai pastori che conducevano le loro mandrie sugli alpeggi delle valli d'Ambria ed Arigna, a causa del fatto che oltre a costituire quasi per intero le essenze vegetali disponibili in certi alpeggi, le grassine (burro, formaggi e mascarpa) prodotte dal latte delle vacche erano le più saporite di tutto il territorio Valtellinese. Questa affermazione ai fini dello studio è molto importante in quanto oltre ad esserci fornita da una fonte affidabile quale il dottor Massara, rappresenta una delle incognite alla base dello studio: la ricerca del possibile valore foraggero di questa specie. Purtroppo questa rappresenta anche l'unica fonte esistente riguardo l'utilizzo della salvastrella orobica sotto forma di foraggio, e dunque si può contare soltanto su questa breve affermazione. Nota aggiuntiva riguarda il fatto che durante i campionamenti è stato notato che le greggi condotte nelle zone montane al di sopra dell'abitato di Valbondione sembrano apprezzare questa specie vegetale, lasciando intatti solamente gli steli e divorando completamente le ampie e abbondanti foglie. Ciò verrebbe confermato oltre che dalle fonti già citate anche dagli abitanti della località Maslana, i quali affermano che pure le mandrie bovine al pari delle greggi si nutrono volentieri della specie. Un importante indizio ci è però dato nuovamente da Fuchs-Eckert (1990) in quanto l'autore segnala, nel breve documento "Il *Frasnej*", che attorno al 1920 *Sanguisorba dodecandra* venne coltivata come specie foraggera in diverse stazioni sperimentali estere. Nello specifico fu coltivata nella stazione federale per il controllo delle sementi sulla *Fürstentalp* sopra Trimmis (Svizzera, nei pressi di Coira, 1782 m), e: "...sul versante settentrionale dello *Schneeberg*, a Sud-Ovest di Vienna, dove Theodor Von Weinzierl (1854-1917) aveva coltivato vicino al *Damböckhaus* alcune piante provenienti dalla Valtellina. Qui la *Sanguisorba* cresceva rigogliosa fino al 1920 anche se con piante sterili". Ad oggi queste stazioni sono

ovviamente scomparse. Gli altri dati disponibili sono riferiti agli utilizzi in ambito umano di essenze che appartengono al genere *Sanguisorba*, ma non nello specifico alla specie *Sanguisorba dodecandra*. Ciò in quanto non esistono fonti di alcun tipo che ne documentino l'utilizzo specifico come fonte alimentare e/o come pianta officinale, e si può soltanto supporre il fatto che le proprietà descritte siano possedute dalla specie oggetto di studio. Il genere botanico *Sanguisorba* comprende infatti una trentina di specie ad oggi scoperte e classificate (Li Chaoluan et al., 2003), ed alcune di queste, quali ad esempio *Sanguisorba officinalis* vengono impiegate da secoli in Cina, dove a partire dal 206 a.C. ne venne documentato l'utilizzo in un testo che riportava conoscenze in ambito agricolo, lo *Shénnóng Běncǎo Jīng*, la cui stesura è attribuita all'imperatore Shen Nong. Anche in Occidente venivano utilizzate simili essenze, con finalità farmaceutiche ed alimentari, ma se in Oriente veniva prediletto l'utilizzo della componente ipogea, nei paesi Occidentali venivano preferite le parti verdi e dunque le porzioni epigee di questa specie. In ogni caso, le proprietà attribuitele sarebbero molteplici, siano esse antinfiammatorie, digestive, astringenti ed emostatiche, nonché detergenti e lenitive per le infiammazioni. Altre proprietà note sarebbero la capacità di aiutare la cura del mal di stomaco, delle cistiti e dei calcoli alla vescica, sotto forma di infusi piuttosto che di decotti, ed infine anche un'ottima commestibilità, dunque utilizzabile per insaporire diversi piatti al pari di molte specie selvatiche. (Zepigi, 2007 in avanti - "*Sanguisorba officinalis* L" - *Salvastrella* maggiore". In *Acta Plantarum, Forum*). Come riportato da due articoli (Bastow et al., 1993; Zhu et al., 2014) presenti sulla pagina wiki riferita a *S. officinalis*, parte di queste proprietà potrebbero essere dovute alle sostanze chimiche contenute all'interno di piante che appartengono a questo genere, in particolare il *Sanguinin H-6*, abbondantemente presente in *Sanguisorba officinalis* e tipico di altre rosaceae, ed alcuni triterpeni presenti sotto forma di saponine. I triterpeni sono sostanze notoriamente contenute nelle resine, mentre il primo fa parte del gruppo dei tannini, sostanze ben note per via delle forti proprietà astringenti. *Sanguisorba officinalis* è inoltre una specie vegetale particolarmente apprezzata da alcuni insetti, nello specifico da due lepidotteri appartenenti alle specie *Maculinea nausithous* e *M. teleius*, le famose farfalle blu Europee. Queste due specie secondo la IUCN Red List of Threatened Species sono presenti soltanto nelle

zone in cui questa pianta cresce vigorosa, rappresentandone dunque un'importante fonte di nutrimento grazie alle sue infiorescenze. Entrambe le specie di farfalla sono inoltre classificate come NT, e dunque le aree dove *S. officinalis* cresce spontanea dovrebbero essere mantenute il più possibile inalterate, in quanto legate alla salvaguardia di almeno due specie note di insetti. Ovviamente non si può non menzionare quella che è forse la proprietà più importante ma al tempo stesso senza prove certe: quella antiemorragica. Come riportato da Gledhil (2008) il nome di questo genere botanico sembrerebbe trovare origine proprio nella sua caratteristica peculiare, ovvero quella di riuscire ad assorbire perdite di sangue, letteralmente *blood stauncher*, dove il verbo *to staunch* sta a significare proprio tamponare od arrestare il flusso di una sostanza liquida, il sangue in questo caso. Come riportato dagli autori stessi inoltre, *has styptic property*, -riferito al genere *Sanguisorba*- che sta a significare il possesso di proprietà emostatiche. L'assenza di fonti certe riguardo tali proprietà e di studi scientifici appositi purtroppo possono lasciare soltanto supporre la veridicità di queste informazioni. Con ciò termina la parte dedicata alle informazioni generali note o comunque documentate relative a questo genere botanico e nello specifico alla specie *Sanguisorba dodecandra*, che come si ha avuto modo di capire sono sostanzialmente poche, e in alcuni casi frammentarie o addirittura incomplete. Molte sono le informazioni non ancora note riguardo questo endemita orobico, e se per quel che riguarda il genere *Sanguisorba* ed alcune piante che gli appartengono si è a conoscenza della biologia piuttosto che degli utilizzi alimentari o in ambito farmaceutico, ciò non si può affermare per la specie oggetto di questo studio. Non si conosce realmente il possibile valore foraggero documentato da Massara ormai due secoli fa, e l'abbandono dei pascoli alpini che caratterizza le Orobie da diversi decenni a questa parte, non aiuta a comprendere se effettivamente i capi di bestiame in alpeggio utilizzino ed apprezzino questo vegetale come fonte di nutrimento. In secondo luogo non si può certamente affermare che l'ecologia di questa specie sia nota in tutti i suoi aspetti: come citato da più fonti resta un'incognita il fatto che questa rosacea riesca a svilupparsi così vigorosamente soltanto in un'area ridotta quale è quella delle Alpi Orobie, in quanto se è vero che *Sanguisorba dodecandra* predilige ambienti umidi, molto piovosi ma caldi in estate con suoli acidi e ben esposti, non si può non notare che tali condizioni vengano

offerte da moltissimi luoghi e non soltanto dal settore Orobico. Eppure, appena al di fuori di questo massiccio montuoso la specie scompare completamente, e i pochi tentativi di metterla a dimora in aree poco distanti, si sono rivelati fallimentari se non in piccole stazioni sulle Alpi Retiche. Un aiuto in questo senso ci è fornito dall'inquadrimento della specie secondo gli indici di Landolt, valori numerici assegnati ad un organismo che così è: “...in grado di fornire informazioni su uno/più fattori ecologici di un determinato ambiente” (Pignatti, 2001). Questi valori, in numero di 10 secondo Landolt e variabili in una scala da 1 a 5 a seconda delle diverse condizioni ambientali, sono dunque sfruttati allo scopo di eseguire una biondicazione. Gli indici di *S. dodecandra* sono quelli riportati in **tabella 3.3.4**, dove è presente anche una breve spiegazione di valori assegnati. Un'altra incognita degna di nota è l'origine della specie: deve ancora essere stabilita con certezza. Secondo Andreis et al. (1994) dalle analisi morfo-anatomiche compiute sul soggetto, è affine a *S. albanica* e *S. armena*, mentre i rapporti con *S. minor* e *S. officinalis* fra l'altro presenti nei medesimi luoghi, ancora non sono stati chiariti. Sono dunque stati realizzati studi sulla morfologia pollinica di *S. dodecandra*, e dai risultati è emersa

T	2	Settore subalpino
K	2	Clima tendenzialmente sub-oceanico
L	4	Stazioni ben illuminate, ombra temporanea
F	3,5	Suolo mediamente umido
R	2	Suolo sostanzialmente acido (pH=3,5-5,5)
N	3	Suolo abbastanza ricco di sostanze nutritive
H	1	Suolo grezzo e privo di humus
D	5	Substrato ben areato

Tabella 3.3.4: 8 dei 10 Indici di Landolt (2010) assegnati alla specie *S. dodecandra*. Legenda: T, (indice di) temperatura; K, continentalità; L, luminosità; F, umidità; R, reazione (pH); N, nitrofilia; H, quantità di humus; D, aerazione.

la assoluta certezza di poter escludere qualsiasi rapporto di derivazione da *S. officinalis*. Come riportato dagli autori: “*Il polline di S. dodecandra presenta caratteri di primitività in quanto gli opercoli non risultano mai coalescenti con gli apocolpi. L'origine e*

l'indigenato remoto di S. dodecandra rimangono ancora da definire”. Altra incognita è rappresentata dalla modalità prevalente di impollinazione utilizzata da questa specie: non è del tutto noto se venga affidata soltanto agli insetti che peraltro sono presenti in quantità numerosa sulle infiorescenze, soprattutto imenotteri apoidei e nello specifico la specie *Apis mellifera*, oppure utilizzi anche altri metodi. Tuttavia,

un risultato interessante è emerso dalle analisi di alcuni mieli prodotti in Valtellina dagli apicoltori dell'associazione produttori apistici di Sondrio. Secondo un documento reperibile sul sito dell'associazione (www.apicoltori.so.it), nel prodotto designato come “Millefiori di montagna” oltre alle numerose specie e generi botanici quali *Castanea*, *Robinia*, *Trifolium* e *Rubus*, è presente una quota di polline “...della specie endemica caratteristica di questa area: la *Sanguisorba dodecandra*”. Polline che è stato inoltre trovato all'interno dei mieli “Millefiori di alta montagna” prodotti nelle valli secondarie della Valtellina, quali Val di Scais e Val Venina. Importanti prove a favore del fatto che il nettare prodotto dalla rosacea sia in grado di attirare gli insetti necessari all'impollinazione. Una caratteristica molto importante e finora poco analizzata riguardo la specie in oggetto è rappresentata dalla strategia di sopravvivenza, che probabilmente potrebbe essere d'aiuto nel comprendere alcuni aspetti della sua ecologia e della sua limitata diffusione, e che rappresenta inoltre uno degli obiettivi principali proposti da questo studio. Proprio per questo motivo, si documenteranno i metodi ed i risultati che sono stati ottenuti dall'analisi della strategia di sopravvivenza, o strategia CSR di Grime (1977) condotta sulle foglie di *Sanguisorba dodecandra*. Secondo Pierce et al. (2016) la salvastrella orobica presenta una strategia di tipo C/CSR (con C=64.84%; S=16.57%; R=18.59%), tuttavia non viene specificato il numero di campioni analizzati né il luogo e l'ambiente di raccolta dei campioni: per questo motivo tali valori saranno confrontati con quelli ottenuti nel corso delle nostre analisi. Non si conoscono infine, gli eventuali danni che tale specie potrà subire in futuro derivanti da un aumento delle temperature, e che stanno già facendo sentire i loro effetti su molteplici specie alpine, così come non è noto il reale impatto derivante dal disturbo antropico a carico delle aree dove la specie si sviluppa. Attualmente la specie è soltanto classificata come *Near Threatened* dalla lista rossa IUCN, ed è protetta da una legge regionale lombarda, nello specifico dalla L.R. n.33/77, art. 18. La specie è compresa nella lista della “flora spontanea protetta” al comma 1 dell'art. 22 assieme a *Saxifraga presolanensis*, *Linaria tonzigii* e *Viola comollia*, oltre ad alcuni relitti glaciali (Corpo forestale dello stato, coordinamento provinciale di Bergamo e Cremona - “Legislazione vigente in materia di tutela ambientale”). Quest'ultima norma dunque non è specifica per *Sanguisorba dodecandra*, e come riportato dallo IUCN in futuro

saranno necessarie ulteriori azioni mirate alla protezione della salvastrella orobica, problema che comunque accomuna moltissime specie dell'arco alpino degne di protezione e salvaguardia. Un aiuto alla conoscenza di questa specie potrà essere fornito dalla sua naturale attitudine ad essere coltivata negli orti e nei giardini di montagna, come segnalato da Fuchs-Eckert (1990), tuttavia lo studio sul campo delle comunità vegetali e la verifica delle effettive stazioni di crescita di questo endemita nel territorio orobico saranno elementi fondamentali da utilizzare in futuro per rispondere ai tanti quesiti ancora aperti. Nella successiva **figura 3.3.5** è possibile visionare un'ulteriore mappa relativa alla distribuzione territoriale che assume *Sanguisorba dodecandra*.

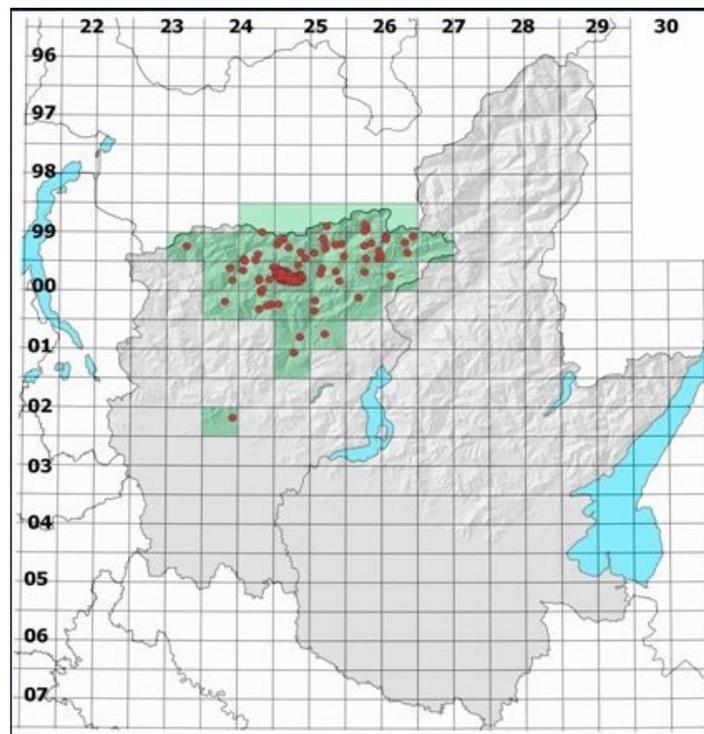


Figura 3.3.5: Distribuzione puntiforme della salvastrella orobica in provincia di Bergamo (fonte dati: Botanica Rhaetica 2020).

4. SCOPO DELLA RICERCA

Questo studio, iniziato con i campionamenti a giugno 2020 e proseguito con le analisi condotte durante l'autunno, si propone come scopo quello di conoscere molteplici caratteristiche finora non note o poco indagate di *Sanguisorba dodecandra*. In primo luogo, sono state condotte analisi bromatologiche per cercare di risalire al valore foraggero, e verificare quindi le testimonianze riportate dal Massara di come i bovini si nutrissero volentieri di questa specie. Determinarne il valore foraggero risulta essere molto importante, non solo dal punto di vista della conoscenza della pianta oggetto di studio, ma anche qualora in futuro si voglia determinare il valore ai pascoli d'alta montagna dove la specie riesce a svilupparsi, così come eventualmente, caratterizzare i prodotti lattiero-caseari provenienti dal territorio. Il secondo punto oggetto della ricerca è lo studio della strategia funzionale CSR di questa specie vegetale in accordo con la teoria di Grime del 1977: la determinazione di tale dato potrebbe essere utile per cercare di comprenderne l'ecologia. Durante questo studio sono state inoltre campionate tutte le specie vegetali che crescono assieme a *Sanguisorba dodecandra* in alcune stazioni della Val Seriana: ciò con l'obiettivo di conoscere le caratteristiche delle comunità vegetali che qui si sviluppano. Ultimo obiettivo posto da questo studio, è quello di venire a conoscenza della quantità di granuli pollinici eventualmente presenti all'interno del miele prodotto direttamente sul territorio orobico. A questo scopo sono state condotte analisi melissopalinologiche qualitative presso la Fondazione Fojanini di Sondrio (SO) su un campione di miele prodotto durante la stagione estiva nei pressi dell'abitato di Valbondione (BG), a circa 900 metri di quota, dove è presente *S. dodecandra*. Tracce del polline della rosacea erano già state identificate anni fa all'interno dei mieli prodotti in alcune aree della Valtellina (nello specifico Val Venina, Val d'Ambria e Val di Scais). Si comprende facilmente come la presenza soprattutto se marcata del polline di una specie endemica all'interno del miele prodotto a livello locale, sia di estrema importanza per quel che ne riguarda la caratterizzazione, e forse come ipotesi futura un'eventuale valorizzazione dal punto di vista economico. Gli obiettivi

posti da questo studio sono discussi nei capitoli successivi in sezioni separate, tuttavia nell'insieme concorrono alla realizzazione dello scopo principale: cercare di accrescere la conoscenza relativa a una specie vegetale ancora poco conosciuta, ma che rappresenta un'importante endemita del territorio orobico, e che sicuramente necessita di ulteriore attenzione per garantirne la salvaguardia.

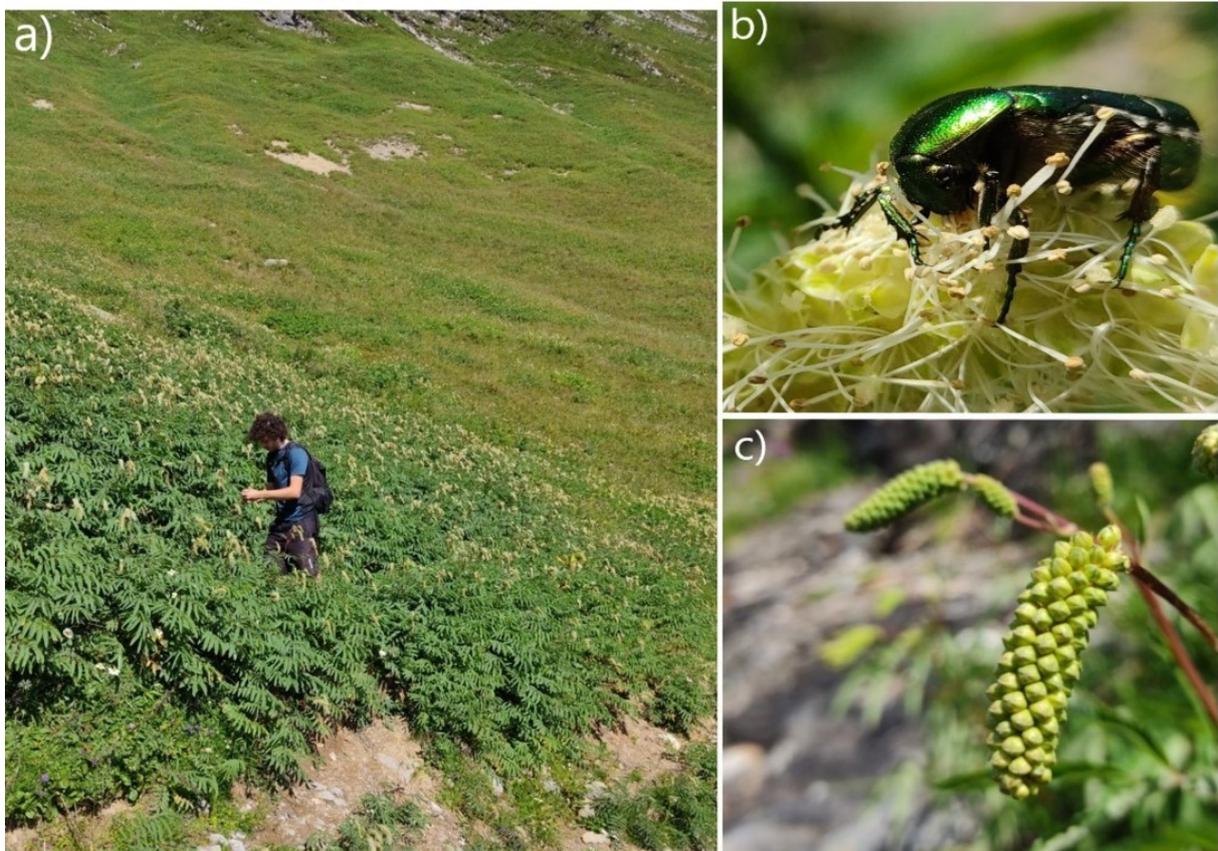


Figura 4.1: *Popolazione di S. dodecandra nei pressi del lago Branchino, a Nord del Pizzo Arera (a); esemplare del genere Cetonia su di un'infiorescenza della rosacea (b); particolare dell'infiorescenza in procinto di entrare in piena fioritura (c) fotografata alla stazione C, da notare la colorazione che tendono ad assumere gli steli.*

5. MATERIALI E METODI

5.1 Aree di campionamento

La raccolta del materiale vegetale necessario allo svolgimento degli studi floristici e delle analisi della strategia funzionale CSR ha richiesto la designazione di tre aree di campionamento poste rispettivamente a tre quote sul livello del mare differenti, da visitare almeno tre volte ciascuna, in modo da effettuare nove rilievi in totale. Tutte le stazioni sono state scelte in alta valle Seriana, all'interno del territorio comunale di Valbondione, che comprende sostanzialmente per intero la testata della valle, e sono state preferite in quanto caratterizzate da uno sviluppo particolarmente rigoglioso di *Sanguisorba dodecandra*. Le tre stazioni sono visibili nella **figura 5.1.1**. La prima stazione (A) designata per i campionamenti è sita nelle vicinanze della località Maslana, a circa cinquanta metri dal sentiero e posta nelle immediate vicinanze del greto di un torrente soggetto a frequenti fenomeni di piena nel periodo estivo. Posta ad una quota di circa 1215 m.s.l.m., possiede una pendenza modesta (35°) ed è esposta a Sud, è inoltre particolarmente ricca della specie oggetto di studio, che cresce molto più numerosa delle restanti specie erbacee ed arbustive qui presenti. La seconda area (B, **figura 5.1.3 (b)**) è stata scelta lungo il versante Sud del massiccio del Pizzo Coca, posta ad una quota di circa 1610 m.s.l.m. Questa stazione, situata immediatamente al di fuori di una faggeta altimontana, si sviluppa inglobando il sentiero che porta al rifugio Coca ed è posta a circa venti metri dal torrente proveniente dal lago di Coca. Probabilmente è una delle aree dove *Sanguisorba dodecandra* cresce più rigogliosa, tanto da apparire a prima vista l'unica specie presente, o quantomeno quella che sicuramente è la più abbondante. La specie infatti colonizza non solo l'area campionata, ma gran parte del versante per svariate centinaia di metri, scomparendo solamente nei pressi del lago ad una quota di circa 2000 m.s.l.m. Anche questa seconda stazione è esposta completamente a

Sud e presenta una pendenza modesta, attorno ai 30°, con una profondità utile del terreno ridotta. L'ultima area designata (C, **figura 5.1.2**) è stata scelta circa due chilometri a Nord, lungo una propaggine dei versanti del monte Trobio che sovrastano il lago del Barbellino. Posta a un'altitudine di 2010 m.s.l.m., rappresenta una delle stazioni più in quota dove la salvastrella orobica è presente in quantità apprezzabile. Caratterizzata da una pendenza superiore a 40°, un'esposizione a Sud - Sudovest e un terreno molto sottile con rocce affioranti, presenta nuovamente uno sviluppo impressionante della specie studiata. Oltre a colonizzare la superficie per decine di metri sia al di sopra che al di sotto del sentiero che conduce al lago naturale, la popolazione della salvastrella raggiunge le sponde del Barbellino per poi coprire quasi interamente l'intera sponda Nord, perlomeno nei primi venti o trenta metri dalla riva. La stazione è compresa fra i due torrenti che scendono rispettivamente dal lago naturale e dal ghiacciaio del Trobio, posti comunque relativamente a distanza data la conformazione dei versanti. Tutte e tre le aree appena descritte si trovano a poca distanza o nelle immediate vicinanze dei sentieri e non sono soggette a pascolamenti da parte di mandrie o greggi. In ogni stazione sono stati eseguiti in totale tre campionamenti per tre rispettivi stadi fenologici (prefioritura, fioritura e postfioritura) più numerosi passaggi per verificare le condizioni e le fasi di crescita raggiunte dalla specie. Durante ogni campionamento sono state prelevate le seguenti parti vegetali, destinate a differenti tipologie di analisi: foglie di medie dimensioni, da utilizzare durante le analisi per determinare la strategia di sopravvivenza (CSR) e un totale di circa due kilogrammi della pianta intera per condurre le analisi bromatologiche. Le operazioni di campionamento sono state eseguite per ben tre volte in tutte e tre le aree, mentre la raccolta dei seguenti campioni è stata eseguita solamente una volta: frammenti degli apparati radicali, da destinare ad eventuali future analisi chimiche, alcune infiorescenze nel periodo della piena fioritura, ed infine una piccola quantità di acheni da destinare ai test di germinazione, raccolti verso il finire della stagione estiva. Oltre ai campionamenti, nelle tre stazioni sono stati eseguiti rilievi floristici allo scopo di catalogare le altre specie vegetali presenti. Le operazioni di raccolta hanno richiesto periodi di tempo differenti dovuti principalmente alla variazione di quota, cominciando il 20 giugno e terminando il 5 settembre 2020, data dell'ultimo prelievo eseguito alla stazione posta a 2010

m.s.l.m. Le operazioni di campionamento sono state realizzate come segue. Sono state raccolte foglie poste a circa metà altezza, in numero di 20, che sono state poi ricoperte da un paio di strati di carta assorbente, bagnate per evitare la perdita di umidità ed infine racchiuse in uno strato d'alluminio, sempre per ridurre al minimo le perdite di umidità durante il trasporto a valle. Le piante intere sono state prelevate da un'area pari a circa 2 m² in modo da ottenere una quantità di circa due kilogrammi. Una volta falciate all'altezza di pochi centimetri dal suolo sono state trasportate all'interno di comuni sacchi e successivamente catalogate tenendo conto della data, del peso del campione e dell'area in cui è stato raccolto. Ciò in modo da poter riconoscere i campioni al momento delle analisi bromatologiche ed evitare possibili errori. Le restanti componenti vegetali, quindi radici, fiori e frutti sono stati invece raccolti all'interno di comuni sacchetti in plastica trasparente, poi catalogati ed immagazzinati per le successive analisi di laboratorio.

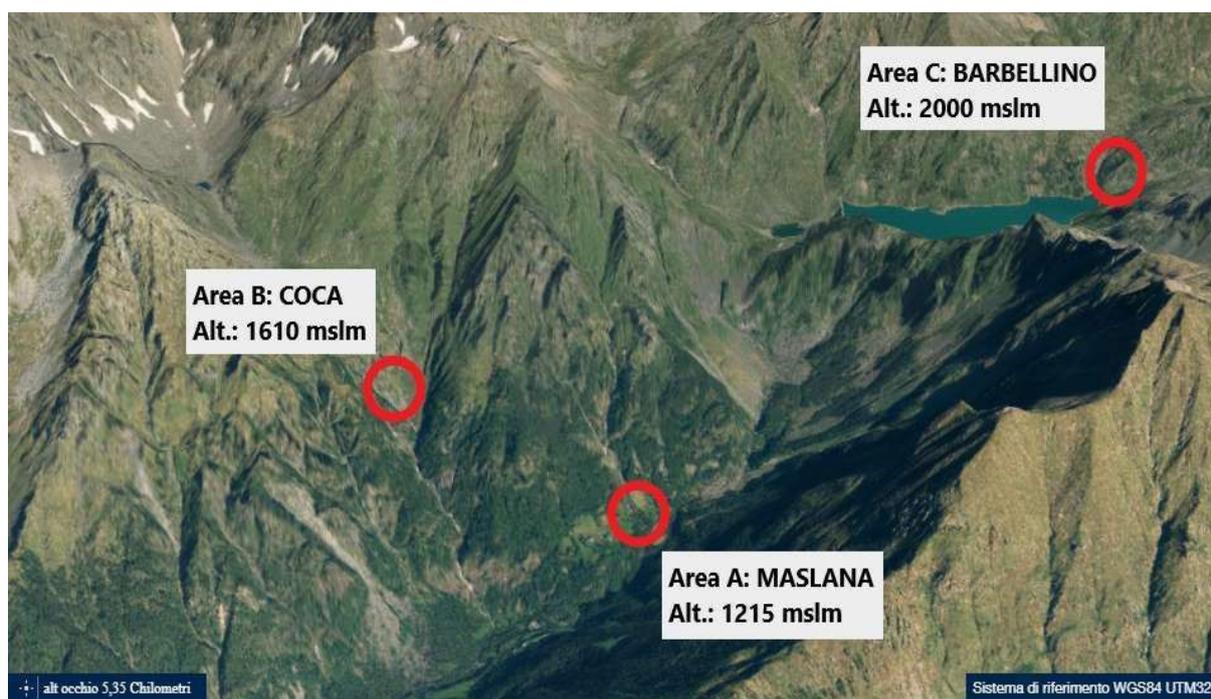


Figura 5.1.1: Le tre stazioni di campionamento poste lungo la testata della valle Seriana. - Elaborazione dell'ortofoto estratta dal Geoportale di Regione Lombardia (<http://www.geoportale.regione.lombardia.it>).

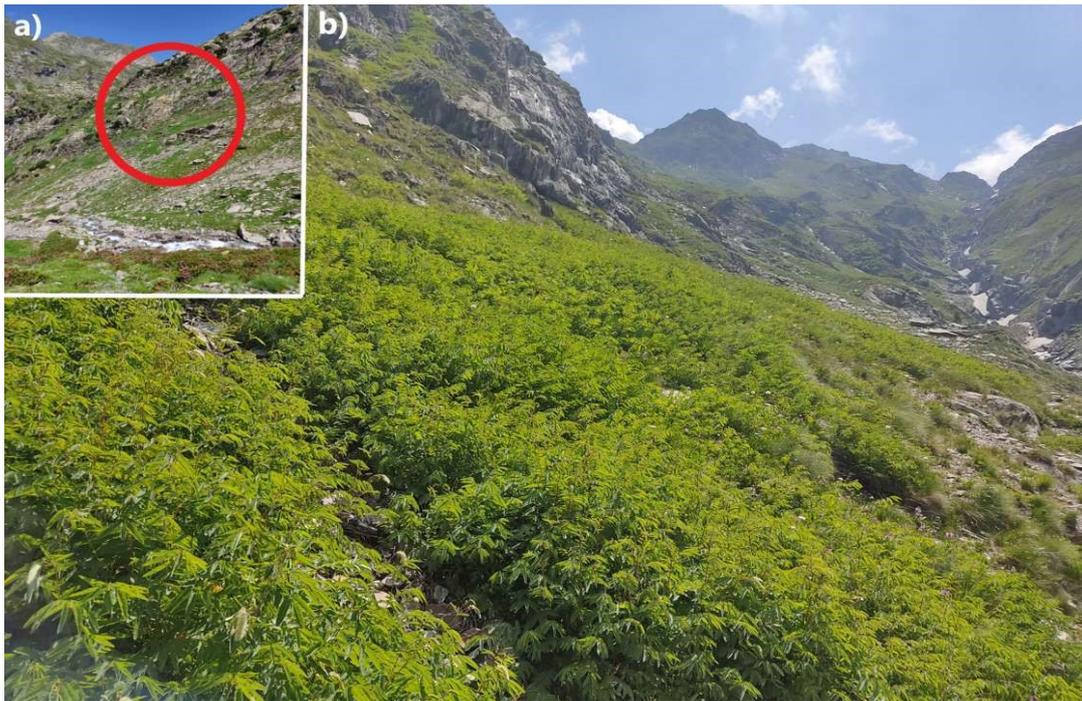


Figura 5.1.2: Stazione C, quota 2000 metri, lungo il sentiero che dal rifugio Curò conduce al lago naturale (a). In b si può notare l'ampia superficie colonizzata dalla rosacea e sullo sfondo il monte Gleno. A destra il torrente Trobio che prende vita dall'omonimo ghiacciaio. Fotografata durante la fase di prefioritura.



Figura 5.1.3: Esempio delle specie poste alla stazione A nel greto di un torrente nei pressi della località Maslana (a), e l'area di campionamento B lungo le pendici del Coca, 1600 m.s.l.m. (b).

5.2 Rilievi floristici ed analisi delle comunità vegetali

All'interno delle tre stazioni designate per l'esecuzione dei campionamenti sono stati eseguiti dei rilievi floristici, realizzati secondo il metodo della scuola fitosociologica del botanico svizzero Braun-Blanquet (1964) considerato il padre della fitosociologia, branca della fitogeografia. Secondo Giacomini (1961) la fitosociologia è uno strumento di indagine ecologica, che riesce a identificare nella vegetazione gruppi di entità tassonomiche costituenti associazioni vegetali dette anche fitocenosi. Vengono dunque individuati dei raggruppamenti non casuali di piante che ripetendosi con una certa costanza di fisionomia e caratteri vengono ben definiti a livello ecologico. Viene da sé che al ripetersi delle stesse condizioni ecologiche in luoghi differenti, ci sarà una certa analogia nella vegetazione lì presente. Attraverso questo metodo non si considerano più le specie vegetali come individui singoli, bensì sotto forma di classificazioni gerarchiche che le riuniscono in diverse categorie, quali ad esempio le associazioni (unità base della fitosociologia), le alleanze, gli ordini ed infine le classi. Un'associazione, secondo Braun-Blanquet (1928) è definita: *“aggruppamento vegetale più o meno stabile e in equilibrio con il mezzo ambiente, caratterizzato da una composizione floristica determinata, in cui certi elementi quasi esclusivi rivelano con la loro presenza un'ecologia particolare ed autonoma”*. La prima operazione da compiere per studiare la vegetazione dal punto di vista fitosociologico è eseguire un rilievo floristico: questo consiste sostanzialmente nell'andare a raccogliere all'interno di una tabella dettagliata informazioni riferite a una determinata stazione, con lo scopo di ottenere dati utili sulle comunità vegetali oggetto di studio. Primo punto necessario all'esecuzione del rilievo è la definizione del popolamento elementare, ovvero la più piccola superficie all'interno della quale sono contenute la stragrande maggioranza delle specie presenti nella stazione, determinandone anche la superficie espressa in metri quadrati. Nel caso di studio la superficie dell'area è stata scelta pari a 16 m². Passo successivo è l'ottenimento dei dati stazionali, quali le coordinate del luogo espresse tramite latitudine e longitudine, la pendenza, l'esposizione del versante così come la quota

di riferimento sul livello del mare. Le coordinate così come l'altitudine vengono ottenute tramite un rilevatore GPS mentre l'esposizione ponendo il clinometro nel senso della massima pendenza. Infine, la valutazione della pendenza utilizzando un semplice inclinometro. All'interno della tabella dove sono annotati i dati stazionali viene inoltre riportata la struttura principale della vegetazione così come il valore percentuale ottenuto tramite stima visiva della copertura in specie erbacee, arbustive ed arboree, che ovviamente non potrà raggiungere il 100% nel caso in cui siano presenti rocce di grandi dimensioni, sentieri o altri ostacoli. Per completare le tabelle sono poi catalogate tutte le specie vegetali presenti nell'area campionata, per comodità ordinate in ordine alfabetico e raggruppate utilizzando i corotipi (Pignatti 2017). Di tutte queste essenze vegetali sono poi assegnati gli importanti indici di abbondanza-dominanza di Braun-Blanquet (1964) che permettono di identificare la relativa copertura del suolo. Di seguito la **tabella 5.2.1** indicante gli indici di abbondanza proposti dal botanico svizzero.

Indice di abbondanza	Copertura del suolo
5	dal 75% al 100%
4	dal 50% al 75%
3	dal 25% al 50%
2	dal 5% al 25%
1	dall'1% al 5%
+	meno dell'1%
r	specie rara

Tabella 5.2.1: indici di abbondanza utilizzati durante i campionamenti e relativi gradi di copertura del suolo.

Una volta elencate tutte le specie presenti nelle aree di campionamento e corredate dei rispettivi indici di abbondanza, sono stati trascritti gli indici di Landolt (Landolt et al., 2010) corrispondenti e necessari allo svolgimento delle indagini ecologiche. Questi indici costituiscono un sistema di bioindicazione che in linea generale ricalca quello proposto da Heinz Ellenberg (1913-1997) per la flora elvetica, e di conseguenza risulta molto utile anche per le analisi della flora alpina italiana. In particolare, Landolt propose 10 indici variabili su una scala da 1 a 5 a seconda delle

condizioni ecologiche, più il valore “x” utilizzato per le specie vegetali indifferenti alle condizioni relative a un particolare indice. Di seguito gli 8 indici di Landolt utilizzati nel nostro caso, tratti dal manuale tecnico-scientifico ANPA (Pignatti et al., 2001).

- **F:** esprime il valore medio di umidità del suolo da suoli aridi (1) a suoli inondati (5).
- **R:** valuta la reazione ionica del suolo (indice pH) da suoli molto acidi (1) a suoli alcalini (5).
- **N:** indice di nitrofilia basato sul contenuto di azoto assimilabile, varia da suoli poveri in azoto (1) oppure suoli con eccesso di azoto (5).
- **H:** indice di humus, indica la quantità di humus presente nella rizosfera, varia da suoli poveri (1) a suoli definiti pingui (5).
- **D:** indice di aerazione. Variabile in base a substrati ben aerati (5), ed infine argillosi poco aerati (1).
- **L:** indice di luminosità. Situazioni di piena ombra come il sottobosco (1), oppure piena luce (5).
- **T:** indice di temperatura. Descrive il gradiente termico variando dalle specie dei climi freddi e montani (1) a quelle dei climi caldi (5).
- **K:** indice di continentalità, basato sulla corologia delle specie studiate, varia dalle specie oceaniche e costiere (1) a specie delle zone continentali dell’Eurasia (5).

Sono stati tralasciati l’indice di salinità e l’indice W, mentre l’indice D è aggiornato come riportato da Landolt et al. (2010). A tutte le specie campionate sono poi stati assegnati i rispettivi tipi corologici e le forme biologiche, comprensive della sotto classificazione in base al portamento caratteristico dei soggetti. I tipi corologici o corotipi sono dei modelli della distribuzione geografica a cui una specie, o un insieme di specie ma anche interi generi o famiglie appartengono, in quanto condividono un areale simile; l’insieme di queste specie viene inoltre definito geoelemento (Ubaldi, 2003; Pignatti, 2000). L’assegnazione di una specie vegetale a un determinato corotipo non è univoca, in quanto alcuni autori ne assegnano diversi alla stessa

specie, ma in questo caso è stata utilizzata la classificazione in accordo con Pignatti (2005) considerando i corotipi maggiormente presenti. La classificazione sulla base delle forme biologiche è stata invece proposta dal botanico danese Christen Raunkiær (1934), e si basa sulle diverse modalità grazie alle quali gli organismi vegetali superano la stagione avversa, sia essa rappresentata dall'inverno o dalla stagione secca tipica dei climi aridi, focalizzandosi in particolare sulla posizione delle gemme di sopravvivenza. Tutti gli organismi vegetali possiedono infatti modificazioni o tessuti specifici volti alla protezione dei tessuti embrionali che permetteranno la ripresa dell'attività vegetativa al ripristino di condizioni ambientali favorevoli (Raunkiær, 1934). Sulla base di questo le specie vengono conseguentemente divise in vari gruppi ecologici nonché sottoclassi aggiunte successivamente al 1934 dallo stesso Raunkier e da Ellenberg (1967) per specificare il portamento assunto dalle specie. Anche in questo caso sono state riportate le forme biologiche in accordo con Pignatti (2005). Una volta assegnati tutti questi indici si è potuto procedere all'elaborazione dei dati ottenuti tramite software e fogli di calcolo, per ottenere prima di tutto gli spettri ecologici. Da una seconda elaborazione è risultato un dendrogramma, ottenuto tramite *cluster analysis*: questo è un insieme di tecniche di analisi statistica tramite le quali è possibile raggruppare diverse unità statistiche in base al loro grado di somiglianza. Grazie a questa tecnica è possibile mostrare la diversità floristica fra le comunità vegetali presenti nei tre siti di studio. La *cluster analysis* ha permesso dunque di individuare il grado di somiglianza (o dissimilarità) delle varie cenosi vegetali rilevate in campo, determinando di conseguenza vari gruppi definiti *cluster*. L'analisi è stata condotta usando l'indice di Jaccard e il software R versione 3.3.2 (Development Core Team 2019). Altro test statistico realizzato questa volta con lo scopo di evidenziare differenze significative a livello degli indici di Landolt, è stato l'Anova test (da *ANalysis Of VAriance*). Ove presenti differenze significative fra i gruppi sono stati condotti confronti multipli utilizzando il post-hoc test di Tukey. Tramite fogli di calcolo Excel sono stati inoltre realizzati grafici di confronto utilizzando i valori medi e le deviazioni standard relative agli indici di Landolt, utili a comprendere le differenze esistenti tra le tre aree campionate.

5.3 Valutazione della strategia funzionale CSR

Ogni singola specie vegetale per riuscire a sopravvivere in determinate condizioni edafiche ed ambientali, si avvale di tutta una serie di adattamenti e meccanismi di tipo morfologico ed ecologico che le permettono di sfruttare al meglio ciò che l'ambiente è in grado di offrire, riuscendo a svilupparsi, riprodursi e competere con le altre specie. Negli anni si è cercato di scoprire tali tipologie di adattamenti, definendoli nel loro insieme la "strategia di sopravvivenza" utilizzata dalle specie vegetali. Il metodo più utilizzato per studiare le strategie delle piante è quello proposto da Grime (1977), secondo il quale esistono due tipologie di fattori che limitano l'accumulo di biomassa da parte dei vegetali: lo stress, e il disturbo. Il primo consiste in una serie di condizioni limitanti, come ad esempio la disponibilità idrica e di nutrienti, l'accesso alla luce e temperature non ottimali; il disturbo si riferisce invece alla distruzione di parti più o meno consistenti di materia vegetale ad opera di agenti biotici (uomo compreso) e abiotici. Grime propose una tabella (Tab. 5.3.1) all'interno della quale vengono identificate tre strategie di sopravvivenza in base al connubio stress-disturbo. Da questa tabella nacque il nome della strategia, detta CSR per via dei differenti adattamenti assunti dalla vegetazione in determinati contesti ambientali.

	<i>Intensity of stress</i>	
<i>Intensity of disturbance</i>	<i>Low</i>	<i>High</i>
<i>Low</i>	C ompetitive strategy	S tress-tolerant strategy
<i>High</i>	R uderal strategy	No viable strategy

Tabella 5.3.1: tabella proposta da Grime (1977) per identificare i diversi tipi di strategie di sopravvivenza delle piante vascolari.

La strategia C (*competitors*) è caratteristica di specie che riescono a massimizzare la cattura di luce, acqua e sostanze minerali, che si sviluppano su terreni fertili e

aree caratterizzate da un basso livello di disturbo, e che tendono ad occupare in maniera massiccia l'area, non risentendo del danno provocato dagli erbivori. Le specie a strategia S (*stress-tolerants*) sono molto complesse da trattare in quanto a differenti forme di stress coincidono le relative risposte da parte della vegetazione, e a causa delle moltissime tipologie di stress (carenze o eccessi idrici, di nutrienti, inquinanti atmosferici e del suolo, temperature, ecc..) cui potenzialmente sono soggette le varie specie, esistono un'infinità di adattamenti tipici. Alcuni adattamenti delle specie S sono una crescita lenta, foglie sempreverdi, statura ridotta e organi vegetali longevi. Talvolta hanno bassa appetibilità delle foglie, o comunque sono resistenti alla predazione. Lo stress viene sfruttato dunque non solo come aspetto negativo, bensì come aspetto da sfruttare (una *driving force*) per sviluppare soluzioni d'adattamento all'ambiente. Infine, le specie a strategia R (*ruderals*) sono quelle particolarmente adatte a vivere in ambienti fortemente disturbati: per questo motivo possiedono un ciclo vitale breve, spesso annuale o stagionale e forme di vita spesso ridotte, cospicua ed anticipata produzione di semi, resilienza nei confronti degli agenti di disturbo più vari. Nella maggior parte dei casi ovviamente gli organismi vegetali possiedono strategie di sopravvivenza intermedie fra questi tre estremi, come riportato da Grime stesso (1977): "*The genotypes of the majority of plants appear to represent compromises between the conflicting selection pressures resulting from particular combinations of competition, stress, and disturbance*". La struttura delle strategie di sopravvivenza così come illustrate da Grime presenta la particolarità di essere facilmente rappresentabile in un diagramma triangolare (**Figura 5.3.2**) simile a quello utilizzato per la tessitura dei suoli, grafico all'interno del quale vengono inserite le specie vegetali una volta analizzati i dati necessari.

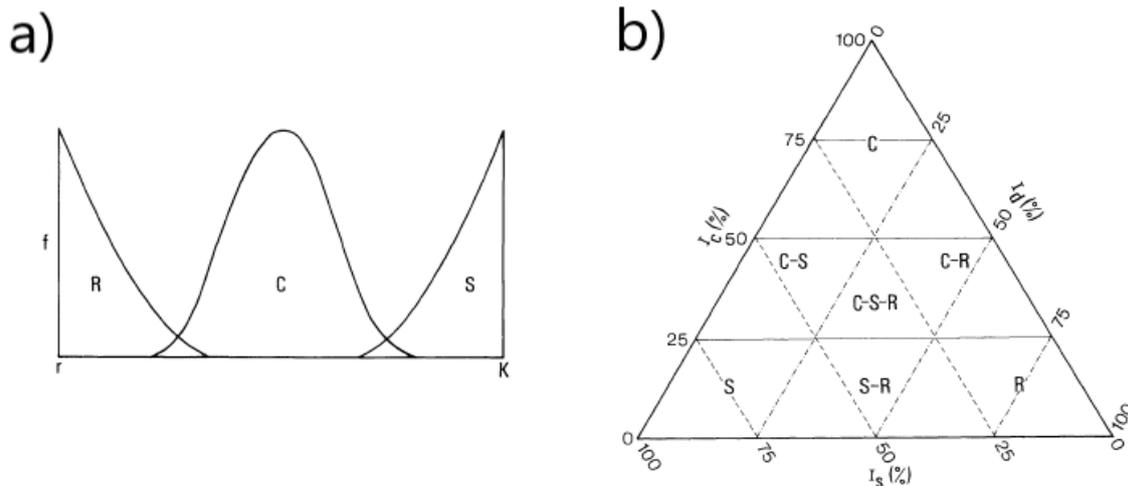


Figura 5.3.2: Diagramma di frequenza delle specie C, S ed R lungo l'asse r-K, altro metodo utilizzato per valutare le strategie degli organismi viventi. Si nota la presenza delle strategie intermedie, le aree "R-C" e "C-S" (a). Modello triangolare CSR (b); entrambi proposti da Grime (1977).

Per procedere all'inserimento dei dati all'interno del diagramma triangolare è necessario condurre una serie di operazioni sulle foglie campionate durante i rilievi in campo. Il metodo utilizzato è stato quello proposto da Pierce et al. (2016). Al fine di evitare perdite di umidità al momento del campionamento le 20 foglie raccolte sono state racchiuse in più strati di carta assorbente umida e successivamente all'interno di un contenitore d'alluminio, poi trasportate a valle. Una volta in laboratorio e dopo aver passato un'intera notte alla temperatura di 4°C, sono state pesate tramite bilancia di precisione al fine di ottenere il *leaf fresh weight* (LFW) espresso in mg necessario all'elaborazione dei dati. Dopo la pesa sono state scansionate singolarmente tramite un semplice scanner da tavolo, operazione necessaria all'ottenimento della *leaf area* (LA) espressa in mm². Da notare che in questa fase le foglie devono essere ben distese sul vetro dello scanner e non presentare ripiegature se non minime: in alcuni casi sono state tagliate in più parti allo scopo di evitare possibili errori ed assicurare una corretta scansione. Le immagini ottenute dalla scansione sono poi state inserite nel software ImageJ, in grado di restituire una misura molto accurata della superficie fogliare, ottenendo come risultato la stessa immagine con l'area fogliare evidenziata in nero. Successivamente avviene il calcolo della LA a livello dei pixel evidenziati. Ultimo dato necessario allo svolgimento delle analisi è il *leaf dry weight* (LDW): ottenuto mediante essiccazione

in stufa di ogni singolo campione alla temperatura di 105°C per 24 h, campioni poi nuovamente pesati tramite bilancia di precisione. Una volta ottenuti i dati, gli stessi sono stati inseriti in un foglio di calcolo Excel già preimpostato e proposto da Pierce et al. (2016), denominato StrateFy. Tramite questo foglio sono state dunque ottenute le coordinate relative alla strategia CSR, da inserire nell'omonimo grafico: a questo scopo è stato utilizzato il pacchetto "ggplot2" del software R (Development Core Team 2019). Ogni singolo dato, come specificato da Pierce, viene ottenuto dai risultati delle operazioni precedenti e tutti i valori intermedi sono consultabili direttamente all'interno del foglio utilizzato per la determinazione dei valori CSR veri e propri.

5.4 Analisi bromatologiche

I foraggi rappresentano le parti vegetative delle piante destinate, talvolta dopo alcune trasformazioni, all'alimentazione del bestiame: ogni tipo di foraggio è caratterizzato da una determinata qualità nutrizionale, che comprende il contenuto in carboidrati, proteine ed altre componenti importanti per l'organismo come vitamine e minerali (Bortolazzo et al., 2009, Pacchioli, 2014). Oltre a questo, sono anche importanti fonti di energia, dunque risalire alla composizione nutrizionale dei diversi foraggi e quindi stabilire il loro valore foraggero, è d'importanza fondamentale per programmare le razioni destinate poi agli animali. Le analisi bromatologiche sono proprio lo strumento che viene utilizzato per conoscere il valore nutritivo dei foraggi e degli altri alimenti somministrati negli allevamenti, diventate negli ultimi decenni un elemento importante del razionamento, in quanto la scelta dei tipi di foraggi e delle relative quantità da utilizzare nell'alimentazione animale sono fattori fondamentali al fine di ottenere prodotti (soprattutto lattiero caseari) rispondenti a certi standard qualitativi. Queste analisi tuttavia non vengono realizzate solamente per analizzare le specie vegetali appositamente coltivate per produrre foraggi, ma sono impiegate anche per andare a valutare il valore pastorale offerto dai pascoli di montagna, dove sono presenti centinaia di specie vegetali erbacee differenti. Ad oggi sono molte le tabelle disponibili che riportano il valore foraggero non solo di singole specie, ma anche il valore pastorale di interi pascoli. Nel momento in cui deve essere stabilito un piano di pascolamento specifico è necessario conoscere le qualità nutritive offerte dalle diverse essenze vegetali dei pascoli. Per quello che riguarda *Sanguisorba dodecandra* tuttavia, mai prima d'ora sono state realizzate analisi bromatologiche allo scopo di stabilire il valore foraggero della specie, e solo gli antichi scritti del Massara (1834) ne testimoniano l'utilizzo nell'alimentazione delle mandrie bovine sulle montagne Valtellinesi, assieme al fatto segnalato da Fuchs-Eckert (1990), che attorno al 1920 la specie fu coltivata in alcune stazioni sperimentali estere (Svizzera ed Austria) allo scopo di determinarne le caratteristiche foraggere, senza però riportare ulteriori dati. In questo caso, a fianco

delle tradizionali tecniche di laboratorio, le analisi bromatologiche sono state condotte tramite un analizzatore portatile in grado di sfruttare la tecnologia della spettroscopia NIR (*near-infrared spectroscopy*) e dunque la radiazione riflessa dal campione analizzato per restituirne determinate caratteristiche riferite alla composizione chimica. In particolare questo metodo sfrutta l'interazione della materia (del campione in questione) con le radiazioni NIR, e proprio grazie a questa interazione è possibile ottenere informazioni riguardo la composizione chimica della materia analizzata. La determinazione delle caratteristiche e della composizione dei foraggi tramite tecnologia NIRS è stata proposta per la prima volta da Norris et al. (1976) e da allora è stata ampiamente utilizzata a fianco delle tradizionali analisi di laboratorio per la determinazione della qualità dei foraggi, grazie anche all'elevato numero di curve di calibrazione con cui possono essere programmati gli analizzatori NIR, alla relativa economicità del metodo e per via del fatto che non siano necessari reagenti chimici di alcun tipo. Con tale tecnica è infatti possibile misurare la riflessione di un fascio luminoso NIR che attraversa il campione: considerando che ogni componente del campione possiede uno spettro di assorbimento e di riflessione delle radiazioni NIR molto specifico, è possibile distinguere le varie componenti presenti (Pacchioli, 2014). Successivamente, confrontando i risultati ottenuti con quelli noti restituiti dalle tradizionali analisi di laboratorio, è possibile costruire delle curve di predizione più o meno accurate e specifiche verso un determinato tipo di foraggio o componente chimica particolare (www.crpa.it). Nel nostro particolare caso, le analisi sono state condotte nonostante lo strumento non fosse programmato con le curve specifiche di calibrazione di *S. dodecandra*, ciò tuttavia è giustificato dal fatto che mai prima d'ora tali analisi sono state realizzate sulla specie in oggetto e quindi non esistono curve di alcun tipo; sono state utilizzate quelle relative all'erba fresca di un comune prato stabile, in quanto matrice più vicina ad un'essenza pratorpascoliva qual è la salvastrella orobica. Da tali analisi sono stati ottenuti i seguenti valori, le cui definizioni sono tratte da Heeg (2016), Pacchioli (2014) e da un rapporto di Foss® (www.foss.it), ditta costruttrice di strumenti NIR: sostanza secca (SS), proteine grezze (PG), fibra neutro detersa (NDF) e acido deterso (ADF), ceneri, sostanza organica (SO) ed infine i carboidrati non fibrosi (NFC). La sostanza secca è stata misurata sia tramite NIR che tramite metodo tradizionale (indicato in seguito)

tuttavia è stato preso in considerazione soltanto il secondo risultato, in quanto ritenuto più corretto: in ogni caso la sostanza secca rappresenta ciò che rimane del campione una volta che tutta l'acqua è stata allontanata, e si esprime sul peso tale quale, indicato con "stq". Le proteine grezze rappresentano nel loro insieme la totalità delle sostanze azotate contenute nel foraggio, quindi sia proteine reali che azoto non proteico: si esprimono in percentuale sul valore della SS. La fibra al detergente neutro rappresenta la parete cellulare della pianta, dunque emicellulose, assieme alla cellulosa e alla lignina: sono i carboidrati fibrosi, solitamente inferiori al 40% nelle leguminose e al 60% nelle graminacee, al cui aumento va progressivamente diminuendo l'ingestione dei bovini, aumentandone però la masticazione. È comprensiva anche dell'ADF. La fibra al detergente acido espressa sempre in percentuale sulla SS è data invece dalla cellulosa e dalla lignina, dunque le porzioni scarsamente digeribili della parete cellulare, e la sua determinazione permette di stimare la capacità di digestione del foraggio da parte dei ruminanti. Dopo aver ottenuto questi dati, sono state realizzate alcune analisi di laboratorio classiche, allo scopo di ottenere la quantità di SS, di SO, NFC e ceneri, le cui definizioni sono sempre tratte da Heeg (2016) e Pacchioli (2014). Come accennato i campioni sono stati posti in stufa ad una temperatura di 105 °C per 24 ore al fine di ottenere il quantitativo di SS utilizzando il peso fresco dei campioni per calcolarne l'umidità, sopperendo al contempo alla mancanza di calibrazione dello strumento NIR nei confronti di *Sanguisorba dodecandra* e ottenendo un valore di SS più veritiero. Da questo valore è stata poi calcolata la produzione ad ettaro di sostanza secca. Il valore delle ceneri, che rappresenta il contenuto totale di sostanze minerali come macro e microelementi è stato ottenuto tramite inserimento in muffola dei campioni ad una temperatura di 550 °C, e utilizzando il risultato ottenuto è stato calcolato il quantitativo di sostanza organica, sottraendo al valore 100 il residuo incombusto della muffola, le ceneri appunto. Entrambi questi valori si esprimono nuovamente come percentuale di SS. Infine è stato ottenuto il quantitativo di carboidrati non fibrosi calcolato sulla SS partendo da un valore di 100 cui sono stati sottratti i valori di ceneri, proteine grezze, fibra neutro detergera ed estratto etereo. Gli NFC rappresentano tutti quei carboidrati che non formano la parete cellulare, quali zuccheri, amido ed altri polisaccaridi generici. I dati così ottenuti sono stati poi

elaborati tramite foglio di calcolo excel e confrontati con valori noti di alcune specie foraggere tipiche dei pascoli montani. Per ciò che riguarda i calcoli, è stato considerato (vista la non calibratura dell'analizzatore nei confronti della rosacea) un valore di estratto etero fisso e pari al 2% della sostanza secca. In **figura 5.4** è raffigurato un analizzatore NIRS portatile come quello impiegato nei test rapidi condotti ai fini dello studio.



Figura 5.4: Analizzatore NIRS portatile come quello utilizzato per le analisi bromatologiche di S. dodecandra. Modello Aurora NIR, progettato dalla ditta Grainit® (<http://www.grainit.it/portfolio-items/aurora-nir-presentazione-e-specifiche-tecniche/>).

5.5 Analisi melissopalinoologiche

I metodi ed i materiali utilizzati per l'esecuzione delle analisi palinologiche sono quelli stabiliti dalla Commissione Internazionale di Botanica Apistica (Louveaux et al., 1978). Generalmente le analisi melissopalinoologiche sono sfruttate dagli apicoltori professionisti e non in quanto permettono di ottenere una moltitudine di informazioni fondamentali riguardanti il miele, come l'origine botanica (il polline delle diverse specie vegetali presente nel miele) e di conseguenza l'origine geografica. Tuttavia, analisi di questo tipo vengono utilizzate anche dagli organismi di controllo allo scopo di scoprire eventuali frodi riferite alle origini botaniche riportate in etichetta, così come rilevare la presenza di materia estranee ma anche microrganismi oppure parti di essi. La metodologia si basa sul fatto che all'interno di qualsiasi miele, a meno che non sia stato sottoposto ad operazioni di filtrazione particolarmente spinte, siano sempre presenti granuli pollinici provenienti dai fiori visitati dalle api in cerca del nettare. Tale sostanza contiene infatti un certo quantitativo di polline (variabile a seconda della specie) che di conseguenza va a "inquinare" il miele. Questa tipologia di analisi è inoltre in grado di rilevare la presenza di ife e di spore fungine, alghe, così come lieviti, melata e polline di specie vegetali dette non nettariifere. Normalmente l'analisi consiste di due fasi, la prima detta qualitativa utile all'identificazione e al conteggio dei tipi pollinici e degli altri elementi presenti, e una quantitativa, che permette la determinazione del numero assoluto degli elementi identificati per unità di peso del miele. Le analisi necessitano di molti strumenti e materiali di laboratorio, nonché reagenti, come:

- Bilance di precisione e centrifughe da laboratorio
- Provette varie
- Pompa a vuoto
- Microscopio ottico e vetrini
- Pipetta Pasteur / bacchette in vetro
- Spatole varie

- Acqua distillata
- Gelatina glicerinata
- Fucsina (se si procede ad un eventuale colorazione del campione)
- Campione di miele da analizzare

Nella pratica di laboratorio vengono pesati innanzitutto 10-15 g del miele da analizzare, diluiti poi all'interno di una provetta con 30-40 ml di acqua distillata per facilitare la sospensione degli elementi inglobati nel miele. La provetta viene poi inserita in una centrifuga da laboratorio per 15' impostandola a 3000 rpm. Ciò al fine di separare gli elementi solidi (precipitato) dalla soluzione zuccherina (surnatante); quest'ultima viene poi eliminata tramite aspirazione o versamento. Spesso si procede ad un'altra breve centrifugazione per eliminare il resto della massa zuccherina. Terminata questa fase si procede con la pipetta Pasteur o una piccola bacchetta di vetro a disperdere il precipitato, poi trasferito su di un classico vetrino portaoggetti e lasciato ad asciugare per il tempo necessario. Quando il sedimento è asciutto viene inclusa una singola goccia di gelatina glicerinata (talvolta anche di fucsina) e si può procedere con la fase di osservazione al microscopio ottico. Proprio in questa fase vengono identificati i granuli pollinici, grazie sia all'esperienza dell'operatore che ad analisi svolte in precedenza, e si procede poi con la conta degli stessi così come degli altri elementi (ife, spore, alghe, lieviti e polline delle specie non nettariifere) eventualmente presenti nel sedimento. Nel nostro caso è stata eseguita un'analisi melissopalinologica qualitativa, in linea con uno degli obiettivi dello studio che prevedeva la ricerca dei granuli pollinici di *S. dodecandra* nel miele prodotto a Valbondione (BG), alta Valle Seriana. Le analisi sono state condotte nel mese di ottobre 2020 nei laboratori della Fondazione Fojanini di Sondrio (SO).

6. RISULTATI E DISCUSSIONE

6.1 Caratteristiche delle comunità vegetali di *S. dodecandra*

I rilievi fitosociologici hanno permesso di identificare un totale di 97 specie vegetali che condividono con *S. dodecandra* l'ambiente di crescita. In particolare, di questo totale soltanto 46 specie sono presenti alla stazione A mentre 43 e 34 rispettivamente alle stazioni B e C. In Allegato I è riportata la tabella dei rilievi fitosociologici svolti. In tutte e tre le aree comunque la salvastrella è indubbiamente la specie più rappresentata, tanto che l'indice di Braun-Blanquet (1964) assegnatole è sempre pari a 5, mentre tutte le altre specie si vedono assegnati i valori di "r" e "+", che identificano dunque specie con una copertura del suolo pari all'1% o addirittura specie rare. In accordo con i tipi corologici riportati da Pignatti (1982), la maggior parte delle specie presenti sono orofite Sud-Europee e paleotemperate, dunque specie rispettivamente montane ed alpine tipiche dei rilievi dell'Europa meridionale e altre specie eurasiatiche, come *Campanula scheuchzeri* e *Clinopodium alpinum*. Anche le specie eurasiatiche, le europee-caucasiche e le eurosiberiane sono molto presenti, in particolare le eurasiatiche *Anthoxanthum nipponicum* e *A. odoratum*, così come le eurosiberiane *Calamagrostis villosa* e *Briza media*. È stata rilevata la presenza di alcune specie artico-alpine, che per definizione sono: "specie dell'Europa Artica, delle Alpi ed altre montagne dell'Europa meridionale". A titolo di esempio si segnalano *Thesium alpinum* e *Atocion rupestre*. Infine sono state rilevate, tra le altre, alcune specie vegetali endemiche, tre delle quali nello specifico endemiche alpine e dunque distribuite solamente lungo la catena alpina, quali *Ranunculus montanus*, *Phyteuma betonicifolium* e *P. scheuchzeri*. In **figura 6.1.1 (a)** è riportato il diagramma delle specie rilevate in campo, suddivise per corotipi, e in **(b)** è possibile visionare i valori percentuali sul totale delle singole forme biologiche di Raunkiaer e i rispettivi portamenti. Nel nostro caso è stata

rilevata un'elevata presenza di emicriptofite, piante erbacee annuali o bienni caratteristiche in quanto possiedono le gemme svernanti poste a livello del suolo, nello specifico emicriptofite scapose e cespitose, in minor misura rosulate e bienni. Una presenza così elevata di emicriptofite (75%) è tipica di ambienti alpini, come riportato anche da Gusmeroli (2012), che indica un valore pari al 73.9%. Le altre forme biologiche sono tutte presenti in percentuali minori, e sono rappresentate nei rilievi solamente da due o tre specie vegetali al massimo. A titolo di esempio si segnalano *Geranium robertianum*, specie terofita scaposa (2%) svernante sotto forma di seme, *Gypsophila repens*, una camefita suffruticosa (3%) caratterizzata come le altre camefite da un fusto legnoso e gemme svernanti poste tra i 30 ed i 50 cm dal suolo, ed infine *Lilium martagon* e *L. bulbiferum*, due specie raggruppate nelle geofite bulbose (2%) caratterizzate dal portare le gemme svernanti al di sotto del livello del suolo.

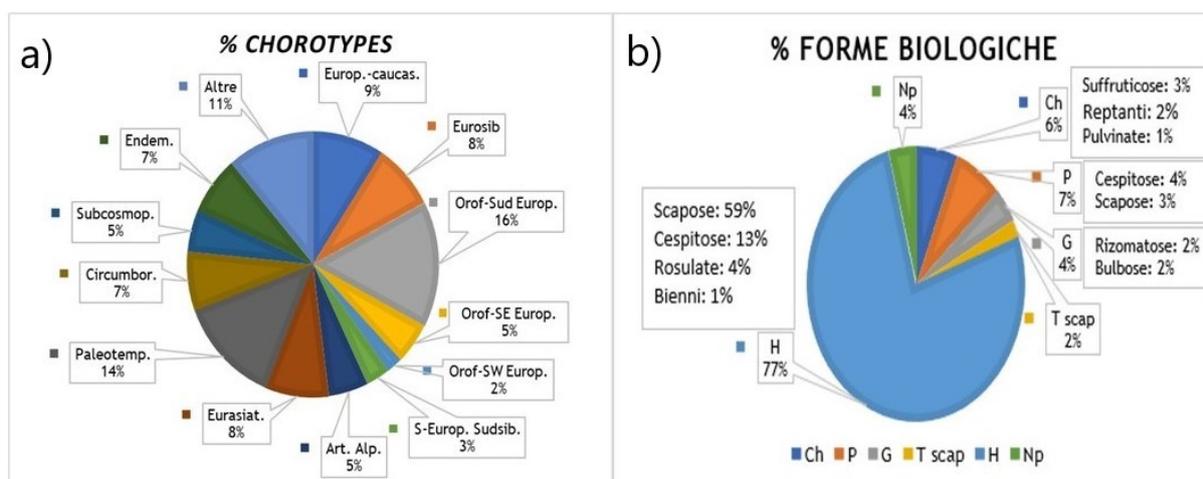


Figura 6.1.1: Diagramma delle specie vegetali rilevate suddivise per corotipo (a) e in base alle forme biologiche proposte da Raunkiær (b), in accordo con Pignatti (2005). Gusmeroli (2012) per una vegetazione alpina riporta i seguenti valori: geofite: 7.8%; terofite: 0.5%; camefite: 12.5%; nanofanerofite: 5.1%.

Tramite *cluster analysis* è stato realizzato un dendrogramma (Figura 6.1.3) relativamente semplice visto il basso numero di rilievi e aree di campionamento, ma che permette di visionare la differenza esistente a livello di specie tra i gruppi analizzati. Tramite il dendrogramma è possibile valutare il grado di similarità esistente fra i rilievi: questi ultimi ovviamente saranno sempre più simili fra di loro

se eseguiti alla stessa area di campionamento, che non fra aree diverse. Nel nostro caso è stata rilevata una diversità floristica tra i clusters (aree di studio) pari a circa il 20%. La stazione A (Maslana, 1200 m.s.l.m.) è caratterizzata da un numero di specie leggermente maggiore rispetto a quello delle altre stazioni: nello specifico sono state identificate più essenze che possiedono un indice di temperatura pari a 4, quali *Clinopodium vulgare* e *Pteroselinum rablense*, non presenti nelle altre stazioni, e specie che possiedono un indice L intermedio e pari a 3 (ben 25 soggetti contro gli 8 presenti alla stazione C, ben esposta al sole durante tutto l'arco della giornata), come ad esempio *Anthriscus sylvestris*, *Geranium sylvaticum* e *Solanum dulcamara*, specie caratteristica degli arbusteti presenti lungo i corsi d'acqua di risorgiva, nonché specie tipiche del sottobosco come *Melica nutans* (Blasi, 2017) e *Aruncus dioicus*, specie molto diffusa nel fondovalle della valbondione. Sono presenti anche altre specie caratteristiche, ma che nel complesso si vedono assegnati valori di Landolt intermedi: *Briza media*, *Bupthalmum salicifolium*, e specie molto comuni come *Taraxacum officinale* e *Tussilago farfara*, tipiche dei climi temperati. La stazione B, posta lungo le pendici del Coca a 1600 metri di quota, a livello degli indici di Landolt possiede valori intermedi, tanto che alla maggior parte delle specie campionate è assegnato un valore pari a 3: circa 30 specie su un totale di 43 possiedono tale valore in tutti gli indici. Sono tuttavia presenti specie non rilevate nelle altre aree di campionamento. *Alnus viridis*, che tende a colonizzare le aree appena al di sopra del limite boschivo assieme alla *Sanguisorba*, e l'endemita *Phyteuma betonocifolium* caratteristico dei prati-pascoli montani e subalpini con substrati acidi tra i 1300 ed i 2200 m.s.l.m. (Pignatti, 1982). Entrambe queste specie possiedono infatti un valore dell'indice T pari a 2 e caratterizzano la stazione B assieme alle ranunculacee *Thalictrum aquilegiifolium* e *Trollius europaeus*, il botton d'oro, nonché *Cirsium erisithales* e *Stachys pradica*, specie tipica dei pascoli subalpini. In questa stazione è altresì presente un numero maggiore di specie con un indice H pari a 5, che identifica suoli decisamente ricchi di sostanze umificate. Alcune di queste non sono state rilevate nelle altre due aree, come ad esempio *Athyrium filix-femina*, *Carex pallescens* e la *Valeriana officinalis*. Infine si segnalano alcune specie relative la stazione C, quella posta a 2000 metri lungo le sponde del lago del Barbellino caratterizzata da abbondanza di rocce. A questa quota come è



Figura 6.1.2: *Silene commutata subsp. antelopum*, rilevata per la prima volta in Lombardia lungo le pendici del Coca e a monte del sentiero che dal rifugio Curò porta a valle. Da notare la tipica dentellatura del margine fogliare.

possibile verificare dai grafici in **figura 6.1.4** vi è una maggiore presenza di specie caratteristiche dei climi più freddi, con valori dell'indice T di 1 e 2 particolarmente numerosi, ben 27 specie appartenenti a svariate famiglie su un totale di 34 essenze. Si segnalano ad esempio *Alchemilla alpina*, e specie diffuse unicamente nelle regioni montuose di Europee, come *Anthyllis alpicola* subsp. *baldensis* e la crassulacea

Rhodiola rosea presente anche in Nord America e diffusa tra i 1500 ed i 3000 metri nelle praterie alpine (Pignatti, 1982). Sono poi presenti *Viola biflora*, *Ranunculus montanus* e *Festuca luedii*. In particolare, la festuca e la vulneraria, oltre a *Lotus alpinus* e *Gypsophila repens*, sono caratterizzate da un valore dell'indice di luminosità pari a 5, caratteristiche quindi dei prati-pascoli montani ben soleggiati. *Gypsophila repens* è inoltre una specie caratteristica dei ghiaioni, definita glareofita coprente in quanto in grado di sviluppare un esteso e ramificato apparato vegetativo, ancorandosi tenacemente al substrato (Blasi, 2017). Altro dato che emerge dai rilievi a questa stazione è una maggior presenza di soggetti con un indice di nitrofilia pari a 2, ben il 60% del totale, indice di suoli poveri in sostanze nutritive. Alcune di queste non ancora citate sono l'acino alpino, *Clinopodium alpinum*, l'endemita alpico presente fino ai 2200 metri *Phyteuma scheuchzeri* (Pignatti, 1982), e *Laserpitium frapfii* subsp. *gaudinii*. Per l'elenco completo delle specie campionate si rimanda all'**allegato I** (pag. 87). Un'importante risultato, anche se non relativo alla specie oggetto di studio, è emerso durante i rilievi fitosociologici. Alla stazione B è stata individuata una specie appartenente al genere *Silene* che subito ha attirato l'attenzione del prof. Giupponi, ma non è stato possibile identificarla immediatamente. Durante la discesa a valle successiva ai campionamenti effettuati

nei pressi del lago del Barbellino (area C) svolti qualche settimana più tardi, è stata nuovamente individuata a monte del sentiero, nelle vicinanze dei numerosi canalini rocciosi che caratterizzano il versante, e una volta campionata e visionata è stata definitivamente classificata come *Silene commutata* subsp. *Antelopum*, conosciuta col nome volgare di Silene rigonfia dei camosci. Questa specie oltre ad essere rara sulle Alpi, non era mai stata segnalata prima d'ora in Lombardia: come riporta Pignatti (1982) è presente tra i 1500 ed i 2200 metri di quota nei prati subalpini delle Alpi Giulie, della Carnia e delle Dolomiti, ma non sulle Alpi Lombarde. Caratteristica distintiva di questa specie è la tipica e regolare dentellatura del margine fogliare (Figura 6.1.2). Grazie a questo lavoro è stato dunque possibile accrescere la conoscenza relativa alla distribuzione territoriale di questa specie alpina, confermandone la presenza in una regione fino ad ora considerata esterna al suo ambiente di crescita.

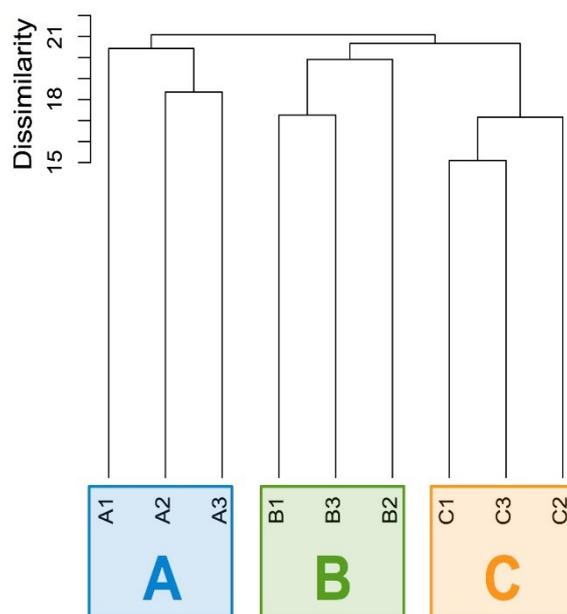


Figura 6.1.3: Dendrogramma dei rilievi. Le lettere maiuscole evidenziate in diversi colori indicano le tre aree di campionamento mentre le sigle A1, A2, ecc. indicano i rilievi eseguiti nelle relative stazioni.

Per ciò che riguarda gli indici di Landolt relativi le specie rilevate in campo, l'AnoVa test ha permesso di identificare delle differenze significative fra le aree di

campionamento a livello degli indici di temperatura (T), luminosità (L) e nitrofilia (N). In particolare, gli indici T ed N risultano significativamente differenti al 99% (con $P < 0.01$) mentre l'indice L è significativamente differente al 95% (con $P < 0.05$): tali valori sono il risultato dei confronti multipli eseguiti tramite il post-hoc test di Tukey. I valori medi degli indici di Landolt di tutte le specie presenti nelle tre aree non sono invece particolarmente distanti da quelli relativi a *Sanguisorba dodecandra*, che ovviamente condividendo con il resto delle specie l'habitat di crescita, non può che possedere dei valori degli indici ecologici molto simili ai valori medi delle stazioni. A titolo di esempio si riportano in **figura 6.1.4** gli spettri ecologici delle stazioni A e C, utili a comprendere la differenza nell'incidenza percentuale delle diverse specie vegetali in base ai valori di Landolt. In **figura 6.1.5** sono invece riportati valori medi di tutti gli indici alle tre stazioni con evidenziate le differenze significative risultate dai confronti multipli del post-hoc test di Tukey.

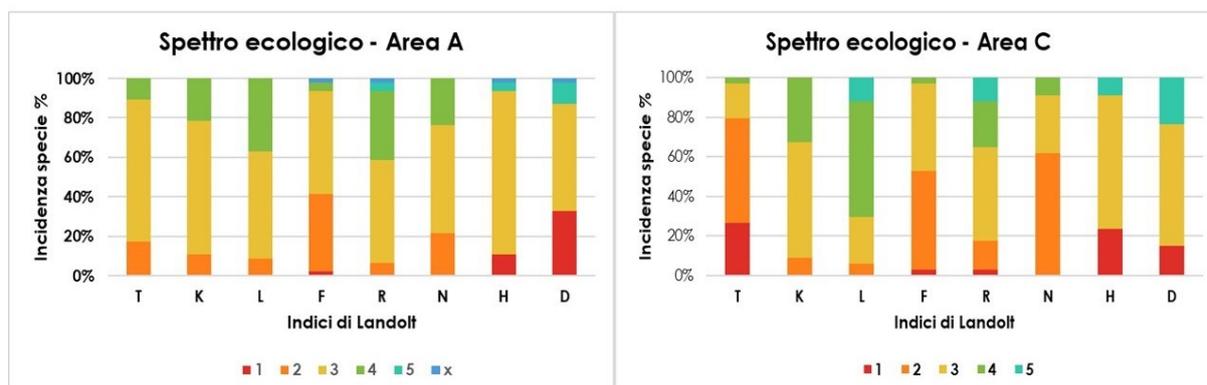


Figura 6.1.4: Spettri ecologici delle stazioni A e C posti a confronto. Sono ben visibili le variazioni nell'incidenza delle diverse specie raggruppate sulla base dei parametri di Landolt.

Dal grafico sopra riportato si può notare come l'abbondanza del numero di specie con indici diversi tende a variare passando dalla stazione A alla stazione C. In particolare si passa dallo 0% a più del 20% di abbondanza di essenze con indice T pari a 1, si ha una minor presenza di specie con indice L pari a 3, che passano dal 50% al 20%, e si nota che le specie con indice N pari a 2 aumentano considerevolmente. In maniera semplicistica si può affermare che la stazione C è caratterizzata da

temperature mediamente più basse, da un maggior grado di luminosità e da un terreno mediamente più povero di sostanze nutritive rispetto alla stazione A.

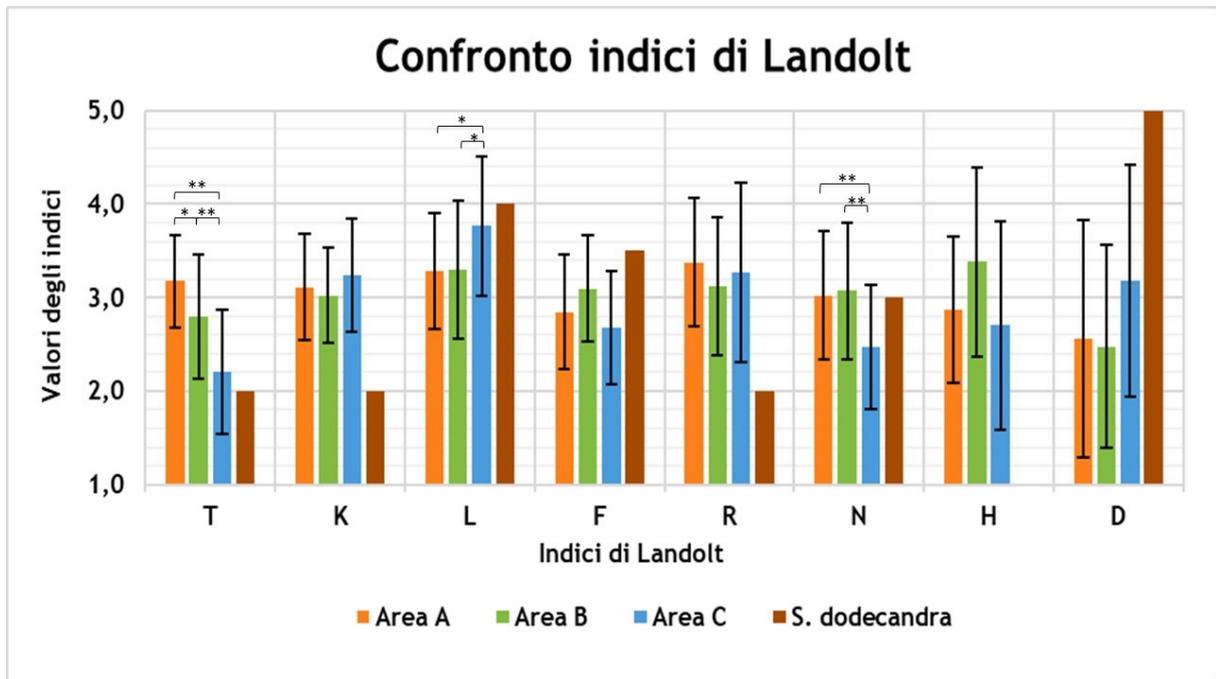


Figura 6.1.5: Istogramma di confronto delle medie (e dev. st.) dei parametri di Landolt nelle tre diverse aree di campionamento. Per completezza sono riportati anche i valori di S. dodecandra. Si notano le differenze significative a livello dei parametri T, L ed N emerse dal test Anova e confrontate con il Tukey test: *, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$.

6.2 Strategia CSR

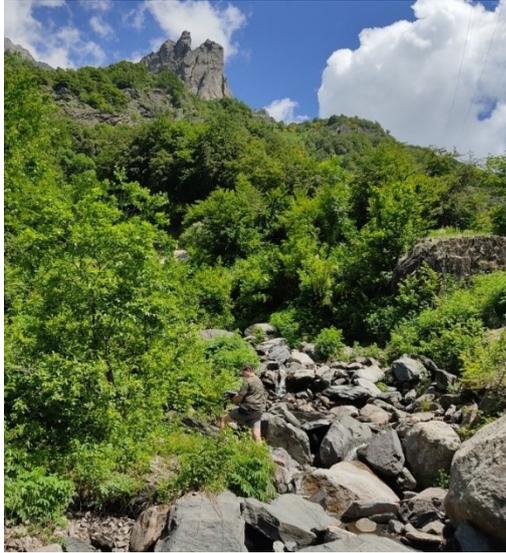


Figura 6.2.1: Rilievi alla stazione A, parzialmente compresa nel greto di un torrente.

Le analisi della strategia funzionale di sopravvivenza evidenziano prevalentemente delle variazioni di quella che è la componente S (*stress-tolerant*) mentre i valori di C ed R non presentano variazioni così importanti. In particolare, si assiste ad un aumento del valore di S con il progredire della stagione estiva, e la variazione di tale valore risulta particolarmente marcata nei soggetti campionati alla stazione A, quella sita alla quota più bassa, a 1200 metri (**Figura 6.2.1**). Questo molto probabilmente rappresenta la risposta data dalla specie all'aumento delle temperature durante la stagione estiva, caratteristica accentuata dagli

elevati valori di umidità relativa presenti sul fondovalle. L'aumento del valore S con il proseguire delle fasi fenologiche è comunque stato osservato anche alle quote più alte, alle stazioni B e C. Altra particolarità emersa dalle analisi è riferita al valore di R: quest'ultimo risulta infatti maggiore nei soggetti vegetanti alla quota più alta (2000 metri), mentre al contrario i valori di C e soprattutto di S sono più bassi. Questa variazione potrebbe essere il risultato di condizioni ecologiche nel complesso migliori, che permettono a *S. dodecandra* di essere meno stress-tollerante e allo stesso tempo possedere una strategia più ruderale. Ciò verrebbe confermato da Fuchs-Eckert (1990) in quanto secondo l'autore la specie troverebbe condizioni ambientali-ecologiche migliori attorno ai 1800-1900 metri di quota. Nel complesso, dalle analisi relative ai dati raccolti nei tre siti di campionamento, la salvastrella orobica ha evidenziato di possedere una strategia di sopravvivenza tipicamente R/CR. L'andamento dei valori CSR ed in particolare quello relativo al valore S sono visionabili nei successivi grafici (**Tab. 6.2.2, figure 6.2.3 e 6.2.4**).

<i>S. dodecandra</i>	Valori ottenuti			Valori medi totali	Pierce et al. (2016)
	Staz. A	Staz. B	Staz. C		<i>no data</i>
C (%)	27,00 (± 2,93)	24,32 (± 3,29)	24,12 (± 1,70)	25,15 (± 1,60)	64,84
S (%)	8,79 (± 2,32)	9,37 (± 2,34)	7,68 (± 1,45)	8,61 (± 0,86)	16,57
R (%)	64,21 (± 2,53)	66,31 (± 3,14)	68,20 (± 2,18)	66,24 (± 1,99)	18,59
Strategy	R / CR	R / CR	R / CR	R / CR	C / CSR

Tabella 6.2.2: Tabella con riportati i valori CSR ottenuti dalle analisi di laboratorio (valori medi \pm deviazione standard). Confrontati con Pierce et al. (2016).

Come si può notare, i valori ottenuti dall'analisi più recente sono parzialmente in disaccordo con quelli ottenuti dagli studi precedenti (Pierce et al., 2016) in cui non sono riportati il numero di campionamenti né il luogo dove tali campionamenti sono stati eseguiti. Di seguito i grafici relativi alle caratteristiche CSR relative alle tre stazioni di campionamento di *S. dodecandra*. In particolare, è da notare il valore del parametro R, risultato molto più elevato dalle nostre analisi, e giustificato dal fatto che la specie è particolarmente adatta a svilupparsi in aree soggette a forti disturbi (*ruderal*). Queste sono ad esempio stazioni con suoli particolarmente instabili o soggetti a frequenti franamenti, i greti dei torrenti in secca caratterizzati da fenomeni di piena durante le abbondanti precipitazioni estive, oppure aree soggette a frequenti ruscellamenti e valanghe. Queste situazioni non sono poi così rare sui versanti orobici tipicamente acclivi, a maggior ragione sopra i 1800-1900 metri dove la presenza di terreni instabili, canalini rocciosi, rocce in continuo movimento ed altri disturbi ambientali si verificano molto frequentemente, ma dove Fuchs-Eckert (1990) afferma che il *frasnej* trova condizioni ambientali particolarmente idonee al suo sviluppo. Da notare che tutte e tre le aree di prelievo in questione sono caratterizzate da un'elevata presenza di rocce affioranti ed instabili (in particolare l'area C) o comunque si trovano nelle vicinanze di ghiaioni ed aree rocciose, piuttosto che completamente all'interno del letto dei torrenti, come nel caso della stazione A. I valori ottenuti da Pierce (2016) tuttavia evidenziano come la specie in oggetto sia in grado di colonizzare anche ambienti meno disturbati, deviando verso una strategia più competitiva e presumibilmente colonizzando ampiamente le superfici dove si sviluppa, caratterizzate da bassi livelli di stress e disturbi di tipo

naturale e non. Nel complesso, i valori qui riportati potrebbero essere in linea generale più corretti di quelli proposti da Pierce et al. (2016), certamente più affidabili se riferiti alle popolazioni di *Sanguisorba dodecandra* che popolano i versanti meridionali delle Orobie Bergamasche.

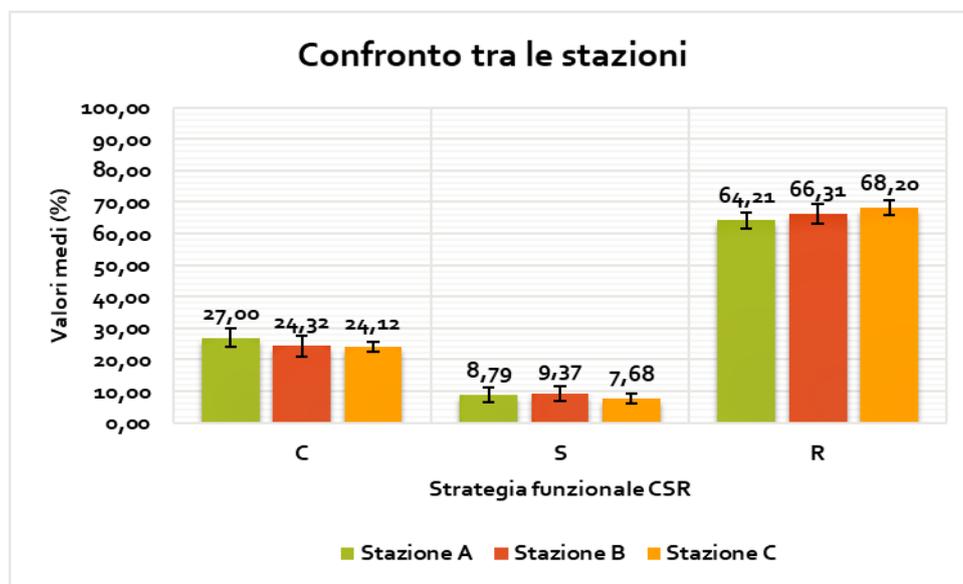


Figura 6.2.3: Confronto tra i valori medi dei parametri CSR nelle differenti stazioni di campionamento: da notare il minor valore di S relativo alla stazione C. Probabilmente a questa quota (2000 metri) S. dodecandra trova condizioni ecologiche migliori o comunque ideali per il suo sviluppo.

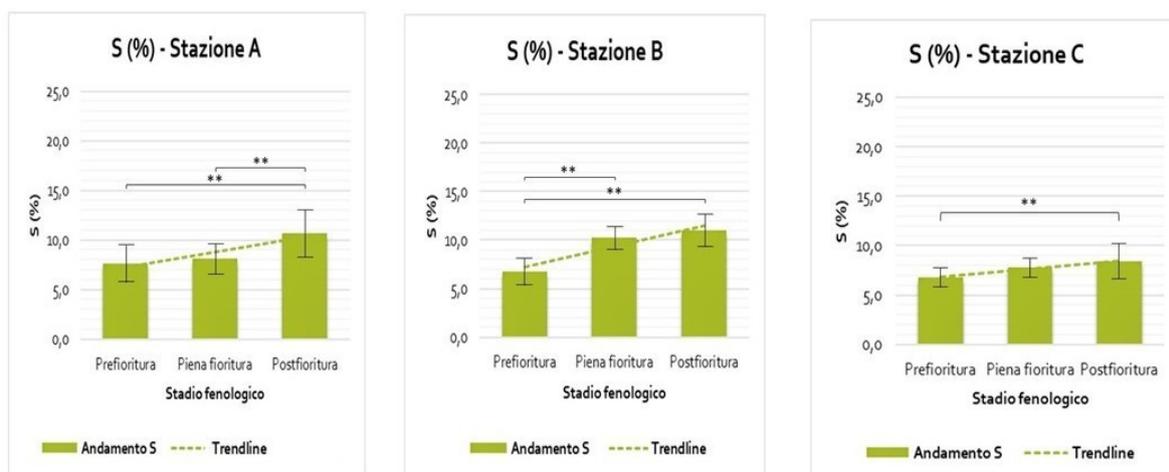


Figura 6.2.4: Grafici riferiti al parametro S (%) delle tre diverse stazioni. La linea di tendenza ne evidenzia l'andamento, mentre i simboli ** evidenziano le differenze significative (qui al 99%, con $P < 0.01$) risultate dalle analisi statistiche.

Infine si propongono i tre diagrammi triangolari della strategia CSR, all'interno dei quali sono stati proiettati i risultati sotto forma di coordinate, ottenuti dal foglio di calcolo StrateFy proposto da Pierce (2016). È ben visibile l'andamento dei tre parametri nel corso della stagione vegetativa così come la differenza che interessa le tre diverse aree di campionamento. Le tre stazioni sono indicate come "a", "b" e "c". Nel complesso si può notare come la strategia funzionale maggiormente rilevata sia quella ruderale, con delle leggere variazioni che interessano tale parametro. Anche la strategia C non presenta variazioni importanti, mentre quello più interessante è sicuramente il parametro S, minore nei soggetti campionati a 2000 metri di quota ma che comunque tende ad aumentare nel corso della stagione estiva. Tenendo presente che la variabile ambientale più importante nel corso della stagione è rappresentata dalla temperatura, probabilmente l'aumento della stress-tolleranza è dovuta principalmente proprio all'aumento delle temperature medie durante i mesi di luglio e agosto. *S. dodecandra* sembra avere una plasticità ecologica che le consente di sopravvivere anche in aree (o in periodi) in cui le condizioni ambientali non sono ottimali per lei come quelle delle stazioni alle quote più basse e/o con temperature estive mediamente più alte rispetto al resto del territorio.

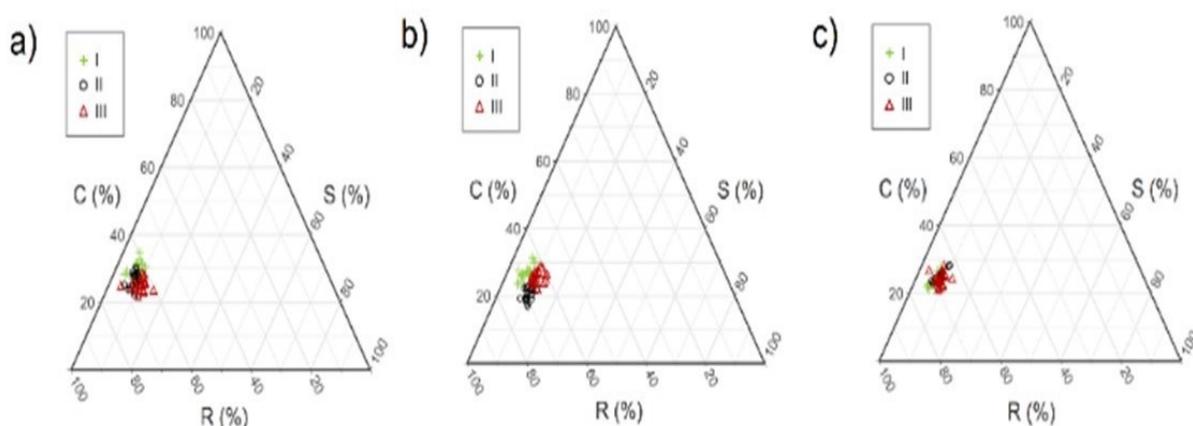


Figura 6.2.5: Diagrammi triangolari CSR riferiti alle stazioni di campionamento. Si nota nuovamente l'aumento del valore del parametro S con l'avanzare della stagione estiva (I = prefioritura; II = piena fioritura; III = postfioritura), probabile risposta della specie alle alte temperature tipiche del periodo.

6.3 Caratteristiche bromatologiche

Le analisi bromatologiche sono state realizzate principalmente tramite metodi rapidi utilizzando un analizzatore NIR, e nonostante tale strumento non fosse (per forza di cose) calibrato specificatamente per i valori di *S. dodecandra*, sono emersi risultati decisamente interessanti. Altri valori, come il contenuto di sostanza secca, le ceneri ed i carboidrati non fibrosi sono stati al contrario ottenuti o comunque calcolati con i metodi tradizionali. Il primo valore ad attirare l'attenzione è sicuramente il contenuto in proteine grezze (PG) decisamente alto, al pari di alcune leguminose quali *Trifolium* spp. considerate ottime specie foraggere e la cui presenza è molto apprezzata soprattutto in aree montane, dove la disponibilità di elevati valori proteici nei foraggi è decisamente poco frequente, in certi casi un'eccezione. Ciò in quanto nella maggior parte dei casi i pascoli alpini sono dominati da graminacee e da altre specie notoriamente povere di proteine. Questo può rappresentare un problema non tanto per il bestiame in asciutta, quanto ai capi in lattazione: un corretto apporto proteico è fondamentale non solo al mantenimento dell'animale, ma una quota importante dell'azoto assimilato avrà come destinazione finale la mammella, che sintetizzerà così le proteine del latte (caseine, β -lattoglobuline, α -lattoalbumine). Circa il 70% dell'azoto ingerito infatti viene degradato nel rumine, rielaborato in proteine microbiche successivamente digerite, ed infine trasportato sotto forma di amminoacidi alla mammella (www.unina.it; www.ariel.unimi.it). La presenza di una specie vegetale particolarmente ricca di proteine in un contesto alpino dove spesso la dieta dei ruminanti è povera di sostanze azotate potrebbe quindi rappresentare un vantaggio durante i pascolamenti nei luoghi di crescita di *S. dodecandra*, soprattutto se si tiene conto dell'estensione territoriale che assumono certe popolazioni sulle Orobie. Tuttavia bisogna sottolineare come i dati ottenuti dalle analisi NIR siano solamente indicativi per quest'essenza ed in particolare l'effettiva quantità di PG potrebbe essere sovrastimata, senza tener conto che in questo caso non sono state valutate le effettive percentuali delle varie frazioni proteiche, che comprendono anche una certa quota di azoto non proteico, e non

sono è stata determinata l'effettiva quota di proteine degradabili nel rumine. Bisogna anche tener presente che una piccola frazione proteica insolubile, in quanto legata all'NDF (prende il nome di NDIP) e qui non stimata, potrebbe essere liberata durante la digestione e quindi resa disponibile per i ruminanti, mentre la quota proteica legata all'ADF (ADIP) è sempre inutilizzabile ai fini nutritivi (Dal Prà, 2015). Altro valore interessante è il contenuto in ceneri, attorno al 9-10%. Le ceneri nei foraggi sono un elemento importante in quanto rappresentano l'insieme dei minerali contenuti nell'alimento, elementi indispensabili per il mantenimento della salute degli animali. Secondo un documento del CRPA (www.crpalab.crupa.it), gli elementi minerali si suddividono in macroelementi, necessari in grandi quantità (nell'ordine dei grammi) quali calcio, fosforo, magnesio, potassio, cloro, zolfo e sodio, e microelementi (nell'ordine dei milligrammi) come manganese, rame, zinco, selenio, ferro, iodio e molibdeno. Inoltre, secondo un rapporto dell'Università Federico II di Napoli (www.unina.it), i bovini possono essere colpiti da una serie di disturbi a causa di carenze o squilibri minerali, come il collasso puerperale, le zoppie, la scarsa fertilità e le deformazioni ossee. Da qui si comprende come gli elementi minerali, siano essi macro o microelementi, sono indispensabili al mantenimento di tutta una serie di funzioni vitali dell'organismo animale, e una loro carenza può causare problemi molto gravi. Anche nel caso delle ceneri sembrerebbe che *Sanguisorba dodecandra* ne possieda una quantità degna di nota, simile a quella di altre specie alpine come *Anthyllis baldensis* e *Polygonum bistorta* (Andreis, 1997), specie alpina tipica dei prati-pascoli ricchi di sostanze nutritive. In questo caso sono comunque da tenere in considerazione alcune variabili importanti. Spesso infatti valori del contenuto in ceneri attorno 10-11% denotano una contaminazione del foraggio con terra o altro, e il contenuto totale di questo parametro identifica ovviamente gli elementi minerali nella loro interezza, ma non nello specifico il valore percentuale dei singoli elementi, per la cui determinazione sono necessarie ulteriori analisi di laboratorio. Nella tabella successiva, (Tab. 6.3.1) sono riportati i valori delle componenti bromatologiche risultate dall'analizzatore Aurora NIR e dalle prove in stufa (SS) e muffola (ceneri). Per quello che riguarda i valori di NDF e di ADF bisogna inoltre ricordare, come riporta Dal Prà (2015), che questi dati grezzi non bastano a definire il reale grado di utilizzazione del foraggio in questione durante la digestione

da parte dei ruminanti, in quanto il calcolo delle loro componenti prese singolarmente risulta di estrema importanza.

Campione / fase fenologica	Componente nutrizionale						
	SS stufa	PG	NDF	ADF	Ceneri	SO	NFC
	% stq	% SS	% SS	% SS	% SS	% SS	% SS
A1 / prefioritura	21,19	19,53	37,94	21,48	8,29	91,72	32,25
B1 / prefioritura	23,65	20,15	41,18	22,69	9,88	90,13	26,80
C1 / prefioritura	25,28	21,34	40,02	22,74	9,82	90,19	26,83
A2 / piena fioritura	27,31	20,51	38,51	22,78	9,68	90,32	29,30
B2 / piena fioritura	28,48	22,04	37,11	21,87	9,64	90,37	29,23
C2 / piena fioritura	28,06	23,08	37,77	20,86	10,24	89,77	26,93
A3 / postfioritura	34,21	23,01	33,86	22,21	7,96	92,05	33,18
B3 / postfioritura	31,15	23,01	37,27	23,59	10,18	89,82	27,55
C3 / postfioritura	34,06	23,12	32,76	20,43	8,97	91,03	33,15
	Valori medi (± dev.st.) degli stadi fenologici						
Prefioritura	23,37 ± 2,06	20,34 ± 0,92	39,71 ± 1,64	22,3 ± 0,71	9,33 ± 0,90	90,68 ± 0,90	28,63 ± 3,14
Piena fioritura	27,95 ± 0,59	21,88 ± 1,29	37,8 ± 0,70	21,84 ± 0,96	9,85 ± 0,34	90,15 ± 0,33	28,49 ± 1,35
Postfioritura	33,14 ± 1,73	23,05 ± 0,06	34,63 ± 2,35	22,08 ± 1,58	9,04 ± 1,11	90,97 ± 1,12	31,29 ± 3,24
	Valore medio (± dev.st.)						
	28,15 ± 4,45	21,75 ± 1,42	37,38 ± 2,67	22,07 ± 1,01	9,41 ± 0,82	90,60 ± 0,82	29,47 ± 2,57

Tabella 6.3.1: Tabella dei risultati restituiti dall'analizzatore NIR sui campioni di Sanguisorba dodecandra (valore di SS ottenuto tramite stufa). Da notare i valori di PG, ceneri e NFC. Nella colonna "Campione / fase fenologica" le lettere A, B e C indicano le tre stazioni di campionamento, i numeri 1, 2 e 3 lo stadio fenologico della pianta al momento della raccolta, riportato anche a fianco.

Anche il contenuto di carboidrati non fibrosi (NFC), sostanzialmente amido ed altri polisaccaridi di riserva è relativamente alto, altro dato interessante in quanto alla base della sintesi dello zucchero del latte, il lattosio, vi è ovviamente il glucosio ottenuto dalla demolizione degli amidi. Solitamente la quota di amidi, o meglio di NFC, nelle razioni delle bovine da latte va dal 36 al 44% della sostanza secca (Fantini, 2013): nel nostro caso i valori medi si aggirano attorno al 29-30%, quindi al di sotto dei valori consigliati, che tuttavia ultimamente si stanno cercando di diminuire negli allevamenti da latte a favore di contenuti maggiori di fibra come nuovamente segnalato da Fantini (2013). I carboidrati non fibrosi sono stati calcolati semplicemente sottraendo al valore di 100 le ceneri, le PG, l'NDF e l'estratto etereo.

Per quello che riguarda gli altri parametri, nel complesso presentano valori sostanzialmente buoni, anche se manca purtroppo il valore specifico della lignina: ciò potrebbe influire notevolmente e soprattutto negativamente sul valore nutritivo, andando ad inficiare di conseguenza la digeribilità del *frasnej* da parte dei ruminanti. Sono infatti stati determinati i valori della fibra al detergente neutro e di quella al detergente acido, ma il valore della lignina preso da sé non è stato possibile calcolarlo. Riguardo questo punto bisogna comunque notare come la specie in questione presenti abbondanza di foglie, preponderanti rispetto agli steli dove solitamente si concentra una maggiore presenza di lignina. Le stesse foglie, peraltro, mantengono sempre una consistenza tenera durante tutto il corso della stagione vegetativa così come gli steli, segno che probabilmente si può ipotizzare un basso valore di lignina, valore che comunque necessiterà di ulteriori analisi per poter essere determinato con un buon margine di sicurezza. Inoltre, come riporta un documento dell'IIS Meloni (www.ipsaameloni.it), la digeribilità delle foglie delle leguminose non diminuisce durante la maturazione, ma anzi rimane pressoché costante, il contrario di ciò che avviene nelle graminacee: considerando una certa somiglianza della rosacea nei confronti di alcune leguminose alpine, anche questo fattore è ipotizzabile per quel che riguarda *S. dodecandra*.

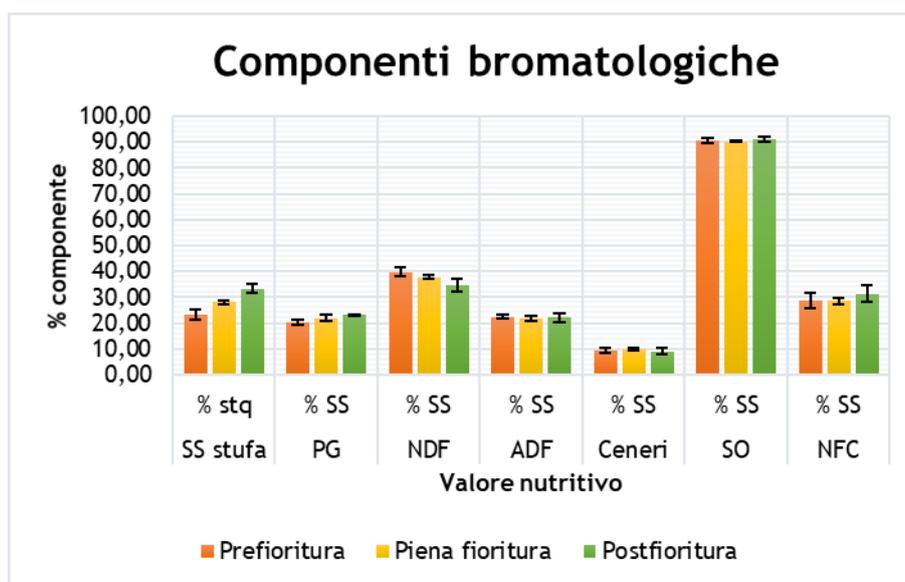


Figura 6.3.2: Valori medi delle principali componenti bromatologiche di *S. dodecandra*. Da notare la variazione percentuale che interessa le componenti al trascorrere della stagione vegetativa.

Come si può notare dal grafico di **figura 6.3.2**, alcuni parametri presentano una variazione più o meno marcata nel corso della stagione estiva. La sostanza secca misurata sul tal quale va incontro ad un aumento del 10% circa passando dalla prefioritura alla postfioritura, quando sugli steli sono presenti i numerosi acheni e la pianta tende a seccare visto l'approssimarsi del termine della stagione estiva, diminuendo notevolmente il contenuto idrico all'interno dei tessuti. Gli ultimi campioni sono infatti stati prelevati tra ultimi giorni di agosto ed i primi di settembre, ma presentavano già importanti segni di senescenza a carico di foglie e steli: nel giro di un paio di settimane al massimo tutti i soggetti hanno terminato il loro ciclo vitale, seccando completamente e lasciando cadere i semi al suolo. Questo ovviamente va ad influire sul contenuto di SS sul peso tal quale, visto l'ovvio allontanamento di una consistente frazione idrica. Anche il valore delle PG sembra subire un lieve incremento, mentre i valori di SO (e quindi anche le ceneri) e ADF restano sostanzialmente invariati, apparentemente non alterando la digeribilità della specie considerando che l'ADF è comprensiva anche della lignina. Un altro parametro nutritivo che subisce una variazione interessante è l'NDF, che va incontro ad una diminuzione pari a circa l'8% passando dalla pre alla postfioritura. Considerando che la differenza tra il valore dell'NDF e dell'ADF consiste semplicemente nel quantitativo in emicellulose, ciò può significare una diminuzione prevalentemente a carico di tale costituente. Come riporta Dal Prà (2015) tuttavia, non basta semplicemente conoscere il valore dell'NDF per determinare il valore energetico di un foraggio: il calcolo della quota di sola cellulosa è un aspetto fondamentale (si ricorda che l'NDF contiene oltre alla cellulosa le emicellulose e la lignina). Inoltre, sarebbe necessario anche un calcolo dei carboidrati della parete cellulare realmente disponibili alla degradazione ruminale, e della quota successivamente assimilabile a livello intestinale. Nel nostro caso questo non è stato possibile in quanto si rendono necessarie specifiche analisi di laboratorio, e ci si è quindi limitati al calcolo del valore della fibra neutro deterosa così come tale. Alcuni di questi dati rilevati dal NIR sono stati poi confrontati in **figura 6.3.3** con quelli noti relativi a diverse specie alpine presenti in letteratura (Andreis, 1997; Orlandi et al., *no date*). Questo con lo scopo di mostrare le similitudini e le differenze nei livelli di alcune componenti nutrizionali: in particolare sono stati presi in considerazione i

seguenti parametri: proteine grezze, ceneri e l'estratto etereo. La rosacea come già accennato sembra possedere valori proteici relativamente elevati, al pari di diverse specie vegetali considerate ottime foraggere, tra le quali *Trifolium alpinum*. Tuttavia bisogna nuovamente ricordare come il test rapido che ha permesso l'ottenimento di questi dati potrebbe aver restituito risultati parzialmente fuorvianti e in certi casi valori sovrastimati. Comunque, basandosi semplicemente sui risultati dei valori nutrizionali ottenuti, dal grafico successivo è possibile visionare quanto appena affermato: *S. dodecandra*, facendo un semplice confronto con diverse specie alpine i cui parametri nutrizionali sono noti, possiede alcune componenti bromatologiche in quantità mediamente più elevate. Se da questi dati non è possibile risalire a particolari proprietà della specie, o all'influenza che potrebbe avere sul latte ed i prodotti derivati come citato dal Massara nel 1834, ci si accorge di come siano particolarmente interessanti. *Sanguisorba dodecandra*, pur essendo una rosacea, presenta nel complesso valori nutrizionali del tutto simili a quelli di alcune leguminose tipiche degli ambienti pascolivi dei territori di montagna, dati che non ci si aspettava da questa pianta. Nel momento in cui si confrontano i detti valori con quelli di altre specie vegetali si nota immediatamente come il contenuto proteico sia sostanzialmente doppio (basterebbe questo a denotare la sua particolarità), e anche il contenuto in ceneri particolarmente elevato è un dato interessante, soprattutto se si considera che il materiale vegetale campionato è stato prelevato a diversi centimetri di altezza dal suolo. Questo diminuisce la possibilità che i campioni siano stati contaminati da particelle di terreno, che notoriamente innalzano non di poco il contenuto di ceneri nei foraggi (www.feedinnova.it). Una nota va dedicata anche all'estratto etereo: questa componente rappresenta tutti i grassi solubili in etere comprensivi di cere, alcoli, cutine ed acidi organici (*Department of Agriculture and Fisheries - www.daf.qld.org.au*) ed è importante per due motivi. Prima di tutto, come riportato sul sito del Dipartimento dell'Agricoltura del Queensland, un valore maggiore del 5% SS di estratto etereo potrebbe compromettere la funzionalità ruminale causando seri problemi all'animale, e inoltre viene utilizzato per il calcolo dei carboidrati non fibrosi (NFC): per evitare di ottenere risultati fuorvianti, è quindi importante una precisa determinazione dell'estratto etereo. In questo studio, vista l'impossibilità di stimare il valore dell'EE e visti i ben noti errori di calcolo di tale

parametro tramite tecnologia NIR, è stato utilizzato un valore fisso e pari al 2% SS, in quanto solitamente nelle specie erbacee è relativamente basso e poco si discosta dall'1-2%. Per questo, e per via di tutti i motivi riportati in questa sezione, ulteriori studi dovranno essere realizzati per confermare i dati ottenuti durante questa ricerca, in particolare utilizzando le classiche ed accurate metodologie di laboratorio per confermare oppure smentire i valori nutrizionali qui riportati. Nello specifico, determinare le varie frazioni proteiche, le percentuali dei diversi elementi minerali, l'estratto etereo e approfondire la conoscenza degli altri parametri nutrizionali saranno obiettivi fondamentali delle prossime analisi bromatologiche, già programmate per la primavera del 2021.

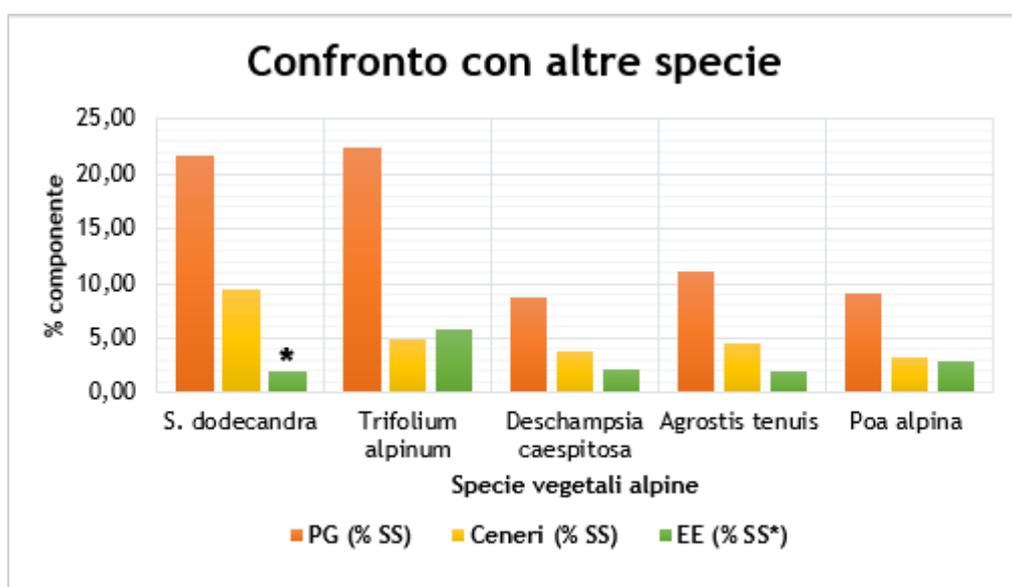


Figura 6.3.3: Grafico con i confronti dei valori di PG, Ceneri ed EE) con alcune specie alpine. Un valore di PG elevato non è la norma nei pascoli alpini, dove le graminacee sono spesso le specie più numerose e caratteristiche. Ciò trova conferma anche in Cislighi et al. (2019), dove l'analisi del contenuto proteico di sette pascoli alpini ha restituito valori compresi tra il 9.38 %SS e il 14.53 %SS, mentre soltanto uno ha restituito 21.12 %SS.

6.4 Presenza di polline nel miele

Dalle analisi melissopalinoologiche di tipo qualitativo realizzate su un singolo campione di miele prodotto a Valbondione (BG), ad una quota di 1000 metri, sono emersi risultati molto interessanti. Secondo le migliori previsioni, infatti, ci si aspettava una possibile presenza soltanto in tracce del polline della rosacea, presenza fra l'altro non del tutto scontata. Inoltre dalle analisi condotte alcuni anni fa su alcuni mieli provenienti dal versante orobico valtellinese, erano emerse percentuali di presenza del polline di *S. dodecandra* davvero basse (0.1-1%). Dalle analisi realizzate dalla Fondazione Fojanini a ottobre 2020 sono emersi al contrario risultati completamente diversi: è stata infatti accertata una presenza di granuli pollinici della salvastrella orobica pari al 9.5%. Questo dato, che potrebbe comunque sembrare relativamente basso, è al contrario molto interessante in quanto mai una quantità simile è stata riscontrata all'interno dei mieli prodotti nel territorio orobico, e conferma il fatto che gli insetti impollinatori visitano di frequente la specie in oggetto per ricavarne il nettare. Con ciò si potrebbe ipotizzare che in caso di presenza massiccia di *Sanguisorba dodecandra* nei pressi delle arnie, la quantità del relativo polline all'interno del miele potrebbe aumentare non di poco. Nel caso oggetto di studio infatti, le arnie non si trovano nelle immediate vicinanze di popolazioni massicce della rosacea, e tutta una serie di altre specie vegetali nettariifere sono altresì presenti. Nella pagina successiva sono riportati i risultati delle analisi polliniche, con evidenziati i valori relativi a *S. dodecandra*.



LABORATORIO APISTICO

23100 Sondrio - Via Valeriana, 32 - tel (0342) 512954/513391 - fax 513210

DATA CONSEGNA:	Ottobre 2020
AZIENDA:	F. Rossini e L. Serafini
SEDE:	Via Mazzoleni, 22 – Clusone (BG)
LOCALITÀ DI PRODUZIONE:	Val Seriana, a circa 1000 m di quota.
ORIGINE BOTANICA DICHIARATA:	Miele di tiglio

ANALISI PALINOLOGICA QUALITATIVA

Polline dominante:	Castanea: più del 70% del totale dei pollini osservati, ma viene escluso dalla valutazione delle classi di presenza delle altre specie, che altrimenti sembrerebbero del tutto marginali per il prodotto.
Il calcolo delle seguenti classi e percentuali di presenza di tipologie polliniche è stato effettuato tralasciando il castagno.	
Pollini molto frequenti:	Tilia (34,5 %)
Pollini frequenti:	Pyrus f. (Sorbus f.) (15,7 %), Rubus (12,8 %), Sanguisorba (9,5 %)
Pollini abbastanza frequenti:	Trifolium repens (6,7 %), Umbrelliferae (Anthriscus, Pimpinella, Heracleum, Astrantia f.) (6,5 %), Rhamnus (4,4 %), Centaurea j. (3,8 %), Acer (2,6 %)
Pollini rari:	Parthenocissus, Ligustrum, Hypericum, Sedum, Robinia, Polygonum bistorta, Melilotus, Compositae T (Taraxacum, Hieracium, Cichorium f.), Compositae S (Carduus, Cirsium f.), Achillea, Prunus, Salix, Buddleja, Labiatae M (Salvia, Thymus, Origanum f.), Lotus corniculatus, Viburnum f., Echium, Geranium sylvaticum, Campanulaceae (Campanula, Phyteuma), Aesculus, Clematis, Ericaceae (Erica/Vaccinium f.), Caryophyllaceae (Silene, Dianthus f.), Pedicularis, Balsaminaceae (Impatiens f.), Potentilla/Fragaria, Knautia/Scabiosa, Rosa, Laburnum f.
Pollini di piante non nettariifere:	Pinaceae, Graminaceae, Plantago, Filipendula, Helianthemum, Aruncus, Rumex
Elementi di melata:	spore ed ife fungine si rilevano abbastanza numerose, ad indicare presenza di melata.
Altri elementi nel sedimento:	non si rilevano lieviti che potrebbero indurre alla fermentazione del prodotto, o sostanze estranee al nettare.

IL CAMPIONE RISULTA COMPOSTO IN ORDINE DECRESCENTE DAI NETTARI DELLE SEGUENTI SPECIE

Principali:

-tiglio,

-Rosacee come sorbo e lampone.

Di accompagnamento alle principali:

-trifoglio,

-Ombrellifere dei prati/pascoli,

-sanguisorba,

-frangola, centaurea e acero.

Come si può notare la presenza di *Sanguisorba dodecandra* è notevole, tanto da figurare nell'elenco delle specie definite "di accompagnamento", ovvero quelle specie vegetali che assieme alle principali concorrono a formare il corpo del miele e di conseguenza le sue caratteristiche sensoriali. Come riportato dall'analisi stessa infatti, sotto il profilo sensoriale: *"...In particolare all'assaggio, dopo la prima sensazione di freschezza legata al tiglio, esce la nota aromatica fruttata, acidula/frizzante, che sostiene ed esalta in qualche modo la freschezza del tiglio. Questa sfumatura è dovuta alla presenza, principalmente, dei nettari del lampone, del sorbo e presumibilmente anche della sanguisorba"*. Questa è una prima prova a favore del fatto che potenzialmente la presenza del polline (seppur non massiccia) della salvastrella concorre alla caratterizzazione dei mieli che la contengono, e non si può escludere che un quantitativo maggiore dello stesso polline possa contribuire alla produzione di mieli con caratteristiche peculiari. Questo per il momento può essere un primo ma importante passo indirizzato verso future analisi che forse porteranno ad una valorizzazione del miele prodotto nelle zone orobiche, in particolare nei luoghi dell'alta Valle Seriana dove la specie cresce particolarmente vigorosa, ma può altresì contribuire ad una maggiore conoscenza da parte del pubblico di questa specie vegetale endemica. Di seguito alcune fotografie del polline di *Sanguisorba dodecandra* realizzate proprio durante le analisi di laboratorio (**Figura 6.4.1 e 6.4.2**).

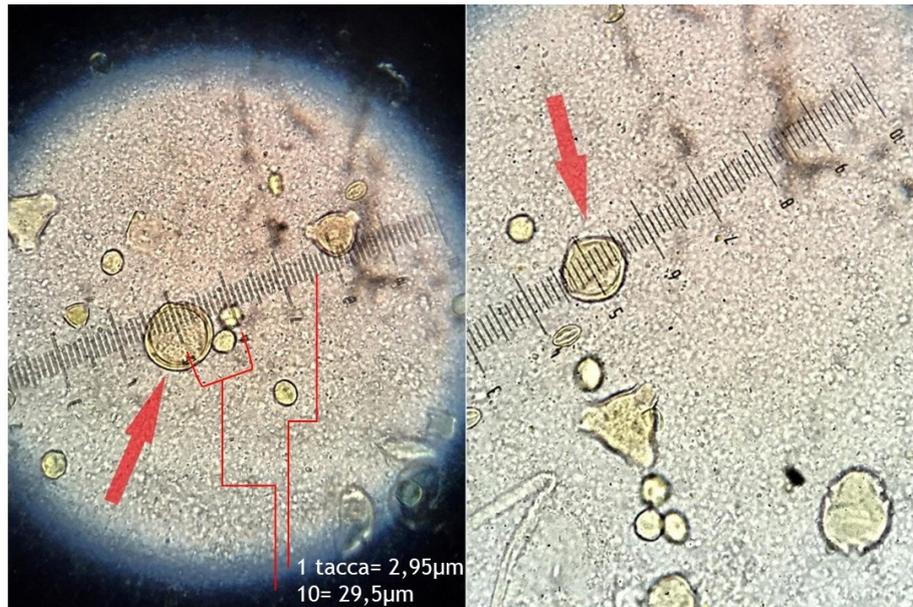


Figura 6.4.1: Granuli pollinici di *S. dodecandra* (indicati dalle frecce) così come sono visibili al microscopio ottico, utilizzando un ingrandimento di 400x. È riportata l'unità di misura del reticolo centrale, solidale con l'oculare: una singola tacca corrisponde a 2.95µm.



Figura 6.4.2: Granuli pollinici così come appaiono al microscopio ottico, questa volta utilizzando un ingrandimento a 1000x. Le singole tacche del reticolo questa volta misurano 1.15µm.

Di seguito alcune immagini tratte da Lee et al. (2010), un rapporto riguardante la morfologia pollinica delle specie appartenenti al genere *Sanguisorba* per stabilirne

l'origine evolutiva. L'immagine al microscopio elettronico è molto dettagliata e permette di apprezzare la morfologia dei granuli pollinici di *S. dodecandra*, nonché le dimensioni relative riportate a fianco (Figura 6.4.3).

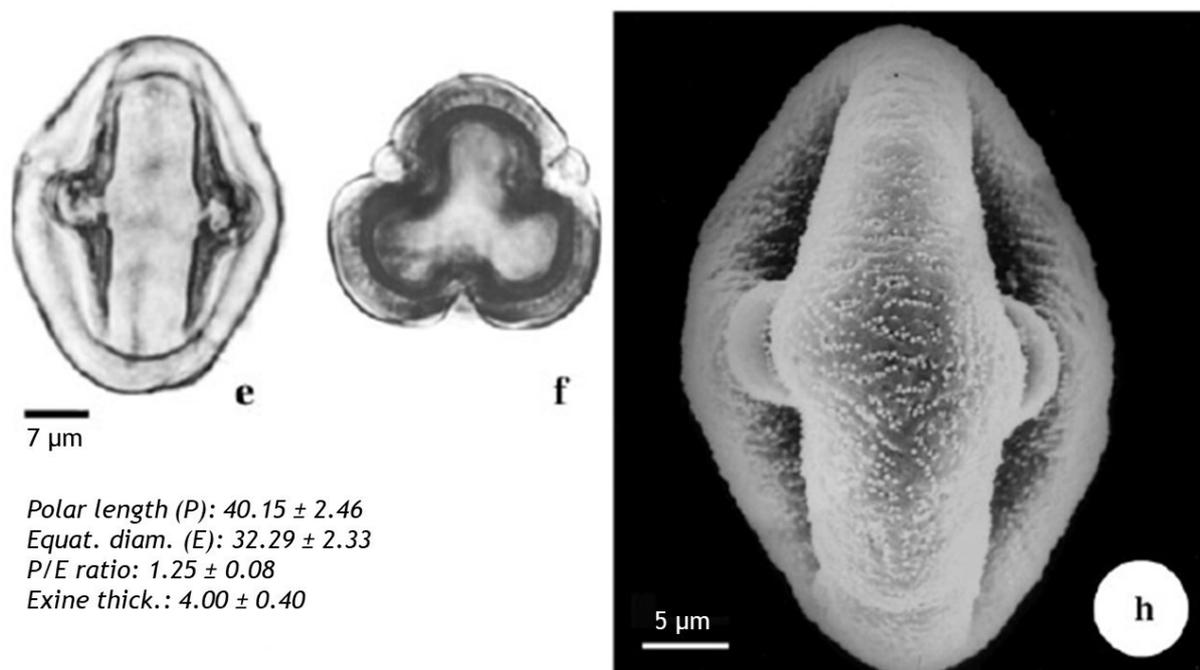


Figura 6.4.3: Granuli pollinici di *Sanguisorba dodecandra* visibili al microscopio elettronico (h) e relativi valori di alcuni parametri dimensionali. Immagini e dati estrapolati da Lee et al., 2010.

In futuro, oltre ad analisi melissopalinoologiche su altri mieli prodotti in località della Valle Seriana e non dove *S. dodecandra* si sviluppa, sarebbero auspicabili analisi entomologiche con lo scopo di valutare quanto *Apis mellifera* ma anche e soprattutto altri insetti impollinatori visitino questa specie. Prima di tutto, visti i risultati di queste analisi completamente inattesi, in quanto non si aveva la certezza della presenza del polline all'interno di un campione di miele, né tantomeno ci si aspettava un valore quasi pari al 10%. Questo implica che è possibile aspettarsi una presenza di granuli pollinici ancora più alta all'interno di mieli non campionati, e vista l'alta presenza di arnie soprattutto di apicoltori amatoriali nei pressi di Valbondione (BG), ciò non si può escludere. In secondo luogo, ancora non è possibile conoscere l'effettiva frequenza con cui gli altri insetti vadano a bottinare sul *frasnej*, e di conseguenza non è noto se la vita di certi esapodi impollinatori dipenda

parzialmente o totalmente da questa specie. Si ricordano i casi già segnalati dalla IUCN Red List di *Maculinea nausithous* e *M. teleius*, le farfalle blu europee la cui alimentazione dipende totalmente da un'altra specie di *Sanguisorba*, *S. officinalis*. Prendendo atto del fatto che, all'infuori di poche aree esterne al massiccio Orobico, la specie è presente solo all'interno del Parco delle Orobie, nulla si può escludere, considerando anche che su queste montagne è confermata la presenza di non pochi insetti sono endemici, tra cui anche alcuni lepidotteri (Dioli, 2011) la cui alimentazione è tipicamente basata sul nettare dei fiori. Le analisi entomologiche permetterebbero di gettare le basi per futuri programmi di tutela e protezione di ipotetiche specie d'insetti la cui vita è in qualche modo collegata a *Sanguisorba dodecandra*.

7. CONCLUSIONI

Questa ricerca ha permesso di accrescere le conoscenze relative ad alcuni aspetti poco indagati di *S. dodecandra*. Prima di tutto le analisi ecologiche hanno permesso di catalogare e confrontare quasi un centinaio di specie vegetali, prevalentemente erbacee, che condividono con la salvastrella l'ambiente di crescita, evidenziando l'elevata plasticità ecologica posseduta da questa rosacea. Se quest'ultima è infatti presente a quote molto diverse, ciò non si può affermare per tutte le altre essenze campionate, molte delle quali sono state individuate soltanto in un'area di campionamento. Alcune sono tipiche dei ghiaioni e dei suoli disturbati, altre sono caratteristiche dei prati-pascoli montani ed alpini piuttosto che del sottobosco o dei megaforbieti, ma quasi tutte tipiche di aree con specifiche condizioni ambientali, cosa che non si può dire della salvastrella orobica, che forma estese popolazioni negli ambienti ed alle quote più diverse. Le tre stazioni scelte sono localizzate nel territorio di Valbondione (BG) ad una quota rispettivamente di 1200, 1600 e 2000 metri, ma sono presenti popolazioni della rosacea sia a quote più basse che maggiori, come quelle presenti sul monte Cimone che riescono a spingersi sino a 2300 m.s.l.m., come segnalato da Fuchs-Eckert (1990), evidenziando un'ampia distribuzione territoriale all'interno dell'ambiente di crescita. Tuttavia questo appare in contrasto con la distribuzione dell'endemita lungo le Alpi Lombarde. Non è ancora ben chiaro infatti, vista la sua elevata capacità di diffusione all'interno di un territorio circoscritto, il motivo della sua totale assenza all'infuori delle Alpi Orobie (escludendo le piccole popolazioni sulle alpi Retiche e la stazione in val di Fleres, di appurata origine antropica). Le condizioni ambientali offerte da queste montagne non sono certamente uniche, eppure in aree contigue *S. dodecandra* non riesce a diffondersi: ciò evidenzia il fatto che le cause del suo endemismo sono ancora da chiarire, e in futuro ulteriori ed approfondite analisi si renderanno necessarie se si vuole rispondere a questo quesito. Tuttavia è stato raggiunto l'obiettivo di accrescere le informazioni disponibili riguardo i soggetti che con l'endemita orobico condividono l'ambiente di crescita in Val Seriana.

Le analisi della strategia funzionale CSR hanno rilevato che la specie è inoltre particolarmente adatta a vivere in ambienti interessati da disturbi (perlopiù abiotici), adattamento della pianta alle condizioni inospitali offerte dalla maggior parte degli acclivi versanti orobici meridionali, evidenziandone dunque una certa rusticità. In particolare, dai dati emersi dalle analisi risulta che la strategia funzionale di *S. dodecandra* è di tipo R/CR con i seguenti valori medi dei parametri CSR: C=25.15%, S=8.61%, R=66.24%. Dalle analisi è risultato che il parametro S ha una tendenza ad aumentare durante l'estate. Questo identifica una probabile risposta dell'organismo all'innalzamento delle temperature medie, segno che la salvastrella preferisce condizioni ambientali più tipiche dei versanti montani che non dei fondivalle, dove in ogni caso riesce a svilupparsi vigorosa. Grazie a queste analisi è stato quindi possibile ottenere maggiori informazioni in merito alla strategia di sopravvivenza, e fornire dati utili da confrontare con successivi studi relativi le popolazioni della salvastrella presenti nel territorio bergamasco.

Anche le analisi bromatologiche hanno restituito risultati interessanti. Queste ultime sono state eseguite con l'obiettivo principale di verificare le informazioni riportate da Giuseppe Massara (1834) nel suo Prodomo, ed è risultato che l'essenza così com'è, è potenzialmente in grado di essere utilizzata dai ruminanti. Gli elevati valori in ceneri e in proteine grezze paragonabili a quelli di diverse specie alpine, uniti agli altri parametri nel complesso buoni, non fanno altro che accrescere le possibilità di utilizzo come foraggio per l'alimentazione animale, cosa che probabilmente avveniva in tempi passati. Questo purtroppo è ancora poco per riconoscere le presunte qualità dei prodotti lattiero-caseari che più di duecento anni fa venivano realizzati sui versanti orobici valtelinesi dalle genti che conobbe Massara, e la mancanza in letteratura di altri studi in merito non lascia spazio a nient'altro che non delle ipotesi. Comunque è stato realizzato l'obiettivo fondamentale dello studio relativo alle caratteristiche bromatologiche: dai test rapidi condotti con tecnologia NIR è stato possibile confermare un potenziale utilizzo di *S. dodecandra* destinato all'alimentazione animale, e non si può escludere che in tempi remoti, sui territori orobici, fosse falciata e fatta essiccare appositamente allo scopo.

Un ultimo risultato importante ci è fornito dalle analisi melissopalinoologiche. All'inizio dello studio considerate una parte accessoria alla ricerca, in quanto non si

aveva la benché minima certezza della presenza di granuli pollinici della rosacea all'interno dei mieli prodotti in alta Val Seriana, hanno permesso al contrario di confermarne la presenza, pari a circa il 10%. Valore che potrebbe sembrare basso, ma che permette di annoverare *Sanguisorba dodecandra* fra le essenze di accompagnamento alle principali, il cui polline è frequente all'interno del miele, andando presumibilmente a caratterizzarne in parte le qualità sensoriali. Bisogna tuttavia specificare che è stato analizzato solamente un campione di miele che, seppur estratto a caso dall'intera produzione, non è sufficiente a garantire la presenza del polline in tutti i mieli prodotti in alta valle: in futuro, se si vorrà indagare ulteriormente quest'aspetto, si renderanno necessari studi certamente più ampi e approfonditi. Anche in quest'ultimo caso è stato comunque raggiunto l'obiettivo di accertare la presenza di una certa quota di *S. dodecandra* nei mieli prodotti a livello locale, presenza rilevata ormai più di dieci anni fa e in quantità bassissime in alcuni campioni provenienti dalla Valtellina. Questa può essere una base per future analisi polliniche ma anche studi entomologici, atti a verificare possibili rapporti ecologici fra certi esapodi magari endemici e la Sanguisorba, nell'eventualità di programmi di protezione e salvaguardia delle specie. In definitiva, gli obiettivi proposti da questo lavoro sono stati tutti realizzati, con la speranza di aver gettato utili e corrette basi per future ricerche, atte ad aumentare le conoscenze relative a questa specie, e possibilmente rispondere ai tanti quesiti non ancora risolti.

8. RINGRAZIAMENTI

Un doveroso ringraziamento va al dottor Luca Giupponi. In primis per avermi dato la possibilità di svolgere un lavoro di tirocinio sulle amate montagne di casa, per il fondamentale aiuto durante i rilievi in campo, e per la grande disponibilità in generale e durante la stesura di questo elaborato, a maggior ragione vista la situazione emergenziale attuale (Covid-19).

Un ringraziamento al professor Tamburini Alberto per aver dato la disponibilità allo svolgimento delle analisi bromatologiche, e alla dottoressa Gianoncelli Carla della fondazione Fojanini di Sondrio per la realizzazione delle analisi polliniche.

Un grande grazie ai miei compagni di studi, Michele e Christian, che mi hanno accompagnato in questi tre anni del percorso di studi a Edolo.

Infine, il ringraziamento più grande va ai miei genitori, per avermi spinto a vivere quest'avventura chiamata università, e per avermi sempre e comunque supportato nelle mie scelte, nonché aiutato a superare ogni tipo di difficoltà.



9. BIBLIOGRAFIA / SITOGRAFIA

- ❖ Andreis C., Ravazzi C., Selveti A. (1994). “*Approccio Palinologico al Problema Dell'Endemismo Orobico: Dati Preliminari Su Sanguisorba Dodecandra Moretti*”. Giornale botanico italiano, 128: 243.
- ❖ Andreis C. (1997). “*Tipificazione flogistico-vegetazionale del comico erboso delle malghe che producono “Bagoss”*”. Comunità Montana della Valsabbia.
- ❖ Blasi C., Biondi E. (2017). “*La flora in Italia*”. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, pp. 704. Sapienza Università Editrice, Roma.
- ❖ Bona E., Federici G., Galasso G., Mangili F. (2020). “*Endemiti sulle alpi Bergamasche e Bresciane*” - Scheda n°24
- ❖ Braun-Blanquet J. (1928), “*Pflanzensoziologie Grundzuge der vegetationskunde*”. Springer, Berlino.
- ❖ Bortolazzo E., Ligabue M., Pacchioli M. T. (2009). “*Conoscere il valore nutritivo dei foraggi*”. Centro Ricerche Produzioni Animali - C.R.P.A. - Opuscolo n°5/2009.
- ❖ Casati P., Forcella F. (1988). “*Alpi Orobie - fiumi e vulcani, sul finire del Paleozoico, hanno fornito i materiali di cui sono costituite queste montagne*”. Bollettino n°87 (pag.81-86) Annuario del Comitato Scientifico Centrale del CAI.
- ❖ Chaoluan et al. (no date) “*Flora of China*”.
- ❖ Cislaghi A, Giupponi L., Tamburini A., Giorgi A, Bischetti G. B. (2019). “*The effects of mountain grazing abandonment on plant community, forage value and soil properties: observations and field measurements in an alpine area*”. *Catena*, 181:104086.
- ❖ Cornaz E. (1889-1890). “*A propos d'un essai de naturalisation du Sanguisorba dodecandra*” - Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel.
- ❖ Dioli P. (2011). “*Insetti endemici, rari o localizzati delle Orobie*”. Fondazione Luigi Bombardieri.
- ❖ Dal Prà A., Pacchioli M. T., Schiff M. C. (2015). “*Foraggi conoscere meglio la loro composizione nutrizionale*”. *Informatore zootecnico* n°10/2015.

- ❖ Fantini A. (2013). *“Digeribilità coke fare per aumentarla”*. Informatore zootecnico n° 2/2013.
- ❖ Ferlinghetti R. (2011). *“Sanguisorba dodecandra fiore esclusivo delle Orobie”*. Castelletti grafica immagine, Ponte Nossola (BG), Lombardia, Italia.
- ❖ Fuchs-Eckert H. P. (1990). - *“Il Frasnej, Sanguisorba dodecandra Moretti”*. Not. Banca Popolare di Sondrio, 52: 48-57.
- ❖ Galasso G. (2015) - *“Conoscenze floristiche in Lombardia: stato dell’arte”*. Società italiana di scienze naturali - Museo civico di storia naturale; Milano.
- ❖ Gledhill, David (2008). *“The Names of Plants”*. - MCambridge University Press. (p. 339).
- ❖ Grime J. P. (1977). *“Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory”*. In *“The American Naturalist”* Vol. 111, No. 982, pag. 1169-1194) - University of Chicago Press.
- ❖ Gusmeroli F. (2012). *“Prati, pascoli e paesaggio alpino”* - SoZoo Alp - Fondazione Edmund Mach, San Michele all’Adige (TN) ISBN 978-88-89222-09-6.
- ❖ Heeg A. (2006) *“Feed analysis report explained”*. Ontario - Ministry of agriculture, food and rural affairs.
- ❖ Lee S., Heo K., Cho J., Kim S-C., Lee C., Chen W. (2010). *“New insights into pollen morphology and its implications in the phylogeny of Sanguisorba L. (Rosaceae; Sanguisorbeae)”*. Plant systematic and evolution 291: 227-242).
- ❖ Louveaux J., Maurizio A., Vorwhol G. (1978). *“Methods of melissopalynology”*. Bee World. 59(4): 139-157.
- ❖ Martini F. - Bona E. - Federici G. - Fenaroli F. - Perico G. (2012). *“Flora vascolare della Lombardia centro-orientale”* - Trieste: LINT Editoriale.
- ❖ Massara F. G. (1834). *“Prodromo della flora valtellinese ossia catalogo delle piante rinvenute in varie escursioni botaniche nella provincia di Sondrio”*. Cagnoletta tipografo provinciale, Sondrio, Lombardia, Italia.
- ❖ Moretti G. (1833). *“Biblioteca italiana o sia giornale di letteratura, scienze ed arti compilati da vari letterati”*. (in: Botanica.) Imperiale regia stamperia, Tomo LXX, pubblicato il 3 agosto 1833. Milano, presso la sede del giornale, Italia.

- ❖ Orlandi D., Clementel F., Bovolenta S., Dovier S. (no date). “*Caratterizzazione chimica e nutrizionale delle principali specie pascolive alpine*”. ISAFI-Istituto Sperimentale per l’Assestamento Forestale e per l’Alpicoltura, Villazzano (TN) DISPA-Dipartimento di Scienze della Produzione Animale, Università di Udine.
- ❖ Pacchioli M. T., Fattori G. (2014). “*Gli alimenti per la vacca da latte: i foraggi*”. Centro Ricerche Produzioni Animali - C.R.P.A.
- ❖ Parolo G. (2004). “*I consorzi a Sanguisorba dodecandra Moretti della Val di Tegno (Alpi Retiche, Sondrio)*”. *Webbia* 59(1): 177-188.
- ❖ Pierce et al. (2016). “*A global method for calculating plant CSR ecological strategies applied across biomes world-wide*”. *Functional Ecology* 31:444-457.
- ❖ Pignatti et al. (2001). “*Le piante come indicatori ambientali - Manuale tecnico-scientifico*”. ANPA. Stampato in Italia.
- ❖ Pignatti S. (1982). “*Flora d'Italia volume primo*”. Edagricole, Bologna, Italia.
- ❖ Pignatti S. (2005). “*Valori di bioindicazione delle piante vascolari della flora d'Italia*”. Camerino, 2005.
- ❖ Raunkiaer C. (1934). “*The life forms of plants and statistical plant geography*”. The Clarendon press, Oxford, UK.

Sitografia:

- ❖ World Wide MetaMuseum. www.wmm.org. Le esplorazioni botaniche in provincia di Sondrio; Visitato in data: 08/08/2020.
- ❖ Geoportale di Regione Lombardia: www.geoportale.regione.lombardia.it. <http://www.geoportale.regione.lombardia.it/galleria-mappe>. Visitato in data: 10/08/2020.
- ❖ Integrated Taxonomic Information System (governo USA). www.itis.gov:<http://www.catalogueoflife.org/annualchecklist/2011/details/species/id/719308>; Visitato in data: 22/09/2020.

- ❖ Arpa - Azienda Regionale per la Protezione dell'Ambiente - www.arpa.it:
https://www.arpalombardia.it/Pages/ARPA_Home_Page.aspx; Visitato in data: 22/09/2020.
- ❖ Slide del corso di produzioni zootecniche. www.ariel.unimi.it:
<https://ariel.unimi.it/>; Visitato in data: 5/11/2020.
- ❖ www.comune.brescia.it.
https://www.comune.brescia.it/servizi/arteculturaeturismo/museoscienzeDocuments/1990_1991_27_57-58_Tagliaferri.pdf; Visitato in data: 22/09/2020.
- ❖ www.actaplantarum.org
Acta Plantarum, 2007 in avanti -"Sanguisorba dodecandra Moretti- Scheda IPFI, ActaPlantarum":http://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=6802; Visitato in data: 24/09/2020.
- ❖ www.besjournals.com:<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/1365-2435.12095>; Visitato in data: 12/10/2020.
- ❖ www.units.it:<https://dmi.units.it/corsi/biomed/anova/anova.html>; Visitato in data: 31/10/2020.
- ❖ www.apicoltori.so.it:<http://www.apicoltori.so.it/files/progetti/13660f07895f986d5edb927504bea604.pdf>; Visitato in data: 13/10/2020.
- ❖ www.provincia.bergamo.it:<https://www.provincia.bergamo.it/cnvpbgrm/zf/index.php/servizi-aggiuntivi/index/index/idtesto/1263>; Visitato in data: 26/10/2020.
- ❖ Informatore zootecnico (n° 2/2013);
www.ruminantia.it:<https://www.ruminantia.it/wpcontent/uploads/2016/05/DIGERIBILITA-COME-FARE-PER-AUMENTARLA.pdf>; Visitato in data 12/11/2020.
- ❖ www.unina.it:<https://www.docenti.unina.it/webdocentibe/allegati/materiale-didattico/34007990>; Visitato il 12/11/2020.
- ❖ Azienda Faunistico Venatoria Valbelviso-Barbellino. www.valbelviso-barbellino.org:<http://www.valbelviso-barbellino.org/>; Visitato in data: 02/11/2020.

- ❖ Corpo forestale dello Stato - Orobievie. [www.robievive.net:](http://www.robievive.net/)
http://www.robievive.net/9_legislazione/leggi_forestale.pdf; Visitato in data: 02/11/2020.
- ❖ www.daf.qld.org.au - Department of agriculture and fisheries - Queensland Government. <https://www.daf.qld.gov.au/>; Visitato in data: 15/11/2020
- ❖ www.foss.it - Foss®. <https://www.fossanalytics.com/>; Visitato in data: 15/11/2020
- ❖ www.feedinnova.it: <http://www.feedinnova.it/projects/analisi-chimica-degli-alimenti/>; Feedinnova; Visitato in data: 14/11/2020.
- ❖ www.wikipedia.org: https://en.wikipedia.org/wiki/Sanguisorba_officinalis; Visitato in data: 24/09/2020.

Tutte le fotografie presenti nel testo sono state realizzate personalmente, salvo diversamente indicato.

10. ALLEGATO I: Tabella dei rilievi fitosociologici

Area di studio	Latitudine N	Longitudine E	Superficie (m ²)	Altitudine (m.s.l.m.)	Pendenza (°)	Esposizione (°)
A1	46° 03'02"	10° 01'40"	16	1215	36	250
A2	46° 03'02"	10° 01'40"	16	1215	36	250
A3	46° 03'02"	10° 01'40"	16	1215	36	250
B1	46° 03'08"	10° 00'45"	16	1610	32	186
B2	46° 03'08"	10° 00'45"	16	1610	32	186
B3	46° 03'08"	10° 00'45"	16	1610	32	186
C1	46° 04'06"	10° 03'51"	16	2000	41	165
C2	46° 04'06"	10° 03'51"	16	2000	41	165
C3	46° 04'06"	10° 03'51"	16	2000	41	165

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	Frequenza (%)
<i>Sanguisorba dodecandra</i> Moretti	5	5	5	5	5	5	5	5	5	100
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	67
<i>Hypericum maculatum</i> Crantz	+	+	+	+	+	+	.	.	.	67
<i>Rumex scutatus</i> L.	+	+	+	.	.	.	+	+	+	67
<i>Fragaria vesca</i> L.	+	+	+	+	r	+	.	.	.	67
<i>Chaerophyllum villarsii</i> W.D.J. Koch	.	.	.	1	+	+	+	+	.	56
<i>Carduus defloratus</i> L.	.	.	+	+	.	.	+	+	+	56
<i>Achillea millefolium</i> L.	+	+	+	+	.	+	.	.	.	56
<i>Rubus idaeus</i> L.	.	+	.	+	+	+	.	.	+	56
<i>Dactylis glomerata</i> L.	.	r	+	+	+	+	.	.	.	56
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	+	.	+	.	+	+	.	.	.	44
<i>Knautia drymeia</i> Heuff.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	44
<i>Lotus alpinus</i> (Ser.) Schleich. et Ramond	.	.	.	+	+	.	+	.	+	44
<i>Festuca luedii</i> (Markgr.-Dann.) Foggi, Gr. Rossi, Parolo et Wallossek	.	.	.	.	r	r	.	+	+	44

<i>Galium anisophyllum</i> Vill.	.	.	.	.	.	r	+	r	+	44
<i>Angelica sylvestris</i> L.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	33
<i>Anthoxanthum nipponicum</i> Honda	.	.	.	.	.	.	+	+	+	33
<i>Centaurea nervosa</i> Willd.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	33
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	33
<i>Knautia transalpina</i> (Christ) Dalla Torre	.	.	.	+	+	+	.	.	.	33
<i>Molinia arundinacea</i> Schrank	.	.	+	.	.	.	+	.	+	33
<i>Phyteuma betonicifolium</i> Vill.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	33
<i>Salix caprea</i> L.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	33
<i>Silene commutata</i> subsp. <i>antelopum</i> (Vest) Guarino et Pignatti	.	.	.	+	+	+	.	.	.	33
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	+	+	+	.	.	.	.	.	.	33
<i>Solanum dulcamara</i> L.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	33
<i>Stachys recta</i> L.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	33
<i>Scabiosa velenovskyana</i> Bobrov	.	.	.	.	.	.	+	+	+	33
<i>Thymus praecox</i> subsp. <i>polytrichus</i> (A. Kern. Ex Borbàs) J alas	.	.	.	.	.	.	+	+	+	33
<i>Trifolium montanum</i> L.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	33
<i>Astrantia major</i> L.	.	.	.	+	r	+	.	.	.	33
<i>Campanula trachelium</i> L.	+	+	.	.	r	.	.	.	.	33
<i>Thesium alpinum</i> L.	.	.	.	.	.	.	r	+	+	33
<i>Alchemilla alpina</i> L.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	22
<i>Aruncus dioicus</i> (Walter) Fernald	.	+	+	.	.	.	.	.	.	22
<i>Betula pendula</i> Roth	+	.	.	+	.	.	.	.	.	22
<i>Buphthalmum salicifolium</i> L.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	22
<i>Calamagrostis villosa</i> (Chaix) G.F. Gmel.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	22
<i>Carex sempervirens</i> Vill.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	22
<i>Cirsium erisithales</i> (Jacq.) Scop.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	22
<i>Corylus avellana</i> L.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	22
<i>Laburnum alpinum</i> (Mill.) Bercht. et J. Presl.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	22
<i>Laserpitium krapfii</i> subsp. <i>gaudinii</i> (Moretti) Thell.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	22
<i>Leucanthemum heterophyllum</i> (Willd.) DC.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	22
<i>Melica nutans</i> L.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	22
<i>Phyteuma scheuchzeri</i> All.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	22

<i>Pseudofumaria lutea</i> (L.) Borkh.	. + + . .	22
<i>Pteroselinum rablense</i> (Wulfen ex Jacq.) Rchb.	. + +	22
<i>Rumex acetosa</i> L.	. + . . +	22
<i>Stachys alopecuros</i> (L.) Benth.	. . . + . + . . .	22
<i>Stachys pradica</i> (Zanted.) Greuter et Pignatti	. . . + . + . . .	22
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	. . . + . r . . .	22
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	. . . . + r . . .	22
<i>Gypsophila repens</i> L.	. . . . . r + .	22
<i>Alnus viridis</i> (Chaix) DC.	. . . +	11
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	. . +	11
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	. . . +	11
<i>Clinopodium alpinum</i> (L.) Kuntze	. . . . . . . +	11
<i>Cyanus triumfetti</i> (All.) Dostàl ex A. Love et D. Love	. . . +	11
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	. . +	11
<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	. . +	11
<i>Geranium robertianum</i> L.	. +	11
<i>Geranium sylvaticum</i> L.	. +	11
<i>Heracleum sphondylium</i> L.	. . . . . + . . .	11
<i>Imperatoria ostruthium</i> L.	. . . . + . . . .	11
<i>Laserpitium latifolium</i> L.	+	11
<i>Leontodon hispidus</i> L.	+	11
<i>Lotus corniculatus</i> L.	+	11
<i>Pimpinella major</i> (L.) Huds.	+	11
<i>Rhodiola rosea</i> L.	. . . . . . + . .	11
<i>Rosa canina</i> L.	+	11
<i>Silene dioica</i> (L.) Clairv.	. . . . + . . . .	11
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	. +	11
<i>Trifolium pratense</i> L.	. . . +	11
<i>Tussilago farfara</i> L.	. . +	11
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i> Medik.	+	11
<i>Viola biflora</i> L.	. . . . . . . + .	11

<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	. . . . r	11
<i>Anthyllis alpicolasubsp. baldensis</i> (A. Kern) Becker	. . . . . . . . r	11
<i>Atocion rupestre</i> (L.) Raf.	. . r	11
<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drejer	. . . . . . . r .	11
<i>Briza media</i> L.	. r	11
<i>Campanula scheuchzeri</i> Vill.	. . . . . . r . .	11
<i>Carex pallescens</i> L.	. . . . . r . . .	11
<i>Clinopodium vulgare</i> L.	. r	11
<i>Hieracium villosum</i> Jacq.	. . . . . . . r .	11
<i>Lilium bulbiferum</i> L.	r	11
<i>Lilium martagon</i> L.	. . . . . . . r .	11
<i>Polygala alpestris</i> Rchb.	. . . . . . . . r	11
<i>Potentilla aurea</i> L.	. . . . . . . r .	11
<i>Ranunculus montanus</i> Willd.	. . . . . . . . r	11
<i>Rosa pendulina</i> L.	. . . . . r	11
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	. . r	11
<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L.	. . . . . r	11
<i>Trollius europaeus</i> L.	. . . r	11
<i>Urtica dioica</i> L.	. . . . . r	11
<i>Valeriana officinalis</i> L.	. . . . . r	11