

Università degli Studi di Padova
Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e
Ambiente
Dipartimento Territorio e Sistemi Agro- Forestali
Corso di laurea in Tecnologie Forestali ed Ambientali

**Licheni sassicoli di substrato magmatico:
analisi lichenica sul versante sud del Massiccio di
Cima d'Asta**

Relatore
Prof. Michele Scotton

Laureando
Nicolò Giongo
Matricola n.
1223068

ANNO ACCADEMICO 2021/22

...dedicata a Bruno Tenci...

Sommario

Sommario	3
Riassunto	5
Abstract	7
1. Introduzione	9
1.1 Simbiosi lichenica	9
1.2 Importanza ecosistemica e di biomonitoraggio	10
1.3 Geomorfologia di Cima d'Asta	10
2. Obiettivi generali della tesi	13
3. Materiali e metodi	15
3.1 Area di studio	15
3.1.1 Lastroni	15
3.1.2 Subsidenza e argine del lago	16
3.1.3 Parete e cresta	17
3.2 Rilievi	18
3.2.1 Dimensione delle aree di saggio	18
3.2.2 Modalità di rilievo	20
3.2.3 Riconoscimento specie licheniche	21
3.3 Elaborazione dati	22
4. Risultati e discussioni	25
4.1 Specie licheniche	25
4.2 Analisi statistica	30
4.2.1 Confronto preliminare tra Parete e Cresta	31
4.2.2 ANOVA e t-test	32
4.2.3 Agglomerative Hierarchical Clustering	37
4.3 Confronto con Sambo, 1934	39
5. Analisi fitosociologica	43
6. Completamento elenco specie	46
7. Conclusioni	49
8. Bibliografia e sitografia	53

Riassunto

Lo scopo della tesi è quello di effettuare un'analisi della vegetazione lichenica presente sul versante sud del Cimone di Cima d'Asta (TN), ad una quota compresa tra 2215 m e 2847 m s.l.m.

Sono state descritte le caratteristiche ambientali che interessano l'area soggetta al rilevamento e inquadrato in maniera generale l'ambiente in cui lo studio viene svolto, dividendo in tre diverse zone il versante rilevato in base alle diverse caratteristiche ambientali.

È stata definita l'opportuna tecnica di rilevamento e la grandezza delle aree di saggio attraverso l'analisi degli studi effettuati precedentemente (Berg et al., 2016). Successivamente, sono state descritte le 4 zone di interesse, al cui interno sono stati effettuati i rilievi su aree di saggio di 0,4 m².

Per ogni area di saggio sono state individuate le specie presenti, l'inclinazione, coordinate GPS, ed eventuali elementi di variabilità.

L'identificazione si è basata principalmente sul software ITALICS 6.0 e ITALICS 7.0 sviluppato da Nimis e Martellos.

L'elaborazione dei dati ha poi permesso di ottenere la frequenza delle specie licheniche all'interno delle 3 zone, e secondo gradienti di quota.

Sono stati utilizzati strumenti statistici per individuare eventuali differenze significative nella presenza delle varie specie, nelle diverse aree del versante e per individuare eventuali associazioni.

Le specie osservate sono state confrontate con quelle di un passato studio: "Osservazioni lichenologiche sul Gruppo di Cima d'Asta" realizzato dalla Prof.ssa Maria Cengia-Sambo nel 1934.

In ultima analisi, basandosi sulla pubblicazione "Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities" (Mucina et al., 2016) sono stati analizzati i possibili riferimenti fitosociologici delle cenosi licheniche individuate.

Infine, al rilevamento per aree di saggio è stato accostato un riconoscimento delle specie presenti fuori dalle suddette aree, al fine di completare l'elenco della flora lichenica.

Abstract

Lichens are species that perform very important ecological functions, and their reduction leads to a loss of ecosystem services; they are also important bio-indicators, and their study deserves more attention from the scientific community. The purpose of this study is to produce an analysis of the lichen vegetation present on the southern face of Cima d'Asta (TN, Italy), at an altitude between 2215 and 2847 m a.s.l.

The environmental characteristics of the area of the study, have been described. The area has been framed into 3 different zones for different environmental characteristics.

The appropriate detection technique and the size of the study areas were studied through the analysis of previous studies. The description of the 3 zones of interest in which the study area has been divided was also done.

Using the *quadrat sampling technique* for 26 sampling areas, the species present, inclination, GPS coordinates, and any elements of variability were annotated, to permit in a second time a phytosociological analysis. The species have been recognized mainly with the identification keys of the website "ITALICS 6.0", developed by Nimis and Martellos.

The data processing allowed to obtain the frequency of the lichen species within the 3 zones, and according to altitude gradients. Then, lichen species and associations present on the massif were described. Then, this study compared the results with a previous lichen study, done in 1934, as example of use of lichens as bio-indicators in the future. Finally, the phytosociology of the considered lichen communities was analyzed.

KEYWORDS: Saxicolous lichens, Cima d'Asta, Igneous rock, Lichen association.

1. Introduzione

1.1 Simbiosi lichenica

I licheni sono per definizione organismi simbiotici, costituiti da una parte fungina, il micobionte, e da una parte fotosintetizzante, il fotobionte, spesso un'alga verde o un cianobattere. Generalmente, il fungo eterotrofo trae nutrimento dai composti organici prodotti dalla fotosintesi del fotobionte, mentre quest'ultimo riceve acqua, sali minerali, e protezione.

La maggior parte dei testi considera tale simbiosi una forma di mutualismo, nonostante in alcuni casi si possa notare un parziale parassitismo del micobionte, che cresce maggiormente e sembra ottenere più benefici della parte fotosintetizzante (Ahmadjian, 1993).

Data la grande variabilità dei micobionti, occorre prestare grande attenzione ai singoli casi per chiarire le dinamiche trofiche all'interno della simbiosi, *a causa dei diversi gradi di lichenizzazione, nessuna singola definizione copre adeguatamente l'intera gamma di relazioni che troviamo all'interno dei licheni* (Nash, 2008). Le diverse combinazioni dei parametri ambientali negli ecosistemi danno luogo a una varietà di associazioni che possono mostrare una diversità biologica sorprendentemente elevata (Naselli et al., 2009).

Il micobionte è costituito nel 98% dei casi da funghi appartenenti alla divisione degli *Ascomycota*, mentre il fotobionte nell'85% dei casi è un'alga verde facente parte della classe *Chlorophyceae* (Lutzoni et al., 2001). Essendo il micobionte che costituisce forma e struttura al lichene, è su di questo componente che si basa la nomenclatura. Sono stati formalmente riconosciute circa 20,000 associazioni licheniche, ma si stima che la diversità globale ammonti a 28,000 specie (Lücking et al., 2009).

I licheni si distinguono in base alla forma di accrescimento: frutticosi, foliosi, costosi, squamosi, fibrosi, bissosi/lanosi, polveroso, o gelatinoso qualora sia amorfo (Britishlichensociety.org.uk).

Gli ascomiceti comprendono circa il 75% dei funghi conosciuti, sono caratterizzato dall'*asco*, contenente 8 ascospore nella fase sessuale. Si dividono in sottogruppi secondo le diverse strutture fruttifere dette ascocarpi, e sul metodo di rilascio delle spore. Molti sono patogeni vegetali, altri sono patogeni animali, alcuni sono commestibili. Il comune lievito utilizzato durante il processo di panificazione (Britannica.Com/Science/Ascomycota)

Secondo il substrato, i licheni si possono suddividere in: sassicoli, terricoli, epifiti, lignicoli, epifilli, o epilichenici.

Nel corso del presente studio, l'attenzione è focalizzata unicamente sui licheni sassicoli, ossia quelle specie che si sviluppano su substrato roccioso.

1.2 Importanza ecosistemica e di biomonitoraggio

I licheni, come tutti gli altri organismi, svolgono funzioni ecologiche importantissime negli ecosistemi. Una riduzione della loro diversità determina, quindi, una perdita di servizi ecosistemici.

Essi svolgono inoltre un ruolo importantissimo nei cicli del carbonio e dell'azoto tramite i processi della fotosintesi e azotofissazione (Zedda, 2013).

Si tratta inoltre di un gruppo di organismi notoriamente sensibili al disturbo antropico che vengono spesso utilizzati per il monitoraggio degli effetti dell'inquinamento atmosferico (Cislaghi et al., 1997) e dell'eutrofizzazione (Van Dobben et al., 2001).

Possono essere utilizzati come bioindicatori di inquinamento, poiché accumulano grandi quantità di inquinanti diversi, compresi gli isotopi radioattivi. La loro morfologia non cambia nel corso delle stagioni, e il processo di crescita continua per tutto l'anno. Inoltre, la loro notevole longevità, li rende indicatori a lungo termine dell'inquinamento atmosferico.

I licheni sono quindi di fondamentale importanza, e il loro studio va approfondito, a causa della grande rilevanza nei confronti degli ecosistemi, e del loro ruolo di bioindicatori, che permette di monitorare la biodiversità e l'inquinamento antropico di diversi ambienti e condizioni altrimenti difficilmente valutabili.

1.3 Geomorfologia di Cima d'Asta

Essendo i licheni sassicoli intimamente connessi con la composizione geochimica del substrato che colonizzano, e formando su scale di questa grandezza distinte comunità locali (Fedor, 2015) è necessario un inquadramento sulla geomorfologia del sito di studio.

Il massiccio di Cima d'Asta è situato nel Trentino orientale, tra l'Altopiano del Tesino e la Valle del Vanoi, ed è costituito da rocce granitiche, che inducono i geologi a considerarlo separato dalla vicina Catena del Lagorai.

È costituito da numerose cime e laghi a circo, marginalmente interessati dalla Grande Guerra di cui rimangono sporadiche postazioni.

Il gruppo di Cima d'Asta è originato da un batolite granitico intrusivo, di età permiana (circa 275 milioni di anni), ed è formato prevalentemente da cristalli di ortoclasio e quarzo (cristalli chiari) e biotite (cristalli scuri).

Il granito è definito dalla "The International Union of Geological Sciences" (IUGS) come una roccia plutonica con percentuale di quarzo variabile tra il 20 e il 60%, e feldspati alcalini variabili tra il 10 e il 65%.

Il granito di Cima d'Asta si è consolidato analogamente alla tonalite dell'Adamello, ossia al di sotto di crosta compatta di sedimenti più antichi, poi portato alla luce per denudazione ed erosione (Sansoni, 1982).

È costituito da un plutone principale di roccia monzogranitica prevalente e granodioriti e dioriti subordinate ed alcune masse satelliti di roccia mafica, da quarzo-diorite a tonalite. (Macerata et al, 1994).

2. Obiettivi generali della tesi

Obiettivo preliminare dello studio è stato l'analisi della bibliografia riguardante i metodi di analisi delle comunità licheniche precedentemente utilizzate, per definire modalità di campionamento e grandezza delle aree di saggio.

Lo scopo principale della tesi è quello di produrre un'analisi della vegetazione lichenica, all'interno del contesto geomorfologico dell'area sud di Cima d'Asta, al di sopra del limite del bosco, con riferimento in particolare ai licheni sassicoli presenti dalla zona dei "lastroni" alla cima, al fine di determinarne le specie presenti, comparandone la composizione e la ricchezza specifica.

La domanda a cui si vuole rispondere con il presente lavoro di analisi comparativa è se vi siano differenze tra le comunità licheniche presenti sul versante sud di Cima d'Asta, accomunate dallo stesso substrato e dalla medesima orientazione, ma differenti rispetto alla quota e alla disponibilità idrica, data dalla presenza del lago e dai rigagnoli che esso origina.

Ulteriore obiettivo è quello di verificare se i cambiamenti ambientali, l'inquinamento atmosferico e locale dato dal turismo nella zona, abbiano apportato cambiamenti nella flora lichenica. Per tale obiettivo si è effettuato un confronto tra i risultati del presente studio e quello effettuato dalla Prof.ssa Maria Cengia-Sambo nel 1934: "Osservazioni lichenologiche sul Gruppo di Cima d'Asta".

3. Materiali e metodi

3.1 Area di studio

L'area oggetto di studio è il versante sud del massiccio di Cima d'Asta, a quota compresa tra 2115 m e 2847m.

Essa presenta un substrato magmatico di tipo granitico come precedentemente descritto.

Il versante sud presenta diverse caratteristiche morfologiche, che ne permettono la divisione in tre parti distinte di seguito descritte.

3.1.1 Lastroni



Immagine 1: foto rappresentativa dell'area in questione denominata "Lastroni"

La zona dei "Lastroni", come viene comunemente chiamata, è collocata nella quota più bassa dell'area di studio.

Come visibile dalla foto (Immagine 1), la sua morfologia consiste in placche corrugate, di inclinazione media di 16° secondo la media delle aree di saggio, con fessurazioni verticali e leggeri avvallamenti in cui si accumula suolo e acqua provenienti dai rigagnoli originati dal lago sovrastante, in cui cresce vegetazione erbacea e confluenti nel "Rio del Lago", emissario in secondo tempo del torrente Grigno.

La superficie rocciosa di interesse per lo studio viene spesso bagnata dalle frequenti precipitazioni che la fanno restare umida per più tempo rispetto alle altre aree, a causa della superficie molto irregolare e della relativa bassa inclinazione.

3.1.2 Subsidenza e argine del lago

Sono stati eseguiti anche dei rilievi sui massi che costituiscono l'argine del lago, collocato al centro della conca, e a metà tra la parete ed i lastroni.

L'argine è costituito indistintamente da massi sia grandi che piccoli, tendenzialmente paralleli a suolo. Si sono considerate valide per il campionamento solo quelle aree al di fuori della fascia di evidente innalzamento e abbassamento del livello dell'acqua, che influenzano negativamente la presenza di licheni.



Immagine 2: foto mostrante l'argine del lago e la subsidenza in cui è confinato dal versante est.

Il lago di Cima d'Asta, si trova incuneato in una conca, formata per erosione glaciale, costituita a nord dalla parete del Cimone, a sud dalla parte terminale dei lastroni, a ovest dal canale detritico che porta sulla cresta chiamato "Canalone dei Bassanesi", e ad est forcilla che dalla cresta di Cima d'Asta prosegue con il nome di "Cresta delle streghe".

3.1.3 Parete e cresta

La parete sud, quasi a picco sul lago, presenta uno sviluppo verticale di roccia magmatica di oltre 400 metri, di cui spicca la grande verticalità delle numerose torri e placche che attirano l'attenzione degli alpinisti locali sin dagli anni '50.

La cresta sovrastante la parete, direzionata approssimativamente da nord-est a sud-ovest, parte dal canalone dei bassanesi e termina alla forcella "la Forzeleta" (punto estremo per l'interesse del presente studio) visibile a destra nella foto (Immagine 3), per poi proseguire nella "Cresta delle Streghe".



Immagine 3: foto rappresentativa dell'area in questione denominata "Parete e cresta"

I rilievi in questa zona sono stati effettuati in cresta, sulla parte occidentale rispetto la croce di vetta seguendo il sentiero, sulla parte orientale si è invece proceduto fuori percorso lungo i massi di vetta. Lungo la parete i rilievi sono stati effettuati lungo le vie alpinistiche denominate (da ovest ad est) "Diedro alto", "Melchiori-Pianta", "Lino-Egidio", e "Dei cristalli".

3.2 Rilievi

3.2.1 Dimensione delle aree di saggio

Lo studio “Plot Sizes Used for Phytosociological Sampling of Bryophyte and Lichen Micro-Communities” (Berg et al., 2016) è stato utilizzato come riferimento principale per quanto concerne la scelta della grandezza delle aree di saggio.

La grandezza delle aree di saggio influenza significativamente il risultato di molte analisi sulla vegetazione lichenica (Chytrý et al., 2003), per questo sono stati proposti numerosi standard negli anni senza che nessuno si sia affermato.

Nel lavoro di Berg, sono stati raccolti 122 articoli da 8 giornali internazionali, tre con interesse fitosociologico: Feddes Repertorium, Phytocoenologia e Tuexenia; e cinque con interesse briofitico e lichenologico: Cryptogamie, Herzogia, Lichenologist, Lindbergia e Nova Hedwigia.

Ciò al fine di analizzare quale dimensione è stata usata per analizzare comunità briofitiche e licheniche su un totale di 11,573 rilievi eseguiti in 19 diversi stati europei.

Sono stati esclusi dal precedente studio tutti i rilievi precedenti al 1965 o la cui dimensione non era chiara.

Substrate	N	Min	5%	Median	Mean	95%	Max	Most frequent plot sizes (m ²)
All types	11,573	0.00021	0.01	0.06	0.19	1.00	30	0.04, 0.01, 0.03
Saxicolous	4,771	0.001	0.01	0.05	0.13	0.45	9	0.04, 0.03, 0.1, 0.01

Immagine 4: illustrazione della tabella mostrante le dimensioni di diverse aree di saggio di studi passati. Fonte: BERG ET AL. 2016

La tabella (Immagine 4) mostra le dimensioni delle aree di saggio risultanti dallo studio, sia per tutti i tipi di substrato, che specificatamente per le comunità sassicole.

Lo studio svolto da Berg, ha poi ripetuto le analisi statistiche escludendo gli studi derivanti dalla Germania (il 58% del totale), ma la variazione dei risultati così ottenuta per le comunità sassicole non è risultata significativa.

Non è evidenziabile quindi nessuna motivazione oggettiva per scegliere una specifica dimensione di campionamento per nessuno dei criteri trattati (minima area, omogeneità e rappresentatività). Tuttavia, dimensioni diverse possono distorcere le analisi (Dengler et al, 2009) per questo anche per le comunità licheniche, una definizione pragmatica sembra essere l'unica possibile soluzione.

Nella presente analisi si è voluto valorizzare lo studio svolto da Berg, utilizzando le dimensioni suggerite dall'autore, per contribuire alla diffusione dello standard, e per permettere eventuali confronti con altri studi, presenti o futuri.

In conclusione, la dimensione dei campionamenti consigliata è di 0.04 m², essendo appropriata, di facile gestione, e la più utilizzata finora, assicurando quindi ampia possibilità di confronto: 14,5% di tutti i dati, e compresa nell'intervallo 0.01–0.1m² utilizzato dal 70% degli studi pubblicati in passato. Le stesse dimensioni sono anche raccomandate per le comunità licheniche.

Quindi, come consigliato dallo studio di Berg, si è scelto di utilizzare un quadrato di 20 cm x 20 cm, di area pari 0.04 m², per lo svolgimento della presente analisi.



Immagine 5: elaborazione grafica tramite Webgis.provincia.tn, rappresentante la disposizione delle aree di saggio

3.2.2 Modalità di rilievo

Analogamente a come descritto in studi precedenti (Armstrong, 1974), la tecnica usata per i rilievi è detta “Quadrat sampling recording”, e consiste in aree di saggio di forma quadrata, a loro volta divise in quadrati più piccoli, al cui interno si rileva la presenza o l’assenza delle specie.

Si è utilizzato un foglio di plastica trasparente con tracciate le linee che delimitavano l’area di saggio, che venendo adagiato sopra il punto di campionamento permetteva di contare con quanta frequenza una specie fosse presente. Il quadrato grande (plot) 20 x 20 cm è stato diviso in 25 quadrati più piccoli (subplots) 4 x 4 cm al cui interno ogni specie presente veniva registrata. Di ogni area è stata scattata una fotografia per permettere eventuali ulteriori controlli.

Per ognuna delle aree è stata rilevata la pendenza, ed è stata fatta una breve descrizione del substrato e delle caratteristiche che potevano essere utili nelle analisi successive.

Di ogni area di saggio veniva segnata la posizione sulla mappa tramite le coordinate GPS, e in base a queste se ne è verificata l’altitudine registrata dall’altimetro. Si è inoltre cercato di uniformare ogni area di saggio, ponendosi il più possibile orientati a sud durante il campionamento, evitando di effettuare il rilievo in aree anomale.



Immagine 6: l'autore dello studio in cengia mentre annota dati relativi al sito Q

3.2.3 Riconoscimento specie licheniche

Inizialmente, è stato svolto uno studio preliminare delle specie potenzialmente osservabili sull'area di studio, in relazione particolare al substrato e alle condizioni ambientali. Ciò ha permesso di riconoscere spesso in campo la famiglia di appartenenza delle specie osservate, facilitando e velocizzando la successiva fase di individuazione del lichene esatto.

Il riconoscimento delle varie specie, si è basato principalmente sul software "ITALICS 6.0" e per le ultime analisi su "ITALICS 7.0", sviluppati da Nimis e Martellos, e secondariamente, utilizzando altre fonti, tutte riportate in bibliografia.

Tale software, ha permesso di identificare i licheni osservati tramite cicli dicotomici iterativi basati sulle differenze significative che le varie specie presentano tra di loro. Nei casi in cui la famiglia fosse già stata riconosciuta precedentemente sul campo, questa fase risultava veloce e precisa, mentre nei casi in cui non si disponeva di un chiaro elemento tassonomico di partenza, erano necessari più cicli ex novo.

Nei casi in cui non si disponeva delle conoscenze per selezionare con certezza la caratteristica dicotomica, sono stati condotti due cicli distinti e paralleli, ognuno per ciascun carattere; per giungere per inferenza alla specie corretta tramite le successive caratteristiche. Nei casi in cui è stato applicato questo procedimento, uno dei due risultati era chiaramente differente dal lichene osservato, o si incappava in delle caratteristiche evidentemente sbagliate che permettevano di escludere quel ramo dal processo dicotomico.



Immagine 7: esempio di chiave di identificazione dicotomica di ITALICS 6.0

3.3 Elaborazione dati

L'elaborazione dei dati raccolti è stata effettuata mediante l'utilizzo del software di calcolo "Excel 365".

Dai dati raccolti è stata calcolata la frequenza percentuale di ogni specie lichenica per ciascun sito, e utilizzando questo valore di partenza sono poi state effettuate le seguenti analisi:

- tabella di frequenza

è stata creata la tabella 1 che riassume le varie specie osservate, indicandone la frequenza percentuale di rinvenimento nei 25 subplot 4x4 cm entro ciascun plot 20x20 cm, il sito di raccolta, la quota e a quale area appartiene. La frequenza percentuale calcolata viene considerata come indice della copertura % della specie in ciascun plot.

-analisi distribuzione osservazioni per singola specie

per ognuna delle specie osservate è stata analizzata la distribuzione delle osservazioni secondo la variazione di quota così da poter poi meglio interpretare i risultati delle successive analisi.

Utilizzando il software di calcolo è stata tracciata la linea di tendenza di cui sono state calcolate l'equazione e l' R^2 .

-confronto preliminare tra Parete e Cresta

questa prima analisi utilizza il t-test per confrontare i dati, specie per specie, delle osservazioni fatte in Cresta con quelli delle osservazioni in Parete, per trovare eventuali differenze significative tra le frequenze delle singole specie. I dati nominati "Variabile 1" si riferiscono alla Parete, mentre i dati nominati "Variabile 2" si riferiscono alla Cresta.

-ANOVA test e t-test

utilizzando il test ANOVA ad un fattore, con alfa impostato a 0.05, si sono cercate evidenze statistiche riguardo la significatività nelle differenze di frequenza delle singole specie, nelle diverse aree.

Con un successivo t-test si è verificato, confrontando a due a due le aree oggetto di studio, tra quali aree si verifichi l'eventuale differenza significativa evidenziata dal precedente ANOVA test. Per ognuna delle tabelle con i risultati del t-test, "Variabile 1" e "Variabile 2" si riferiscono rispettivamente alle aree menzionate nell'intestazione.

Successivamente, per le singole specie, sono stati interpretati i risultati ottenuti.

-Agglomerative hierarchical clustering (AHC)

utilizzando l'estensione "xlstat 21", è stato realizzato un diagramma di clustering per analizzare l'eventuale presenza di particolari associazioni licheniche, di specie che presentassero una medesima distribuzione.

-confronto qualitativo con lo studio di Sambo, 1934

Le specie che sono state trovate nel presente studio sono state confrontate qualitativamente (causa l'assenza di altri dati quantitativi) con quelle osservate dalla Prof.ssa Maria Cengia-Sambo nel 1934, analizzandone il testo "Osservazioni lichenologiche sul Gruppo di Cima d'Asta".

-studio della fitosociologia delle specie osservate

basandosi sulla pubblicazione “Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities” (Mucina et al., 2016) è stata analizzata la fitosociologia delle specie licheniche osservate.

-osservazioni specie sull'intera area

in ultima analisi, al fine di completare l'elenco delle specie presenti, è stato effettuato il riconoscimento di tutte le specie osservate sull'intera area.

È stato poi aggiornato l'elenco delle specie, in confronto allo studio Cengia-Sambo.

4. Risultati e discussioni

4.1 Specie licheniche

Nei siti di campionamento sono state identificate le seguenti nove specie licheniche:

- Calvitimela armeniaca* (DC.) Hafellner
- Carbonea vorticosa* (Flörke) Hertel
- Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy
- Rhizocarpon badioatrum* (Flörke ex Spreng.) Th. Fr.
- Rhizocarpon geographicum* (L.) DC.
- Rhizocarpon reductum* Th. Fr.
- Sporastatia testudinea* (Ach.) A. Massal.
- Umbilicaria cylindrica* var. *tornata* (Ach.) Nyl.
- Umbilicaria crustulosa* (Ach.) Lamy

Di seguito (Tabella 1) vengono riportate la copertura percentuale, per ogni sito, delle specie licheniche osservate, raggruppate per area: giallo “Lastroni”, azzurro “Subsidenza”, rosa “Parete”, verde “Cresta”.

SITO	QUOTA	<i>Calvitimela armeniaca</i> (DC.) Hafellner	<i>Carbonea vorticosa</i> (Flörke) Hertel	<i>Protoparmeliopsis muralis</i> (Schreb.) M. Choisy	<i>Rhizocarpon badioatrum</i> (Flörke ex Spreng.) Th. Fr.	<i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC.	<i>Rhizocarpon reductum</i> (Flörke ex Spreng.) Th. Fr.	<i>Sporastatia testudinea</i> (Ach.) A. Massal.	<i>Umbilicaria cylindrica</i> var. <i>tornata</i> (Ach.) Nyl.	<i>Umbilicaria crustulosa</i> (Ach.) Lamy
A	2215	0	0	32	0	60	12	0	0	16
B	2345	0	0	20	0	72	20	0	0	0
O	2381	0	0	0	0	52	0	0	0	0
C	2420	0	0	56	0	68	24	0	0	0
N	2470	0	0	8	0	48	12	0	0	8
D	2478	0	0	32	44	72	28	0	0	0
G	2458	0	0	40	52	52	0	0	0	4
H	2458	0	0	44	0	40	16	0	0	0
I	2458	0	0	16	12	56	8	0	0	0
E	2487	32	0	0	80	0	0	0	0	8
F	2490	0	48	0	0	0	8	0	0	0
M	2531	0	0	20	44	40	0	0	0	4
L	2546	12	0	0	40	24	0	0	0	20
T	2498	0	0	32	0	44	24	0	0	0
P	2512	16	0	20	0	52	0	56	0	20
ZB	2562	0	0	16	0	28	20	8	0	0
S	2563	0	8	0	0	72	0	0	0	0
Q	2590	36	0	0	0	24	0	76	0	8
U	2622	20	0	16	28	0	0	0	56	40
R	2654	20	0	0	16	0	0	60	32	0
ZA	2578	36	0	0	0	28	0	40	0	0
Z	2661	0	0	8	0	44	40	0	8	0
V	2688	52	0	24	0	64	0	0	0	0
Y	2721	0	0	0	0	48	32	0	0	0
W	2815	48	0	0	0	12	0	0	60	0
X	2847	0	0	0	0	44	48	20	0	0

Tabella 1: rappresentante la copertura % di ogni lichene, raggruppati per area e ordinati secondo la quota

Si può ipotizzare che le cause di ciò possano essere che si tratti di; A) una specie pioniera o B) una specie che non riesce a prendere il sopravvento quando vi è competizione interspecifica.

Non avendo trovato conferme ritengo che siano interessanti ulteriori studi futuri sull'argomento.

Essendo presenti solamente due osservazioni, è impossibile trarne distribuzioni che siano attendibili e significative.

***Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy:**

A differenza del *Calvitimela armeniaca* (Flörke) Hertel, questa specie ha una presenza maggiore nei siti posti a quote inferiori, e va diminuendo con l'elevazione. Ciò è dimostrato anche dalle coperture percentuali medie (25, 17, 12 e 5 %) che diminuiscono nei quattro siti al diminuire della quota. Le diverse condizioni delle stazioni creano in basso delle condizioni più adatte a questa specie.

***Rhizocarpon badioratum* (Flörke ex Spreng.) Th. Fr:**

come si evince dal grafico seguente (Immagine 9), questa specie di *Rhizocarpon*, non trova nella Cresta il suo ambiente ideale, non essendo stata rilevata nemmeno una volta, e nemmeno i Lastroni né la Parete sono ottimali, bensì attorno al lago, come si nota anche dalle medie delle 4 diverse aree in ordine di quota: 7, 33, 6, 0.

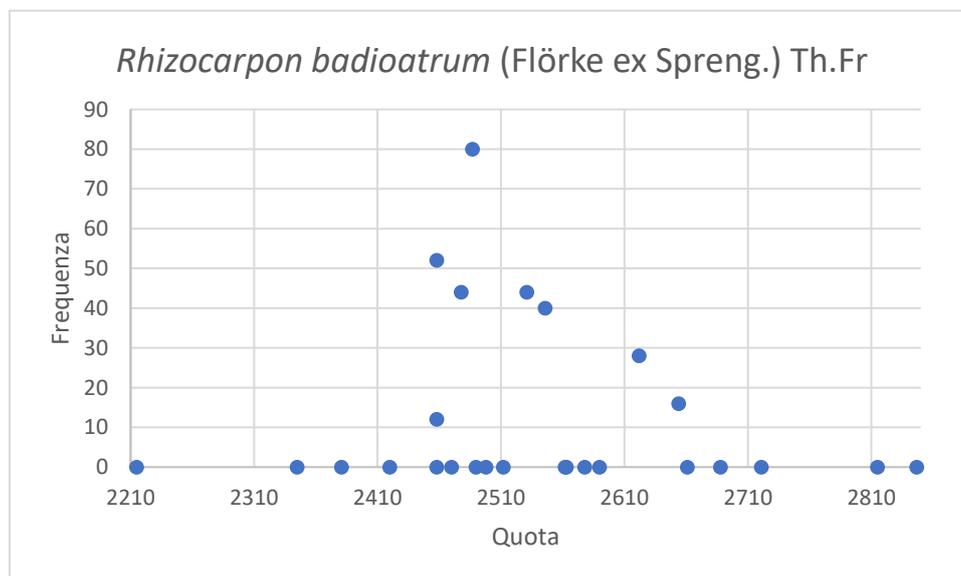


Immagine 9: grafico rappresentante l'andamento non lineare di *Rhizocarpon badioratum* (Flörke ex Spreng.) Th. Fr

***Rhizocarpon geographicum* (L.) DC.:**

questa specie è molto diffusa, con una riduzione verso le quote intermedie forse non dovuta alla mancanza di condizioni idonee alla sua presenza, quanto alla maggiore competizione da parte delle altre specie presenti.

Presenta, tuttavia, una delle più alte coperture percentuali ed è in assoluto la specie più frequente, con presenza in 22 delle 26 aree di saggio totali.

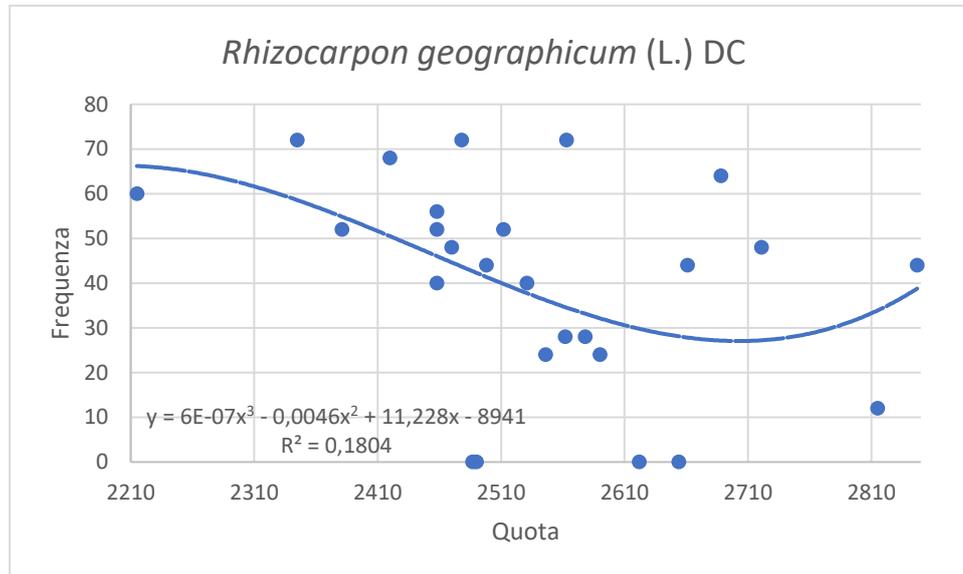


Immagine 10: grafico rappresentante l'andamento non lineare di *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC

***Rhizocarpon reductum* Th. Fr.:**

Analogamente a quanto si verifica nella specie precedente, è possibile notare (Immagine 11) la tendenza ad una maggiore frequenza verso gli estremi senza, tuttavia, che questa si possa ritenere statisticamente significativa. La specie è comunque presente in ognuna delle tre aree.

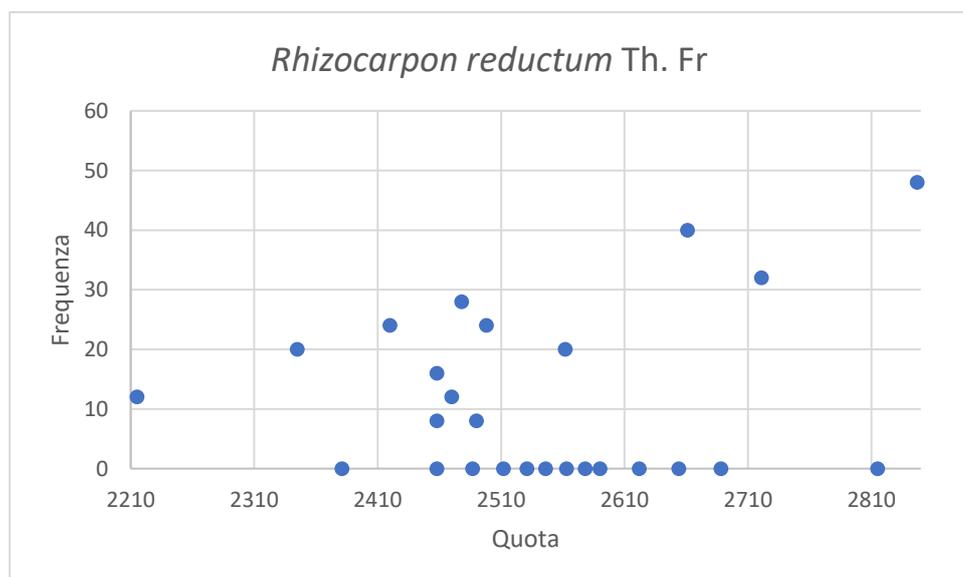


Immagine 11: grafico rappresentante l'andamento non lineare di *Rhizocarpon reductum* Th. Fr.

***Sporastatia testudinea* (Ach.) A. Massal.:**

questa specie, non è stata osservata a basse quote, ma solo sopra i 2500 m s.l.m., dove trova migliori condizioni di crescita; infatti, nella zona Lastroni e Subsidenza non è stata osservata nemmeno una volta.

Sarebbe opportuno analizzare nelle cime adiacenti se l'unico fattore di crescita sia la quota, oppure se la presenza maggiore dell'acqua (Lago di Cima d'asta, Rio del Lago e umidità che ne deriva) è l'unica condizione stagionale importante.

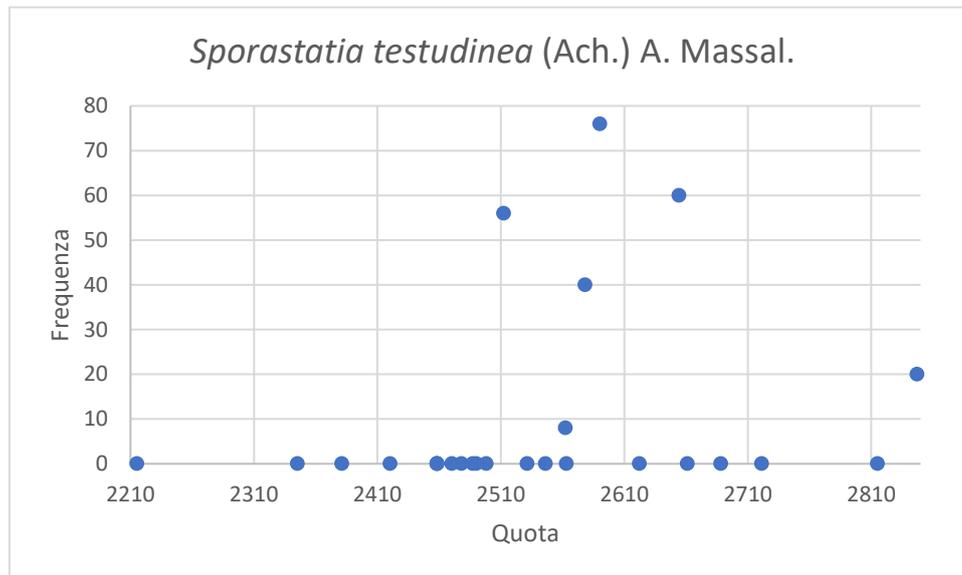


Immagine 12: grafico rappresentante la presenza solo in quota di *Sporastatia testudinea* (Ach.) A. Massal.

***Umbilicaria cylindrica var. tornata* (Ach.) Nyl.:**

anche questa specie è stata osservata solamente ad alte quote sopra i 2600 m s.l.m. in aree di saggio molto esposte, dove tende inoltre a formare formazioni monospecifiche.

Anche in questa specie le condizioni stagionali delle aree Lastroni e Subsidenza non permettono di svilupparsi.

***Umbilicaria crustulosa* (Ach.) Lamy:**

questa specie di *Umbilicaria* invece, è assente solo nell'area Cresta, mentre è presente nelle altre anche se in misura ridotta.

Sembra esserci un andamento sinusoidale come mostrato nel grafico a seguire, anche se probabilmente il valore di frequenza a 40 rappresenta un outlier, e non si osservano tendenze significative nella frequenza di questa specie.

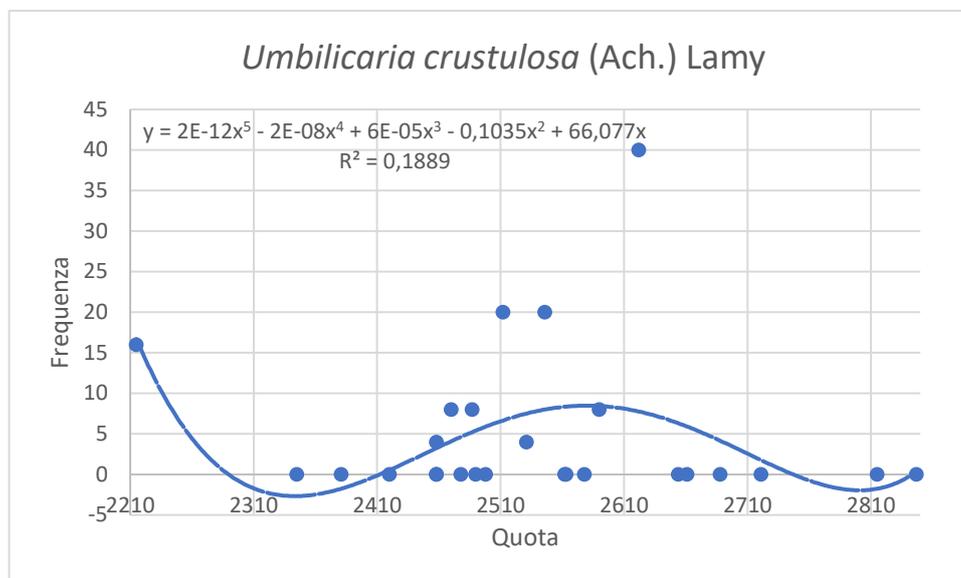


Immagine 13: grafico rappresentante l'andamento non lineare di *Umbilicaria crustulosa* (Ach.) Lamy

4.2 Analisi statistica

Legenda colori:

- rosso: significatività superiore a 0,1 = statisticamente non significativo, si accetta H0
- giallo: significatività compresa tra 0,1 e 0,05 = "neutro"
- verde: significatività inferiore a 0,05 = statisticamente significativo, si accetta H1

Si considerano neutri alcuni valori, perché trattandosi di analisi effettuate su pochi campioni, è possibile che con un numero di dati maggiore si possano ottenere dei valori di significatività differenti, in quanto il p-value è correlato alla numerosità del campione (Altoè et al., 2013).

4.2.1 Confronto preliminare tra Parete e Cresta

<i>Calvitimela armeniaca</i> (DC.) Hafellner			<i>Carbonea vorticosa</i> (Flörke) Hertel			<i>Sporastatia testudinea</i> (Ach.) A. Massal.		
	Variabile 1	Variabile 2		Variabile 1	Variabile 2		Variabile 1	Variabile 2
Media	13,14286	22,66667	Media	1,142857	0	Media	28,57143	10
Varianza	190,4762	644,2667	Varianza	9,142857	0	Varianza	1143,619	280
Osservazioni	7	6	Osservazioni	7	6	Osservazioni	7	6
P(T<=t) una coda	0,219372		P(T<=t) una coda	0,177959		P(T<=t) una coda	0,116036	
P(T<=t) due code	0,438745		P(T<=t) due code	0,355918		P(T<=t) due code	0,232073	

<i>Protoparmeliopsis muralis</i> (Schreb.) M. Choisy			<i>Rhizocarpon badioratum</i> (Flörke ex Spreng.) Th. Fr			<i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC.		
	Variabile 1	Variabile 2		Variabile 1	Variabile 2		Variabile 1	Variabile 2
Media	12	5,333333	Media	6,285714	0	Media	31,42857	40
Varianza	154,6667	93,86667	Varianza	127,2381	0	Varianza	711,619	320
Osservazioni	7	6	Osservazioni	7	6	Osservazioni	7	6
P(T<=t) una coda	0,150522		P(T<=t) una coda	0,095416		P(T<=t) una coda	0,253401	
P(T<=t) due code	0,301044		P(T<=t) due code	0,190833		P(T<=t) due code	0,506802	

<i>Rhizocarpon reductum</i> Th. Fr.			<i>Umbilicaria crustulosa</i> (Ach.) Lamy			<i>Umbilicaria cylindrica var. tornata</i> (Ach.) Nyl.		
	Variabile 1	Variabile 2		Variabile 1	Variabile 2		Variabile 1	Variabile 2
Media	6,285714	20	Media	9,714286	0	Media	12,57143	11,33333
Varianza	116,5714	505,6	Varianza	233,9048	0	Varianza	508,9524	578,6667
Osservazioni	7	6	Osservazioni	7	6	Osservazioni	7	6
P(T<=t) una coda	0,107226		P(T<=t) una coda	0,071929		P(T<=t) una coda	0,46302	
P(T<=t) due code	0,214453		P(T<=t) due code	0,143858		P(T<=t) due code	0,92604	

Tabella 3: rappresentazione confronto tramite t-test delle specie tra Cresta (Variabile 1) e Parete (Variabile 2).

Per nessuna delle specie analizzate si è riscontrata una differenza che si possa considerare statisticamente significativa. Pertanto, al fine di semplificare le successive analisi, in particolare la verifica del test ANOVA tramite t-test (3 t-test per ogni specie invece di 6), si considerano i gruppi Parete e Cresta un tutt'uno.

Le analisi vengono quindi semplificate, senza creare errori in conseguenza all'accettazione di H0 secondo cui per nessun lichene vi è differenza significativa tra i due siti.

È necessario, tuttavia, far notare i due valori rientranti nella zona neutra, per cui sarebbero opportuni ulteriori studi.

4.2.2 ANOVA e t-test

Calvitimela armeniaca (DC.) Hafellner

SIG ANOVA	T-TEST LASTRONI/ SUBSIDENZA		T-TEST LASTRONI/ PARETE		T-TEST SUBSIDENZA/ PARETE				
	Variabile 1	Variabile 2	Variabile 1	Variabile 2	Variabile 1	Variabile 2			
0,0716022	Media	0	6,286	Media	0	17,54	Media	6,286	17,54
	Varianza	0	148,6	Varianza	0	388,1	Varianza	148,6	388,1
	Osservazioni	6	7	Osservazioni	6	13	Osservazioni	7	13
	P(T<=t) una coda	0,111		P(T<=t) una coda	0,004		P(T<=t) una coda	0,067	
	P(T<=t) due code	0,221		P(T<=t) due code	0,007		P(T<=t) due code	0,134	

Carbonea vorticosa (Flörke) Hertel

SIG ANOVA	T-TEST LASTRONI/ SUBSIDENZA		T-TEST LASTRONI/ PARETE		T-TEST SUBSIDENZA/ PARETE				
	Variabile 1	Variabile 2	Variabile 1	Variabile 2	Variabile 1	Variabile 2			
0,3173832	Media	0	32,57	Media	0	0,615	Media	6,857	0,615
	Varianza	0	893	Varianza	0	4,923	Varianza	329,1	4,923
	Osservazioni	6	7	Osservazioni	6	13	Osservazioni	7	13
	P(T<=t) una coda	0,014		P(T<=t) una coda	0,169		P(T<=t) una coda	0,2	
	P(T<=t) due code	0,028		P(T<=t) due code	0,337		P(T<=t) due code	0,4	

Protoparmeliopsis muralis (Schreb.) M. Choisy

SIG ANOVA	T-TEST LASTRONI/ SUBSIDENZA		T-TEST LASTRONI/ PARETE		T-TEST SUBSIDENZA/ PARETE				
	Variabile 1	Variabile 2	Variabile 1	Variabile 2	Variabile 1	Variabile 2			
0,1367538	Media	24,67	17,14	Media	24,67	8,923	Media	17,14	8,923
	Varianza	399,5	355,8	Varianza	399,5	128,4	Varianza	355,8	128,4
	Osservazioni	6	7	Osservazioni	6	13	Osservazioni	7	13
	P(T<=t) una coda	0,252		P(T<=t) una coda	0,057		P(T<=t) una coda	0,161	
	P(T<=t) due code	0,503		P(T<=t) due code	0,115		P(T<=t) due code	0,322	

Rhizocarpon badioratum (Flörke ex Spreng.) Th. Fr

SIG ANOVA	T-TEST LASTRONI/ SUBSIDENZA		T-TEST LASTRONI/ PARETE		T-TEST SUBSIDENZA/ PARETE				
	Variabile 1	Variabile 2	Variabile 1	Variabile 2	Variabile 1	Variabile 2			
0,008352	Media	7,333	32,57	Media	7,333	3,385	Media	3,385	32,57
	Varianza	322,7	893	Varianza	322,7	74,26	Varianza	74,26	893
	Osservazioni	6	7	Osservazioni	6	13	Osservazioni	13	7
	P(T<=t) una coda	0,045		P(T<=t) una coda	0,313		P(T<=t) una coda	0,02	
	P(T<=t) due code	0,09		P(T<=t) due code	0,627		P(T<=t) due code	0,039	

<i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC.		T-TEST LASTRONI/ SUBSIDENZA		T-TEST LASTRONI/ PARETE		T-TEST SUBSIDENZA/ PARETE			
SIG ANOVA	<i>Variabile 1</i>	<i>Variabile 2</i>	<i>Variabile 1</i>	<i>Variabile 2</i>	<i>Variabile 1</i>	<i>Variabile 2</i>			
0,0225902	Media	62	30,29	Media	62	35,38	Media	30,29	35,38
	Varianza	107,2	532,6	Varianza	107,2	508,9	Varianza	532,6	508,9
	Osservazioni	6	7	Osservazioni	6	13	Osservazioni	7	13
	P(T<=t) una coda	0,005		P(T<=t) una coda	0,001		P(T<=t) una coda	0,322	
	P(T<=t) due code	0,01		P(T<=t) due code	0,003		P(T<=t) due code	0,643	
<i>Rhizocarpon reductum</i> Th. Fr.		T-TEST LASTRONI/ SUBSIDENZA		T-TEST LASTRONI/ PARETE		T-TEST SUBSIDENZA/ PARETE			
SIG ANOVA	<i>Variabile 1</i>	<i>Variabile 2</i>	<i>Variabile 1</i>	<i>Variabile 2</i>	<i>Variabile 1</i>	<i>Variabile 2</i>			
0,3241797	Media	16	4,571	Media	16	12,62	Media	4,571	12,62
	Varianza	102,4	39,62	Varianza	102,4	319,6	Varianza	39,62	319,6
	Osservazioni	6	7	Osservazioni	6	13	Osservazioni	7	13
	P(T<=t) una coda	0,022		P(T<=t) una coda	0,304		P(T<=t) una coda	0,081	
	P(T<=t) due code	0,043		P(T<=t) due code	0,607		P(T<=t) due code	0,163	
<i>Sporostatia testudinea</i> (Ach.) A. Massal.		T-TEST LASTRONI/ SUBSIDENZA		T-TEST LASTRONI/ PARETE		T-TEST SUBSIDENZA/ PARETE			
SIG ANOVA	<i>Variabile 1</i>	<i>Variabile 2</i>	<i>Variabile 1</i>	<i>Variabile 2</i>	<i>Variabile 1</i>	<i>Variabile 2</i>			
0,0599262	Media	0	0	Media	0	20	Media	0	20
	Varianza	0	0	Varianza	0	781,3	Varianza	0	781,3
	Osservazioni	6	7	Osservazioni	6	13	Osservazioni	7	13
	P(T<=t) una coda	#NUM!		P(T<=t) una coda	0,012		P(T<=t) una coda	0,012	
	P(T<=t) due code	#NUM!		P(T<=t) due code	0,024		P(T<=t) due code	0,024	
<i>Umbilicaria cylindrica</i> var. <i>tornata</i> (Ach.) Nyl.		T-TEST LASTRONI/ SUBSIDENZA		T-TEST LASTRONI/ PARETE		T-TEST SUBSIDENZA/ PARETE			
SIG ANOVA	<i>Variabile 1</i>	<i>Variabile 2</i>	<i>Variabile 1</i>	<i>Variabile 2</i>	<i>Variabile 1</i>	<i>Variabile 2</i>			
0,1864458	Media	0	0	Media	0	12	Media	0	12
	Varianza	0	0	Varianza	0	496	Varianza	0	496
	Osservazioni	6	7	Osservazioni	6	13	Osservazioni	7	13
	P(T<=t) una coda	#NUM!		P(T<=t) una coda	0,038		P(T<=t) una coda	0,038	
	P(T<=t) due code	#NUM!		P(T<=t) due code	0,076		P(T<=t) due code	0,076	
<i>Umbilicaria crustulosa</i> (Ach.) Lamy		T-TEST LASTRONI/ SUBSIDENZA		T-TEST LASTRONI/ PARETE		T-TEST SUBSIDENZA/ PARETE			
SIG ANOVA	<i>Variabile 1</i>	<i>Variabile 2</i>	<i>Variabile 1</i>	<i>Variabile 2</i>	<i>Variabile 1</i>	<i>Variabile 2</i>			
0,9663762	Media	4	5,143	Media	4	5,231	Media	5,143	5,231
	Varianza	44,8	51,81	Varianza	44,8	142,4	Varianza	51,81	142,4
	Osservazioni	6	7	Osservazioni	6	13	Osservazioni	7	13
	P(T<=t) una coda	0,386		P(T<=t) una coda	0,389		P(T<=t) una coda	0,492	
	P(T<=t) due code	0,772		P(T<=t) due code	0,778		P(T<=t) due code	0,984	

Tabella 4: rappresentazione confronto tramite ANOVA e t-test delle specie osservate nelle 3 diverse aree. Per variabile 1 e 2 si intendono rispettivamente la prima e la seconda area indicate nella prima riga di ciascuna tabellina.

***Calvitimela armeniaca* (DC.) Hafellner:**

Dal test ANOVA è risultato un livello di significatività del fattore testato pari a 0.07; solitamente non sarebbe considerato significativamente accettabile, ma visto il ridotto numero dei campioni, è possibile che con un campionamento maggiore il risultato sarebbe stato inferiore a 0.05. Per questo i risultati compresi tra 0.1 e 0.05 sono di seguito considerati come “neutri”. Essendo il risultato dell'ANOVA non chiaro, è opportuno considerare i t-test svolti tra le singole aree.

Tra le aree dei Lastroni e del Lago, non c'è nessuna differenza significativa, e si procede ad accettare H0, ossia che non vi siano differenze significative.

Tra Lastroni e parete c'è invece differenza molto significativa, che ci porta a rifiutare H0 e accettare H1, confermando la linea di tendenza analizzata in precedenza per questa specie secondo cui la presenza è maggiore in Parete e in Cresta.

La conferma definitiva di questo sarebbe il t-test di confronto tra la parete e il lago, che si rivela però “neutro” per il p-value ad una coda.

Nonostante una significatività di 0.067 verrebbe solitamente rifiutata, si ritiene che con un numero maggiore di campionamenti contenenti questa specie il test avrebbe potuto evidenziare una differenza significativa, soprattutto in luce della notevole significatività del t-test tra Subsidenza e Parete (0.04 e 0.07 rispettivamente per una cosa e due code).

Si può quindi affermare che per la specie *Calvitimela armeniaca* (DC.) Hafellner vi sia una differenza significativa tra le diverse aree, che confermano la tendenza ad una maggiore frequenza nell'area della Parete e della Cresta.

***Carbonea vorticosa* (Flörke) Hertel:**

I risultati dell'ANOVA inducono ad accettare H0, ed ovviamente con solamente 2 osservazioni è impossibile effettuare qualsiasi tipo di analisi statistica; tuttavia, ora che la presenza di questa specie è accertata è possibile effettuare studi specifici se interessa approfondirne la conoscenza nel massiccio di Cima d'Asta.

Non presentando i Lastroni alcuna osservazione, e avendone una con una frequenza di 48% in zona Subsidenza è normale che il t-test tra le due aree dia risultati significativi, ma in virtù dei risultati del test ANOVA è opportuno ignorarli e procedere ad ulteriori studi.

Non vi sono quindi risultati statisticamente significativi riguardo la presenza di questa specie.

***Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy:**

La tendenza decrescente vista in precedenza non è sufficiente per affermare che la presenza di questa specie nelle diverse aree sia significativamente diversa, in quanto tutti i risultati (tranne uno) sia dell'ANOVA sia dei vari t-test risultano essere fuori dalla zona di accettazione, e l'eccezione è compresa nell'intervallo neutro.

Quindi è opportuno accettare H_0 , affermando che non vi sono differenze significative per quanto riguarda le frequenze di *Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy sul versante sud di Cima d'Asta.

Ulteriori studi posso indagare se la tendenza decrescente con la quota è reale, o se è riconfermabile H_0 .

***Rhizocarpon badioatrum* (Flörke ex Spreng.) Th. Fr.:**

analizzando precedentemente la linea di tendenza e le medie delle varie aree di saggio, era emerso che l'area in cui questa specie ha maggiore sviluppo è la zona della Subsidenza.

Dai Risultati dell'ANOVA si può affermare con certezza che vi è una differenza significativa nelle frequenze delle diverse aree.

Infatti, mentre tra Parete e Lastroni non risultano differenze significative, entrambe le aree mostrano una significativa differenza con la zona della Subsidenza, confermando le ipotesi secondo cui, vi sono delle variazioni nelle condizioni stagionali che creano attorno al lago l'optimum per la crescita di *Rhizocarpon badioratum* (Flörke ex Spreng.) Th. Fr.

Non si dispone di sufficienti informazioni e dati per affermare con certezza quali siano i fattori specifici che ne influenzano la crescita, per questo si ritiene che ulteriori studi in loco possano portare ad una più profonda conoscenza di questa specie.

***Rhizocarpon geographicum* (L.) DC.:**

il test ANOVA mostra che vi è una significativa differenza tra le diverse aree, e come emerge dalla linea di tendenza, i t-test mostrano che vi è significativa differenza tra i Lastroni e gli altri due siti, ma che tra di loro Subsidenza e Parete non mostrano variazioni.

È possibile affermare, che le differenze tra le medie dei tre siti, rispettivamente di 62, 30.3, e 35.4 sono statisticamente significative, e possiamo di conseguenza accettare H_1 e rifiutare H_0 .

Non è tuttavia chiaro quale sia il fattore determinante di questa differenza, se solamente una condizione di optimum stagionale nel sito più basso, o se invece sia importante la competizione con le altre specie nelle due aree di quota maggiore.

***Rhizocarpon reductum* Th. Fr.:**

Come ipotizzato nell'analisi grafica della tendenza, secondo cui la presenza è maggiore verso gli estremi, notiamo che vi è una differenza significativa tra i Lastroni e il Subsidenza, ove il primo presenta una media nettamente più alta (16 contro 4.6) ed anche una varianza maggiore.

Ciò è confermato dal fatto che non vi è differenza significativa tra Lastroni e Parete; ne consegue che ci si aspetterebbe a questo punto una differenza significativa tra Parete e Lastroni, ma ciò non avviene se non per una significatività a una coda che rientra nell'intervallo "neutro".

Nonostante questo, essendo il livello di significatività complessiva dell'ANOVA pari a 0.32, è più prudente accettare H_0 , osservando tuttavia però che con un campionamento più ampio i risultati delle analisi potrebbero essere differenti.

***Sporastatia testudinea* (Ach.) A. Massal.:**

Il risultato dell'ANOVA non è totalmente attendibile, in quanto risulta falsato dalla presenza di due gruppi (Lastroni e Subsidenza) dove non vi è alcuna presenza di questa specie e ciò origina un errore di calcolo analogo nel t-test che restituisce un errore numerico.

Analizzando i risultati dei t-test, si nota come vi sia invece significativa differenza tra la Parete e le altre due aree.

Si può concludere che la limitata presenza di questa specie unicamente in Parete sia statisticamente significativa.

Anche in questo caso, ulteriori analisi per stabilire le cause esatte dell'optimum di questa specie in quella determinata area, sono da destinarsi a studi futuri.

***Umbilicaria cylindrica var. tornata* (Ach.) Nyl.:**

L'ANOVA test, effettuato per le tre aree, risulterebbe fuori dalla zona di accettazione classica di 0.05, tuttavia, come accaduto per la specie precedente, considerando che, ripetuti valori di frequenza uguali a zero hanno grande effetto nello sbilanciare il risultato finale, soprattutto quando, come in questo caso, si dispone di un ristretto numero di osservazioni, si è scelto di procedere comunque all'analisi tramite t-test di cui si considera il risultato attendibile.

Analizzando nel dettaglio i due t-test in cui la Parete è posta a confronto con le altre due aree, si hanno risultati significativamente differenti per il test a singola coda, e neutri nel calcolo con due code.

I risultati ottenuti con coda singola, considerando che in Parete la media della frequenza è 12, e 0 nelle altre due aree, è facile comprendere perché solo il p(t) con una coda risulta significativo.

Con cautela si può accantonare il risultato del test ANOVA, e considerare statisticamente significativa (con p ad una coda) la differenza tra la presenza di questa specie in Parete rispetto alle altre due aree.

***Umbilicaria crustulosa* (Ach.) Lamy:**

sia il test ANOVA che le verifiche a coppie effettuate con i t-test, mostrano che per questa specie non si verifica alcuna variazione statisticamente significativa nella frequenza.

Nonostante la specie *Cylindrica* var. *tornata* (Ach.) Nyl. ne prenda il posto in Cresta, non vi sono variazioni nelle altre aree.

Si accetta quindi l'ipotesi H0, segnalando la possibilità di approfondire con uno studio successivo quali sono gli elementi che determinano la presenza o assenza in Parete rispetto alla Cresta, delle due specie appartenenti al genere medesimo di *Umbilicaria*.

4.2.3 Agglomerative Hierarchical Clustering

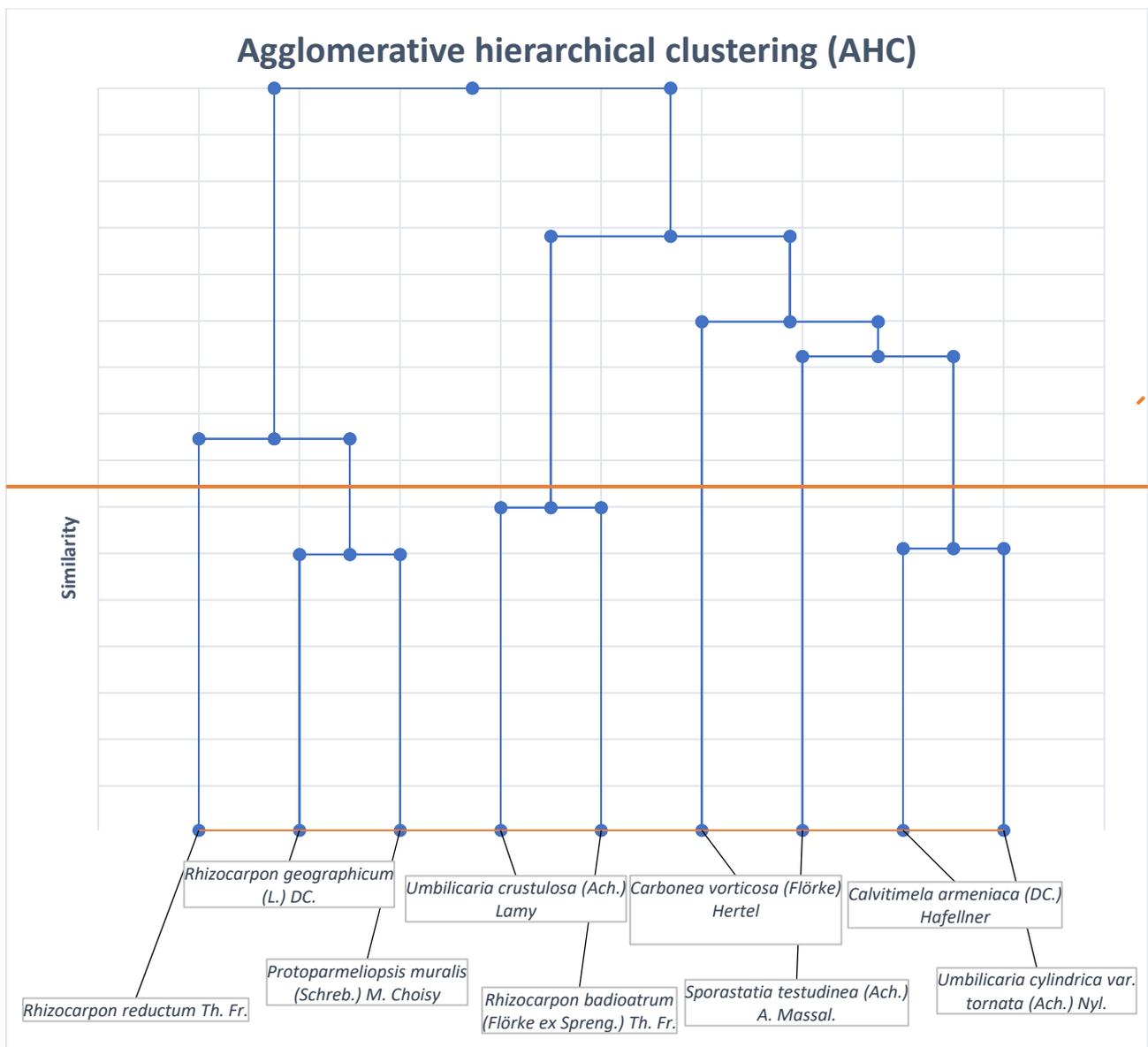


Tabella 5: Dendrogramma delle nove specie di lichene ottenuto con raggruppamento agglomerativo gerarchico

Tracciando una linea arancione in corrispondenza di un livello di similarità di 0.15, si evidenzia in figura (Tabella 5) come le specie licheniche possano essere raggruppate in 5 gruppi.

Carbonea vorticosa (Flörke) Hertel e *Sporastatia testudinea* (Ach.) A. Massal. sono indipendenti dagli altri a questo livello di similarità.

Gruppo 1: *Rhizocarpon reductum* Th. Fr., *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC., *Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy.

Queste tre specie sono accumulate dall'aver una buona distribuzione su ognuna delle aree del versante sud, presentando sempre valori di copertura percentuale medio-alti.

Internamente al gruppo 1, *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC., *Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy. presentano tra di loro un livello di similarità di 0.4.

Gruppo 2: *Umbilicaria crustulosa* (Ach.) Lamy, *Rhizocarpon badioratum* (Flörke ex Spreng.) Th. Fr.

Queste due specie presentano tra di loro un livello di similarità di 0.3; e sono accumulate dalla totale assenza alle quote più alte, e tendono inoltre a condividere gran parte delle osservazioni nelle medesime aree di saggio.

Ulteriori ricerche potrebbero essere interessanti per analizzare ulteriormente la possibile correlazione tra queste due specie.

Gruppo 3: *Calvitimela armeniaca* (DC.) Hafellner, *Umbilicaria cylindrica* var. *tornata* (Ach.) Nyl.

Questo gruppo presenta una similarità di 0.4, con le due specie accomunate dal fatto di essere assenti nella zona dei lastroni, e presenti presenti soprattutto in Parete.

Differiscono perché la *Calvitimela armeniaca* (DC.) Hafellner presenta anche due osservazioni secondarie nella zona del Lago.

Anche in questo gruppo si ritengono necessari ulteriori studi per verificare l'associabilità di queste due specie.

4.3 Confronto con Sambo, 1934

Specie comuni rinvenute:

-*Biatorrella testudinea* (Ach.) A. Massal., syn. *Sporastatia testudinea* (Ach.) A. Massal

-*Lecidea armeniaca* (DC.) Fr., syn. *Calvitimela armeniaca* (DC.) Hafellner

-*Lecidea sabuletorum* var. *vorticosa* (Flörke) Körb., syn. *Carbonea vorticosa* (Flörke) Hertel

-*Rhizocarpon Geographicum* (L.) DC.

-*Umbilicarya cylindrica* var. *tornata* (Ach.) Nyl.

-*Umbilicaria crustulosa* (Ach.) Lamy

Le associazioni di sinonimi sono tutte riportate sul portale ITALIC 6.0 (Nimis, 2016).

Specie non menzionate da Sambo:

-*Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy.

-*Rhizocarpon badioatrum* (Flörke ex Spreng.) Th. Fr.

-*Rhizocarpon reductum* Th. Fr.

28 tra Specie e numerose varietà, menzionate da Sambo, non sono state rinvenute nel corso delle presenti analisi.

Prima di procedere ad un confronto tra il presente studio e quello effettuato dalla dott.ssa Sambo nel 1934, è necessario premettere la sostanziale differenza di metodo tra i due.

Il presente studio si è basato su un determinato numero di aree di saggio, il più possibilmente casuali, e analizzando poi i risultati ottenuti in un secondo momento.

Lo studio della dott.ssa Sambo prevedeva invece una ricerca meticolosa della presenza o meno di una specie, senza dare importanza alla frequenza e alla variazione della stessa in aree diverse. È quindi normale che lo studio del 1934 menzioni un numero di specie molto maggiore.

L'obiettivo di questo paragrafo non è analizzare le specie che sono state osservate nel 1934 e non nel 2021, ma ipotizzare perché alcune specie siano state osservate solamente nel presente studio e non in quello della dott.ssa Sambo.

-*Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy.

Questa specie, si presenta come un lichene con una rosetta da orbicolare a irregolare con dimensioni di circa 10cm di diametro al massimo (ITALICS), e viste le dimensioni

escludo che se presente anche nel 1934 non sia stata notata, visto l'ampio numero di osservazioni e l'alta percentuale all'interno delle aree di saggio.

Tuttavia, nel testo di Sambo vengono menzionate quattro specie di *Lecanora*, di cui attualmente non è reperibile alcuna informazione.

Partendo dal fatto che attualmente il genere *Lecanora* è spesso usato come sinonimo del genere *Parmeliopsis* (ITALICS), è possibile presupporre che una delle quattro specie di *Lecanora* menzionate da Sambo, fosse quella che attualmente viene chiamata *Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy, e che quindi il problema sia da ricondurre solamente ad una diversa nomenclatura, variata nel corso dei passati 88 anni.

-*Rhizocarpon badioatrum* (Flörke ex Spreng.) Th. Fr. e *Rhizocarpon reductum* Th. Fr.

È strano come queste due specie non siano state osservate da Sambo in quanto, tralasciando le osservazioni in Parete ed in Cresta per cui è stata necessaria una competenza alpinistica che non viene menzionata, è stata osservata grande frequenza e grande copertura percentuale in zone facilmente accessibili.

Nello studio del 1934, vengono menzionate altre tre specie appartenenti allo stesso genere: *Rhizocarpon viridiatum* (Flk.) Kbr. Th. M. e *Rhizocarpon polycarpon* (Hepp) Th. Fr., trovate però nella vicina località di Cima Rava, e *Rhizocarpon oreites* (Vain.) Zahlbr. (ora con nomenclatura *Rhizocarpon alpicola* (Fr.) Rabenh.) osservato al Lago di Cima d'Asta.

C'è la possibilità di un errore di nomenclatura in cui sono stati scambiati i primi due nomi per quelli osservati in questo studio, in quanto la descrizione dell'habitat che ITALICS fornisce ad oggi per quelle due specie è totalmente inappropriato per le condizioni stazionali della zona di Rava, sia attualmente, che nel 1934; o si presuppone in alternativa ad una variazione di nomenclatura, un errore di Sambo nella identificazione. Tuttavia, questa seconda ipotesi si ritiene meno probabile vista la cura che la dott.ssa usa nella descrizione delle specie trovate in relazione alle condizioni ambientali.

La presenza di *Rhizocarpon alpicola* (Fr.) Rabenh., merita ulteriori studi, perché nonostante non sia stata confermata la presenza in fase di riconoscimento, i lichenologi A. Massal e Räsänen, la riportano rispettivamente come *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC. var. *alpicola* Fr. e *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC. var. *geronticum* (Ach.) Räsänen per la similarità con tale specie, ed è possibile che sia presente e che non sia stata osservata o che sia stata scambiata con la più frequente specie *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC.

Risulta quindi strano che queste due specie non siano state osservate in passato. Ciò induce ad ipotizzare che la motivazione sia dovuta alla modifica di qualche fattore ambientale, probabilmente ai recenti cambiamenti climatici, che potrebbero aver reso le zone campionate ottimali per la crescita di queste due specie.

I cambiamenti ambientali o l'inquinamento atmosferico e/o l'inquinamento locale dato dal turismo nella zona, hanno apportato cambiamenti nella flora lichenica, ma non si dispone di sufficienti informazioni per giungere ad una conclusione definitiva.

Sicuramente, ulteriori studi possono essere effettuati su queste due specie, e si ritiene che lo studio del loro sviluppo possa portare ad una maggiore comprensione di quella componente biotica che i licheni rappresentano, a cui viene data spesso poca rilevanza.

5. Analisi fitosociologica

Analizzando le specie presenti, in relazione a “Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities” (Mucina et al., 2016), tutte le specie osservate, tranne *Carbonea vorticosa* (Flörke) Hertel, risultano essere specie diagnostiche della classe RHI *Rhizocarpetea geographici* Wirth 1972.

La specie *Carbonea vorticosa* (Flörke) Hertel, non rientra invece in nessuna classe descritta da Mucina.

Partendo da questa prima classificazione, è stato possibile individuare, o presupporre la presenza, delle seguenti fitocenosi:

-Alleanza *Umbilicarium cylindricae* Frey 1933:

appartenente all'ordine *Umbilicarietalia cylindricae* Oberd. ex Klika et Hadac 1944, descritto come “Ombrophilous lichen communities on siliceous rock surfaces and boulders in the upper montane to nival belts and the arctic zone” (Mucina et al., 2016). Tale classe, è caratterizzata dalla presenza tra le altre specie di *Sporastatia testudinea* (Ach.) A. Massal e *Umbilicaria cylindrica* var. *tornata* (Ach.) Nyl. (Leuschner et al., 2017). Tale classe quindi, nel contesto di Cima d' Asta, è limitata alle aree di Cresta e Parete.

-Alleanza RHI-04B *Rhizocarpon alpicolae* Frey ex Klement 1955

Caratterizzata dalla presenza di *Calvitimela armeniaca* (DC.) Hafellner, questa alleanza presenta inoltre la specie *Rhizocarpon alpicola* (Fr.) Rabenh, syn. *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC. var. *alpicola* (Fr.) A. Massal.

Per confermare l'effettiva presenza di questa fitocenosi, sono necessari ulteriori studi che verifichino se oltre ad altre specie caratteristiche, sia presente la varietà in questione di *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC.

Rhizocarpon geographicum (L.) DC. var. *alpicola* (Fr.) A. Massal. Non è stato osservato nel presente studio, ma è possibile che sia comunque presente nel vasto Versante Sud di Cima d'Asta, o che sia stato confuso con il più comune *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC. Considerando inoltre, che nello studio di Sambo, viene osservato il *Rhizocarpon oreites* (Vain.) Zahlbr., ulteriore sinonimo di *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC. var. *alpicola* (Fr.) A. Massal, questa seconda ipotesi appare plausibile.

-Associazione *Lecanoretum campestris* Masse 1964:

possibile presenza di questa associazione per l'osservazione di *Rhizocarpon badioatrum* (Flörke ex Spreng.) Th. Fr. E e la frequenza di *Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy (syn. *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh.), che la distingue dal *Lecidelletum carpathicae* Wirth 1980. (Wirth, 1981).

Tuttavia, l'autore propone con discrezione la presenza di questa associazione, in quanto non sono state osservate altre specie che vi appartengano, e la scarsità di fonti reperibili riguardo questa fitocenosi impedisce di formulare ulteriori supposizioni.

-Ordine *Rhizocarpetalia obscurati* Wirth 1972:

Ordine caratterizzato da *Rhizocarpon reductum* Th. Fr., nel caso venissero osservate in futuro altre specie appartenenti a questo ordine, sarà possibile confermarne la presenza dell'ordine.

6. Completamento elenco specie

Al fine di completare l'elenco delle specie presenti nel sito, è stato affiancato al campionamento per aree di saggio, un secondo rilevamento di licheni, non più basato sul Quadrat sampling.

Il presente riconoscimento, è stato effettuato estensivamente su tutta l'area, al fine di registrare la presenza di quelle specie che non sono osservate all'interno delle aree di saggio.

Specie osservate:

comuni con lo studio di Sambo:

-*Carbonea distans* (Kremp.) Hafellner & Obermayer syn. *Lecidea distans* Kremp
osservato in Parete e Subsidenza

-*Orphniospora mosigii* (Körb.) Hertel & Rambold
osservato in Parete, Subsidenza e Lastroni

-*Umbilicaria deusta* (L.) Baumg.
osservato in Cresta, Parete e Lastroni

-*Lecidea lapicida* Ach.
osservato in Parete e Subsidenza

-*Lecidea auriculata* Th. Fr.
osservato in Parete, Subsidenza e Lastroni

non comuni con lo studio di Sambo:

-*Porpidia cinereoatra* (Ach.) Hertel & Knoph
osservato in Cresta, Parete e Subsidenza

-*Lecanora concolor* Ramond
osservato in Parete e Subsidenza

Ciò porta il totale delle specie osservate a sedici.

Fitosociologia:

le specie *Porpidia cinereoatra* (Ach.) Hertel & Knoph, *Orphniospora mosigii* (Körb.) Hertel & Rambold, *Lecidea lapicida* Ach. e *Carbonea distans* (Kremp.) Hafellner & Obermayer appartengono all'alleanza *Rhizocarpion alpicolae*, essendo specie caratterizzanti (Mucina et al., 2016).

Le altre specie non sono caratterizzanti di alcuna associazione e non rientrano in quelle precedentemente osservate.

Confronto con Sambo:

la seguente tabella riporta il confronto tra le specie osservate nei due diversi studi. Vengono utilizzati i nomi latini correnti, quindi vi è discrepanza tra i nomi presenti e

quelli riportati nell' elenco delle specie osservate da Cengia-Sambo. Le specie per cui non è stato trovato riscontro nella nomenclatura odierna, non sono state riportate.

	Presenza in	
	Cengia-Sambo 1934	Giongo 2022
<i>Carbonea distans</i> (Kremp.) Hafellner & Obermayer	x	x
<i>Lecidea armeniaca</i> (DC.) Fr	x	x
<i>Lecidea auriculata</i> Th. Fr.	x	x
<i>Lecidea lapicida</i> Ach.	x	x
<i>Lecidea sabuletorum</i> var. <i>vorticosa</i> (Flörke) Körb	x	x
<i>Orphniospora mosigii</i> (Körb.) Hertel & Rambold	x	x
<i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC.	x	x
<i>Sporastatia testudinea</i> (Ach.) A. Massal.	x	x
<i>Umbilicarya cylindrica</i> var. <i>tornata</i> (Ach.) Nyl.	x	x
<i>Umbilicaria crustulosa</i> (Ach.) Lamy	x	x
<i>Umbilicaria deusta</i> (L.) Baumg	x	x
<i>Acarospora squamulosa</i> (Schrad.) Trevis	x	
<i>Brodoa intestiniformis</i> (Vill.) Goward	x	
<i>Lecidea declinascens</i> Nyl.	x	
<i>Lecidea encrustacea</i> (Arnold) Arnold	x	
<i>Melanelia hepatizon</i> (Ach.) A.Thell	x	
<i>Miriquidica deusta</i> (Stenh.) Hertel & Rambold	x	
<i>Protoparmelia badia</i> (Hoffm.) Hafellner	x	
<i>Tremolecia atrata</i> (Ach.) Hertel	x	
<i>Umbilicaria laevis</i> (Schaer.) Frey	x	
<i>Umbilicaria proboscidea</i> (L.) Schrad.	x	
<i>Lecanora concolor</i> Ramond		x
<i>Porpidia cinereoatra</i> (Ach.) Hertel & Knoph		x
<i>Protoparmeliopsis muralis</i> (Schreb.) M. Choisy.		x
<i>Rhizocarpon badioatrum</i> (Flörke ex Spreng.) Th. Fr.		x
<i>Rhizocarpon reductum</i> Th. Fr.		x

Tabella 6: confronto delle specie rilevante tra lo studio Cengia-Sambo del 1934 e Giongo del 2022

7. Conclusioni

Si può affermare che l'ipotetica divisione iniziale del versante sud di Cima d'Asta in tre distinte aree per condizioni stazionali si è rivelata corretta in quanto sono state appurate differenze significative nella vegetazione lichenica.

Analizzando gli studi precedenti, si è optato per aree di saggio di 0.04 m² (quadrato 20 cm x 20 cm) come consigliato da Berg et al. (2016) al fine di stabilire uno standard comune per confronti con altri studi, avendo al contempo delle aree di saggio di dimensioni sia sufficientemente significative che pratiche da maneggiare.

Analizzando gli studi lichenici precedenti, si è ritenuto che 26 fosse un adeguato numero di aree di saggio.

La tecnica di rilievo prescelta è stata quindi il "Quadrat sampling", suddividendo le aree di saggio di 0.04 m² in 25 subplots, provvedendo poi a contare quante volte una specie era presente all'interno dei subplots.

Il riconoscimento delle specie, si è basato principalmente sul software "ITALICS 6.0" e per le ultime analisi su ITALICS 7.0" sviluppati da Nimis e Martellos.

La frequenza percentuale con cui una specie è presente all'interno della singola area di saggio, è stato il dato principale su cui si sono basate le analisi effettuate tramite il software di calcolo "Excel 365".

Su un totale di 26 aree di saggio sono state identificate le seguenti nove specie licheniche:

- Calvitimela armeniaca* (DC.) Hafellner
- Carbonea vorticosa* (Flörke) Hertel
- Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy
- Rhizocarpon badioatrum* (Flörke ex Spreng.) Th. Fr.
- Rhizocarpon geographicum* (L.) DC.
- Rhizocarpon reductum* Th. Fr.
- Sporastatia testudinea* (Ach.) A. Massal.
- Umbilicaria cylindrica* var. *tornata* (Ach.) Nyl.
- Umbilicaria crustulosa* (Ach.) Lamy

Al di fuori delle aree di saggio sono state identificate ulteriori sette specie:

- Carbonea distans* (Kremp.) Hafellner & Obermayer
- Lecanora concolor* Ramond
- Lecidea auriculata* Th. Fr.
- Lecidea lapicida* Ach
- Orphniospora mosigii* (Körb.) Hertel & Rambold
- Porpidia cinereoatra* (Ach.) Hertel & Knoph
- Umbilicaria deusta* (L.) Baumg.

Per nessuna specie è stata riscontrata alcuna differenza statisticamente significativa tra la Parete e la Cresta, e ciò permette di considerarle come un'unica area.

Dalle analisi, sono emerse differenze significative nella frequenza nelle diverse aree del versante per alcune specie, in particolare:

- *Calvitimela armeniaca* (DC.) Hafellner ha una tendenza di aumento della frequenza parallelamente alla quota, raggiungendo i valori più alti in Parete.

- *Rhizocarpon badioatrum* (Flörke ex Spreng.) Th. Fr. trova invece l'optimum per la sua crescita in corrispondenza con il Lago.

- *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC. invece, trova il suo optimum nella zona dei Lastroni, nonostante sia comunque molto frequente e sempre presente anche nelle altre aree.

- *Sporastatia testudinea* (Ach.) A. Massal. questa specie trova la sua nicchia ecologica sul versante sud del massiccio, nella zona della Parete, l'unica area in cui è stata osservata nel presente studio

- *Umbilicaria cylindrica* var. *tornata* (Ach.) Nyl., anche questa specie, come accaduto per la precedente, è stata osservata solamente in Parete e mai nelle altre aree.

I risultati del clustering hanno poi riconosciuto tre principali gruppi di species:

gruppo uno: *Rhizocarpon reductum* Th. Fr., *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC. *Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy, similarità di 0.4; gruppo due: *Umbilicaria crustulosa* (Ach.) Lamy, *Rhizocarpon badioatrum* (Flörke ex Spreng.) Th. Fr., similarità di 0.3; gruppo tre: *Calvitimela armeniaca* (DC.) Hafellner, *Umbilicaria cylindrica* var. *tornata* (Ach.) Nyl., similarità di 0.4.

Il confronto dei risultati delle aree di saggio con lo studio di Sambo (1934) ha evidenziato l'assenza nello studio del 1934 di tre specie: *Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy, *Rhizocarpon badioatrum* (Flörke ex Spreng.) Th. Fr. E *Rhizocarpon reductum* Th. Fr. L'assenza della prima specie è riconducibile ad una variazione nella nomenclatura. Appare strano invece che nel 1934 i due *Rhizocarpon* non siano stati osservati nonostante siano specie facilmente distinguibili e che siano stati osservati frequentemente nel corso del presente studio, e ciò meriterebbe ulteriori studi.

Il confronto con Sambo aggiornato con l'elenco completo delle specie evidenzia invece:

specie comuni: *Carbonea distans* (Kremp.) Hafellner & Obermayer, *Lecidea armeniaca* (DC.) Fr., *Lecidea auriculata* Th. Fr., *Lecidea lapicida* Ach., *Lecidea sabuletorum* var. *vorticosa* (Flörke) Körb, *Orphniospora mosigii* (Körb.) Hertel & Rambold, *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC., *Sporastatia testudinea* (Ach.) A. Massal., *Umbilicaria cylindrica* var. *tornata* (Ach.) Nyl., *Umbilicaria crustulosa* (Ach.) Lamy, *Umbilicaria deusta* (L.) Baumg.

specie presenti solo in Sambo: *Acarospora squamulosa* (Schrad.) Trevis, *Brodoa intestiniformis* (Vill.) Goward, *Lecidea declinascens* Nyl., *Lecidea encrustacea* (Arnold) Arnold, *Melanelia hepatizon* (Ach.) A.Thell, *Miriquidica deusta* (Stenh.) Hertel & Rambold, *Protoparmelia badia* (Hoffm.) Hafellner, *Tremolecia atrata* (Ach.) Hertel, *Umbilicaria laevis* (Schaer.) Frey, *Umbilicaria proboscidea* (L.) Schrad.

specie presenti solo in Giongo: *Lecanora concolor* Ramond, *Porpidia cinereoatra* (Ach.) Hertel & Knoph, *Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy., *Rhizocarpon badioatrum* (Flörke ex Spreng.) Th. Fr., *Rhizocarpon reductum* Th. Fr.

L'analisi della fitosociologia ha evidenziato la presenza delle alleanze *Umbilicarion cylindricae* Frey 1933 e *Rhizocarpion alpicolae* Frey ex Klement 1955, e la possibile presenza dell'associazione *Lecanoretum campestris* Masse 1964 e dell'ordine *Rhizocarpetalia obscurati* Wirth 1972.

8. Bibliografia e sitografia

Altoè, G., Pastore, M., *L'effetto della numerosità sul significato di un risultato statisticamente significativo*, Bologna, Il mulino, 2013

Armstrong R. A., *The descriptive ecology of saxicolous lichens in an area of south merionethshire*, London, British Ecological Society, 1974

Berg C., Schwager P., Pörtl M., Dengler J., *Plot sizes used for phytosociological sampling of bryophyte and lichen micro-communities*, Görlitz, Herzogia, 2016

Cengia-Sambo M., *Osservazioni lichenologiche sul Gruppo di Cima d'Asta*, Maria Cengia-Sambo, estratto dall'Archivio Botanico diretto dal Prof. A. Béguinot, Vol. X, fase 2 (Giugno 1934), p153-173, 1934

Chytry M., Preislerová Z., *Plot sizes for phytosociological sampling of European vegetation*, Hoboken, Journal of Vegetation Science, 2003

Cislaghi C.- Nimis P.L., *Lichens, air pollution and lung cancer*, London, Nature, 1997

Fodor E., *Analysis of the saxicolous lichen communities in măcin mountains national park*, Sciendo, Acta Horti Botanici Bucurestiensis, 2015

<http://dbiodbs.univ.trieste.it/>

<http://italic.units.it/>

<https://webgis.provincia.tn.it/>

<https://www.britannica.com/>

<https://www.britishlichensociety.org.uk/>

Leuschner G., Ellenberg H., *Ecology of Central European Non-Forest Vegetation: Coastal to Alpine, Natural to Man-Made Habitats: Vegetation Ecology of Central Europe, Volume II*, Heidelberg, Springer, 2017

Lücking R., Hodkinson B. P., Leavitt S. D., *The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota – Approaching one thousand genera*, U.S.A, The Bryologist, 2017

Macera P., Del Moro A. , Bargossi G.M., Campana R., Rottura A. *Polygenetic nature of the Cima d'Asta intrusive complex, Southern Alps, Italy. Inferences from petrological, geochemical and isotopic (Sr and Nd) data*, Amsterdam, Lithos, 1994

- Mucina L., Bueltmann H., Dierßen K., Theurillat J., *Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities*, Haboken, Applied Vegetation Science, 2016
- Müller F., Otte V., *Verzeichnis und Rote Liste der Moos- und Flechtengesellschaften Sachsens*, Görlitz, Redaktion Abt. Natur, Landschaft, 2007
- Nash T. H., *Lichen Biology*, Cambridge, Cambridge University Press, 2008
- Nimis P. L., Martellos S., 2008. ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 4.0. University of Trieste, Dept. of Biology, IN4.0/1.
- Nimis P.L, Scheidegger C., Wolseley, P. A., *Monitoring with Lichens - Monitoring Lichens*, Dordrecht ,Kluwer Academic Publishers, 2002
- Nimis P.L., *The lichens of Italy. A second annotated catalogue*, Trieste, EUT Edizioni Università di Trieste, 2016
- Sansoni D. F., *Giornale di mineralogia, cristallografia e petrografia: Volume 3*, Milano, Hoelpi, 1982
- Van Dobben H.F., Wolterbeek H.Th., Wamelink G.W.W, Ter Braak J.F., *Relationship between epiphytic lichens, trace elements and gaseous atmospheric pollutants*, Amsterdam, Environmental Pollution, 2001
- Wirth V., *Zur flechtenkundlichen Durchforschung Süddeutschlands und angrenzender Gebiete. – Stuttgarter Beiträge Naturkunde Serie A [Biologie]*, Stuttgart, Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart , 1981