



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO

Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari

Corso di Laurea Triennale in

Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano

**MONITORAGGIO DELL'INERBIMENTO SPERIMENTALE
PRESSO JULIERPASS (CH) E CARATTERIZZAZIONE DI
FIORUME DI ALTA QUOTA (Prog. INSEM)**

Relatore: **Prof. Stefano BOCCHI**

Correlatori: **Dott. sa Roberta M. CERIANI, Dott. Andrea FERRARIO**

Elaborato finale di: **Jonathan PINNA – Matr. 792188**

Anno Accademico 2013/2014

Monitoraggio dell'inerbimento sperimentale presso Julierpass (CH) e caratterizzazione di fiorume di alta quota (Prog. INSEM)

Elaborato finale di Jonathan Pinna - Matricola n° 792188

Laurea Triennale in Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano

Relatore Prof. Stefano Bocchi

Correlatori Dott. ssa Roberta M. Ceriani, Dott. Andrea Ferrario

Riassunto

La flora autoctona presenta diversi vantaggi quando viene impiegata in interventi di ripristino ambientale, sia dal punto di vista tecnico economico, ma soprattutto dal punto di vista naturalistico e di tutela della biodiversità. La disponibilità di materiali autoctoni sul mercato, in particolare in Lombardia, è tuttavia molto scarsa e spesso strettamente connessa a specifici progetti sperimentali, tanto che la scelta del materiale ricade in molti casi su sementi commerciali di specie selezionate geneticamente, reperibili facilmente e a basso costo, ma che possono procurare danni di diverso tipo all'ambiente dove sono immesse. A questo proposito diverse normative emanate negli ultimi decenni vietano l'introduzione di specie non autoctone negli ambienti naturali (per esempio la L.R. 10/2008).

Il presente lavoro si è svolto nell'ambito del progetto INSEM (Inerbimenti tecnici: promozione di una filiera transfrontaliera retica sementiera e vivaistica), finalizzato alla costituzione di una filiera sementiera e vivaistica, sperimentando la produzione e l'impiego di materiale autoctono per i ripristini ambientali in alta quota.

Più precisamente lo studio, svolto presso il Centro Flora Autoctona della Regione Lombardia (CFA), ha previsto innanzitutto la caratterizzazione di cinque lotti di fiorume raccolti nella stagione vegetativa 2013 per i quali sono stati analizzati i parametri di purezza, contenuto in semi per unità di peso e germinabilità *in vitro* e su terriccio. L'analisi del fiorume è stata realizzata seguendo un protocollo di caratterizzazione speditiva messa a punto dal CFA. Si è constatato che la purezza risulta simile per i lotti considerati, mentre il contenuto in semi è legato al periodo e al sito di raccolta. Per quanto riguarda l'analisi della germinazione, nel test *in vitro* è stata ottenuta una germinazione media del 30,25% e nessuna differenza

significativa tra i vari lotti, mentre nel test su terriccio è stata ottenuta una germinazione media di 13.342 plantule/m².

Lo studio ha inoltre previsto il monitoraggio di un inerbimento sperimentale realizzato presso Julierpass (Canton dei Grigioni – CH) nel luglio 2013, mettendo a confronto due tipi di fiorume a due diverse densità e un miscuglio di sementi selezionate.

Il monitoraggio periodico ha permesso di valutare: copertura complessiva, altezza massima della vegetazione, numero e copertura di piante graminoidi e dicotiledoni. Dai dati acquisiti risulta che il miscuglio di sementi selezionate permette di ottenere una copertura complessiva maggiore almeno nel primo anno dopo la semina, ma l'impiego del fiorume garantisce una maggior presenza di dicotiledoni, fondamentali per conservare la biodiversità, in particolare in condizioni ambientali estreme come quelle del sito di Julierpass.

Monitoring experimental grassing at Julierpass (CH) and characterization of hayseed at high altitudes (Prog. INSEM)

Bachelor thesis by Jonathan Pinna - Matriculation number 792188

Bachelor degree in Conservation and Sustainable Development of Mountain areas

Tutor Prof. Stefano Bocchi

Co-tutors Dr. Roberta M. Ceriani, Dr. Andrea Ferrario

Summary

Native flora shows several advantages when used in environmental restoration interventions, both from the economic point of view, and especially from the naturalistic point of view, protecting biodiversity.

The availability of local plant materials on the market, in particular in Lombardy, is however very poor and often closely linked to specific experimental projects, so the choice of material is in many cases oriented towards commercial seeds of genetically selected species, that can be found easily and at low cost, but that can cause damage of different kinds to the environment where they are planted.

Several regulations issued in the last few decades prohibit the introduction of non-autochthonous species in natural environments (for example 10/2008 law Lombardy Region).

This Work is carried out within the INSEM project (technical grassings: promotions seed and nursery supply chain) aimed at the establishment of seed and nursery supply chain, experimenting production and use of autochthonous material for to be use in high environmental restoration.

More specifically the study carried out at the Native Flora Centre of Lombardy (CFA), involved first of all the characterization of five lots of hayseed collected in the vegetation season 2013, analysing the following parameters: purity, content of seeds per unit weight and germinability in vitro and in soil.

The hayseed test was performed on the basis of a specific protocol according to a quick characterization devised by the CFA.

It was found that the purity is similar for the considered batches whereas the content in seeds is linked to the period and the places of collection.

As far as it concerned the germinability test on one hand in the test in vitro was obtained a germination average of 30,25% and any important difference among various batches on the other hand in the in soil was obtained a germination average of 13.342 plants/m².

The research has also provided the monitoring of a experimental plantation created at Julierpass (Canton dei Grigioni, CH) in July 2013 where two types of hayseed at two different densities and a mixture of selected seeds were confronted.

The periodical monitoring has let evaluate: overall coverage, maximum height of vegetation, number and coverage of graminoid and dicots plants.

From the acquired data it emerged that the mixture of seeds let obtain a larger overall coverage at least in the first year after the planting, but the use of hayseed assures a higher presence of dicots that are fundamental for the biodiversity preservation, in particularly in extreme environmental conditions like those of the Julierpass place.

INDICE

1	INTRODUZIONE	7
1.1	Rassegna bibliografica	7
1.2	I materiali vegetali autoctoni per il ripristino ambientale in montagna	9
1.2.1	Tipologie di materiali vegetali autoctoni	11
1.2.2	L'impiego in quota di materiali vegetali autoctoni	17
1.2.3	Quadro normativo per la tutela della biodiversità vegetale e l'uso di materiale autoctoni	20
1.3	Il progetto INSEM	21
1.4	Scopi del lavoro	23
2	MATERIALI E METODI	24
2.1	Fiorume	24
2.2	Caratterizzazione del fiorume	24
2.2.1	Determinazione della purezza	25
2.2.2	Determinazione del contenuto in semi per unità di peso	27
2.2.3	Determinazione della germinabilità <i>in vitro</i>	27
2.2.4	Determinazione della germinabilità su terriccio	29
2.3	Inerbimento di Julierpass	31
2.4	Analisi dei dati	34
3	RISULTATI	35
3.1	Analisi della purezza	35
3.2	Analisi del contenuto in semi per unità di peso	36
3.3	Analisi del tasso di germinazione <i>in vitro</i>	37
3.4	Analisi del tasso di germinazione su terriccio	38
3.5	Inerbimento di Julierpass	40

4	DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	44
4.1	Fiorume	44
4.1.1	Analisi della purezza	44
4.1.2	Analisi del contenuto in semi per unità di peso	45
4.1.3	Analisi del tasso di germinazione <i>in vitro</i>	45
4.1.4	Analisi del tasso di germinazione su terriccio	46
4.2	Inerbimento di Julierpass	47
4.3	Conclusioni e prospettive	48
5	BIBLIOGRAFIA	50
6	ALLEGATI	53

1 INTRODUZIONE

1.1 Ricerca bibliografica

Ecological Engineering

Journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecoleng

Recreating semi-natural grasslands: a comparison of four methods (Norway)

Rydgren Knut, Nordbakken Jorn-Frode, Austad Ingvild, Auestad Inger, Heegaard Einar

Abstract

Semi-natural grasslands and their species and populations are declining rapidly throughout Europe, bringing about a need for successful vegetation recreation methods. To maintain biodiversity and ecological services of semi-natural grasslands, we need more knowledge on the relative performance of different recreation methods. In a replicated experiment in western Norway, we evaluated two hay transfer methods (hard or light raking of local hay), sowing of local seeds and natural regeneration for recreating semi-natural grassland in a road verge. We compared treated trial plots with their respective donor plots (where hay and seeds were harvested) for three successive years by evaluating vegetation cover, species richness and species transfer rates, and vegetation dynamics analysed by Bray-Curtis compositional dissimilarity (BC) and GNMDS (Global Non-Metric Multidimensional Scaling) ordination. Vegetation cover at the trial site exceeded that of donor sites in three years. Transfer rates of common species were high for seed sowing and both hay transfer procedures. Species composition in trial plots for all three treatments became significantly more similar to donor plots, but was still relatively dissimilar after three years. Natural regeneration showed a different temporal pattern and also had a higher successional rate. The species composition of the other treatments followed the same trajectory toward the donor sites as revealed by GNMDS. We found relatively small differences between the two hay transfer methods and seed sowing. Transfer of local hay therefore appears to be a

successful method of establishing local species when recreating semi-natural grasslands, and is generally cheaper than using commercial local seed mixtures.

Ecological Engineering

Homepage giornale: www.elsevier.com/locate/ecoleng

Ripristino di praterie seminaturali: quattro metodi a confronto (Norvegia)

Rydgren Knut, Nordbakken Jorn-Frode, Austad Ingvild, Auestad Inger, Heegaard Einar

Riassunto

In Europa la biodiversità dei prati seminaturali è in rapido declino.

C'è bisogno di validi metodi di ripristino, ovvero di più conoscenza sulle prestazioni dei differenti metodi di rigenerazione.

Per questo motivo è stato fatto un esperimento di riqualificazione di un prato a bordo strada nella Norvegia Occidentale, dove si sono messe a confronto le seguenti tesi: due metodi di uso del fieno (rastrellato in modo leggero e pesante), la semina con sementi autoctone e la naturale rigenerazione.

In seguito si sono comparate le particelle di prova con le aree donatrici dove erano stati raccolti il fieno e la semente.

Per i successivi tre anni sono state monitorate, da Bray-Curtis (BC) e dall'organizzazione GNMDS (Global Non-Metric Multidimensional Scaling), le coperture e dinamiche vegetative delle differenti composizioni.

Dopo tre anni si è potuto osservare che la copertura vegetativa delle particelle inerbite era maggiore di quella dell'area lasciata alla naturale rigenerazione, forse grazie al fatto che le tre particelle avevano un'alta densità di semina.

I tre appezzamenti diventarono molto simili tra loro ma ancora relativamente diversi dopo tre anni.

Per quanto riguarda il modello di crescita le tre particelle, come rilevato dalla GNMDS, hanno avuto un andamento simile, mentre l'area lasciata alla naturale rigenerazione mostrò un modello temporale di crescita differente con un andamento successivo più alto.

In merito al fieno, ci furono minime differenze tra i due metodi di trasferimento.

Si è concluso che l'uso del fieno autoctono è un valido metodo di ripristino della biodiversità nei prati seminaturali ed è generalmente meno costoso che usare miscugli di semi commerciali locali.

1.2 I materiali vegetali autoctoni per il ripristino ambientale in montagna

Il ripristino ambientale nel territorio montano e soprattutto in quello alpino richiede un'attenzione particolare e deve essere attentamente programmato a causa delle peculiari condizioni ambientali. Le difficoltà di inerbimento e il frequente ricorso a tecniche e/o materiali a basso costo, comportano spesso danni ecologici ed economici considerevoli, in relazione a fenomeni quali erosione, aumento del deflusso superficiale, copertura vegetale insufficiente, costi elevati per interventi di manutenzione, ecc. (Graiss & Krautzer, 2007).

In questi ambiti, i fattori ambientali limitanti sono principalmente quelli climatici ed edafici. Più in particolare all'aumentare della quota aumentano la velocità del vento e la frequenza degli episodi di precipitazioni intense, oltre al rallentamento dell'attività microbica ed alla mineralizzazione della biomassa (Piano, 2004; Krautzer *et al.*, 2006).

Già a partire dall'inizio degli anni '80 del secolo scorso diversi Autori (Florineth, 1982; Spatz *et al.*, 1987; Urbanska, 1990) hanno messo in evidenza che, per la buona riuscita degli inerbimenti al di sopra del limite del bosco, è fondamentale l'impiego di un miscuglio idoneo di sementi e, se è il caso, di piante alpine coltivate. In questo modo si possono garantire soprassuoli di graminacee ed erbe non graminoidi con un alto grado di copertura per molti anni, poiché a queste quote la colonizzazione da parte di altre specie è ridotta e avviene lentamente.

Spesso i miscugli che vengono impiegati per l'inerbimento sono composti da varietà di specie foraggere di pianura, selezionate per garantire produzioni elevate di foraggio (Figura 1.1). Queste specie, molto rapide nella fase di insediamento, non offrono la persistenza necessaria per assicurare le funzioni protettive nel medio-

lungo periodo. Inoltre il loro fabbisogno di sostanze nutritive rende necessari interventi di concimazione e manutenzione costosi e ripetuti e, pertanto, una volta concluso il loro ciclo vitale nel primo rinverdimento, possono scomparire completamente (Schiechtl, 1972; Kock, 1975; Peratoner *et al.*, 2005).



Figura 1.1 Inerbimento con sementi commerciali – Foppolo (BG).

In sostanza le specie più indicate sono quindi quelle autoctone, che crescono bene nelle condizioni climatiche ed edafiche delle aree di intervento, preparando il terreno alle successioni naturali (Florineth, 2007).

Il raggiungimento del risultato dipende anche da altri fattori, quali l'epoca della semina e l'adeguata preparazione del terreno (Rodaro, 2007). La semina dovrebbe essere effettuata preferibilmente entro l'inizio dell'estate (metà luglio), in modo da garantire alle piantine il raggiungimento di uno stadio di sviluppo che consenta loro di superare la stagione invernale (stadio di accestimento). Inoltre, può essere aggiunta anche una copertura con paglia o fieno, che aiuta a ridurre l'escursione termica e previene il disseccamento superficiale del suolo. Simili pacciamanti costituiscono inoltre un'efficace protezione del suolo dalla pioggia battente, sono in grado di prevenire l'erosione superficiale e il dilavamento dei semi (Florineth, 2007;

Bottinelli, 2008). Infine, contribuiscono alla tutela della biodiversità, non solo dal punto di vista naturalistico, ma anche in relazione a tradizioni culturali e patrimonio storico-etnografico dei luoghi in cui vengono impiegati.

Tutti questi adattamenti rendono le piante particolarmente capaci di sopportare gli stress ambientali a cui sono sottoposte, facendone il materiale vegetale più “ecologicamente adatto” (Figura 1.2).



Figura 1.2 Area inerbita con fiorume autoctono – M. Pora (BG).

1.2.1 Tipologie di materiali vegetali autoctoni

Il ripristino della biodiversità vegetale deve basarsi sulla disponibilità di materiali vegetali di qualità che rispettino la compatibilità con le popolazioni naturali dal punto di vista genetico, biogeografico ed ecologico. Data quindi l'importanza dell'utilizzo di materiale autoctono, è necessario esaminare quali tipologie di materiali vegetali sono disponibili per l'impiego in interventi di ripristino ambientale. Il tipo di materiale da utilizzare nei rinverdimenti va calibrato sul sito di intervento, in particolare sulle sue caratteristiche climatiche e pedologiche. Ove possibile, la coltivazione da seme va preferita rispetto alla propagazione vegetativa, in modo da mantenere la

massima variabilità genetica e la capacità di adattamento delle popolazioni naturali. Le principali tipologie di materiale utilizzato sono:

1. Fiorume → è un materiale raccolto direttamente in natura da prati stabili e pascoli polifiti attraverso appositi mezzi agricoli, composto quindi dal miscuglio di semi delle specie presenti nel prato e materiale inerte (Figura 1.3). Possiamo definirlo come la parte più fine del fieno molto ricca di semi. Una volta questi semi, che si depositano sul pavimento dei fienili, venivano utilizzati per creare nuovi prati o migliorare quelli esistenti. Oggi chiamiamo fiorume non solo il residuo che si raccoglie nei fienili, ma anche e soprattutto un miscuglio di semi di elevato pregio naturalistico, intenzionalmente prodotto a partire da un prato naturale o seminaturale.



Figura 1.3 Esempio di campione di fiorume.

È semplice intuire che se il prato donatore è ricco di specie vegetali, il fiorume ne rispecchierà la biodiversità, e, se tali specie sono pure autoctone, la semente rappresenterà un materiale di alta qualità per inerbimenti e ripristini ambientali.

La qualità e la quantità del fiorume raccolto variano a seconda della fitocenosi di partenza e dal momento di raccolta (Figura 1.4). È infatti importante analizzare fitosociologicamente il prato prima della raccolta per comprenderne le caratteristiche e individuare il periodo di massima maturazione dei semi delle specie predominanti e/o di quelle desiderate per poter ottenere la massima resa

possibile, in quanto non tutte le specie fanno maturare i semi nel medesimo periodo dell'anno. Spesso si calibra il processo sulle specie graminoidi, identificate quindi come specie guida, perché hanno crescita rapida, coprono velocemente il suolo, sono in grado di produrre un apparato radicale fitto capace di consolidare il terreno e infine sono una componente fondamentale ed abbondante di prati e pascoli. Non si pensi però che la scelta di poche specie chiave impedisca di raccogliere anche i semi delle altre specie: l'esperienza dimostra che così facendo è possibile comunque raccogliere la maggior parte delle specie presenti nel prato donatore. Va quindi definito il periodo di raccolta privilegiando le specie più adatte all'inerbimento da realizzare e quindi controllare periodicamente lo stato di sviluppo dei loro semi in modo da avviare la raccolta nel momento di massima maturazione. L'eventuale problema delle specie infestanti o indesiderate può essere risolto scegliendo un adeguato sito donatore o raccogliendo nel momento in cui queste non sono mature (Bottinelli, 2008).



Figura 1.4 Analisi fitosociologica del prato donatore.

La raccolta è il momento più delicato, poiché la posticipazione dell'attività anche di pochi giorni rischia di far calare le rese della semente. Il fiorume viene raccolto con speciali macchine spazzolatrici (Figura 1.5) trainate da un piccolo trattore, motocoltivatore o mezzo analogo. Il loro funzionamento consiste nello spazzolare

l'apice degli steli raccogliendo il seme maturo. La rotazione della spazzola, inoltre, crea un flusso d'aria che permette l'aspirazione dei semi più piccoli, garantendo la raccolta di tutte le specie ed assicurando un'elevata ricchezza del miscuglio finale. In caso di ampi e piani appezzamenti sono da preferire macchine relativamente grandi, mentre la scelta di macchine più piccole e versatili consente la raccolta su superfici montane con pendenza fino a 30-35°. In situazioni particolari, in alternativa alle spazzolatrici trainate, si possono impiegare spazzolatrici a spalla: la resa è decisamente più bassa, ma in questo modo è possibile lavorare in aree molto impervie o assai piccole, inaccessibili al trattore, dove sono presenti specie donatrici di elevato significato naturalistico i cui semi possono essere impiegati per arricchire altri miscugli.



Figura 1.5 Fase di raccolta del fiorume con la macchina spazzolatrice.

Dopo la raccolta è necessario far essiccare il materiale fino ad una umidità di equilibrio di circa il 3-7% (Scotton *et al.*, 2010). Normalmente non è necessario né opportuno setacciare il fiorume per separare i semi dai residui vegetali e dal fieno: l'esperienza maturata ha infatti dimostrato che in realtà ciò che sembra scarto viene poi spesso aggiunto sotto forma di paglia od altro additivo alle miscele di semina per aumentare le probabilità di successo.

Il prodotto così preparato può essere conservato in sacchi in luoghi freschi e asciutti. Come per tutte le sementi però, la capacità germinativa tende a calare con

il passare del tempo, per cui sarebbe più opportuno raccogliere quantità proporzionate rispetto all'effettivo uso nell'arco di un anno.

Idealmente il fiorume raccolto da un ettaro di prato donatore dovrebbe essere sufficiente per inerbirne uno di superficie nuda. Tuttavia, difficilmente si raggiunge questo obiettivo, soprattutto se si opera in condizioni difficili e/o in montagna. Da altri progetti si è dedotto che la resa produttiva di un prato è infatti fortemente condizionata dal tipo di vegetazione presente e dal periodo di raccolta. In ogni caso, la resa di un prato espressa semplicemente in termini di peso del fiorume per ettaro non basta per definire il successo o l'insuccesso di una raccolta, ma bisogna tener conto anche del numero di semi contenuti in un'unità di peso e della purezza. Solo la caratterizzazione in laboratorio può fornire indicazioni precise sul contenuto in semi e, quindi, suggerire le quantità di fiorume da impiegare negli inerbimenti. Ovviamente, a parità di condizioni, maggiori sono la purezza, il contenuto in semi, il numero di specie presenti ed il tasso di germinazione, più elevato è anche il valore commerciale del fiorume, visto che la sua destinazione finale è proprio la semina. La conoscenza dei parametri sopra descritti è quindi fondamentale per tutelare i diritti degli acquirenti, per definire il prezzo del fiorume e per impostare il corretto utilizzo del fiorume stesso nelle successive fasi di semina, ovvero per determinare la densità di semina per ottenere una buona copertura.

I vantaggi del fiorume, quindi, sono:

- è costituito dal miscuglio di specie naturalmente selezionate che assicura notevoli capacità di adattamento e resistenza agli stress da parte sia delle specie che degli ecosistemi, garantendone la sopravvivenza a lungo termine;
- si può usare per realizzare in un tempo relativamente breve prati del tutto simili a quelli di origine naturale, che non richiedono assidua manutenzione;
- ha costi simili a quelli di miscugli di sementi autoctone di qualità, ma a differenza di questi miscugli è facilmente reperibile (accorciamento filiera produttiva);
- può essere raccolto in prati da fieno o in pascoli senza pregiudicare gli utilizzi consueti; infatti, il taglio del fieno o il pascolo possono essere praticati tenendo conto di una leggera perdita del valore foraggero;

- rappresenta una possibile fonte di reddito integrativa per gli agricoltori incentivando il mantenimento dell'agricoltura estensiva tradizionale.

Per queste ragioni il fiorume è una risorsa importante per le opere di ingegneria naturalistica (Figura 1.6) e per tutti i lavori che comportano inerbimenti estensivi (creazione di prati e pascoli, protezione dei versanti, recupero di cave, bordi stradali, piste da sci ecc.).



Figura 1.6 Inerbimento di una sponda di contenimento con materiale autoctono – St. Moritz (Svizzera).

2. Miscugli *ad hoc* di sementi in purezza → sono miscele costituite da semi di piante autoctone prodotti in campi specializzati di propagazione, trasferendo le normali tecniche colturali alle specie native; la semente ottenuta viene successivamente trattata nei laboratori per ottenere un prodotto finale il più possibile “puro”, ovvero privo di altri semi contaminanti e materiale inerte.

3. Fieno → materiale prodotto in prati seminaturali gestiti a sfalcio dall'uomo con il taglio e l'essiccazione in loco delle piante; è una possibile alternativa perché la sua produzione necessita di attrezzature poco specifiche e conoscenze basilari;

4. Erba verde → è un materiale ottenuto tramite falciatura di praterie con semi maturi, dove, diversamente dal fieno, le piante tagliate vengono raccolte e direttamente trasferite nel sito recettore per l'inerbimento; ovviamente tali azioni devono avvenire in un breve lasso di tempo per evitare che l'erba umida vada incontro a marcescenza;

5. Piantine radicate → sono piante già parzialmente sviluppate (Figura 1.7 A), coltivate appositamente in vivaio in condizioni protette e idonee alle caratteristiche ecologiche della specie; dal loro utilizzo si ha il vantaggio di ottenere un effetto di pronta copertura, anche se spesso questo è frutto di una veloce crescita della porzione epigea a discapito di quella ipogea, causando un minore effetto antierosivo sul suolo;
6. Zolle erbose → sono zolle ottenute dalla semina di semi raccolti in natura o prodotti *ad hoc*, e quindi coltivate in condizioni controllate su opportuni substrati in serra (Figura 1.7 B); anch'esse donano un effetto di copertura immediato e una protezione permanente contro l'erosione;
7. Terreno vegetale → sono porzioni di terreno sciolto o in zolle aventi una ricca banca di semi del suolo, raschiate, asportate o rimosse dal sito donatore e riportate sul sito ricettore.

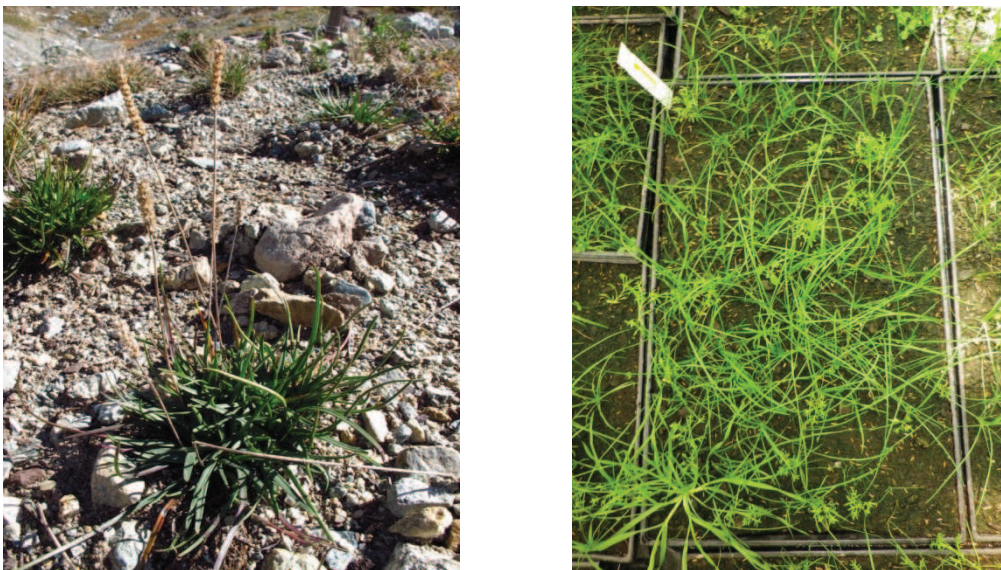


Figura 1.7 (A) Pianta coltivata in vaso e posizionata in natura. **(B)** Coltivazione di zolla erbosa in vivaio.

1.2.2 L'impiego in quota di materiali vegetali autoctoni

I diversi tipi di materiali vegetali elencati in precedenza si associano, in funzione della loro natura, a diverse tecniche di utilizzo nelle aree da inerbire.

Le principali tecniche utilizzate sono (Florineth, 2007; Cogliati, 2008; Scotton *et al.*,

2010, Regione Lombardia, 2011; Ferrario, 2011; Scotton *et al.*, 2012):

- Semina → può essere di vari tipi in relazione alle caratteristiche climatiche ed edafiche del sito da inerbire: a spessore, pacciamate, con copertura in geotessile o con colture di copertura (Figura 1.8 A). È realizzata usando sia miscugli *ad hoc* che fiorume; per quest'ultimo il materiale inerte può fungere da materiale pacciamante per completare la semina (Ferrario, 2011);
- Idrosemina → è il metodo di reinverdimento più economico, adatto a qualsiasi zona e superficie accessibile; viene eseguito con un'apposita attrezzatura (Figura 1.8 B) con la quale viene distribuita sulla superficie una soluzione contenente quanto necessario al ripristino (sementi, fertilizzanti, collanti ecc);



Figura 1.8 (A) Semina a spaglio con copertura di paglia. **(B)** Inerbimento con la tecnica dell'idrosemina.

- Distribuzione di biomassa → in forma di fieno o erba verde, è ricca in propaguli che sono sparsi sulle superfici da inerbire in uno strato spesso alcuni centimetri. Ciò comporta la necessità di spostare ingenti volumi, pesanti carichi e di avere aree donatrici molto più estese delle riceventi, ma si è mostrato un metodo idoneo ed economicamente valido per inerbire, garantendo una buona copertura e la germinazione di un buon numero di specie target, come evidenziano alcune esperienze con erba verde (Bosshard, 2011) e fieno (Rydgren *et al.*, 2010);
- Trapianto di piantine radicate → sono introdotte negli interventi di ripristino in

nuclei di ricolonizzazione sparsi, affiancando la semina e migliorando l'esito dell'inerbimento. In condizioni stazionali critiche, l'impianto di individui già parzialmente sviluppati permette uno sviluppo più rapido della vegetazione e una maggiore resistenza ai fattori ambientali (Scotton *et al.*, 2012);

- Messa in posto di zolle erbose → disposte a tappeto, sono utili per avere un "pronto effetto" in stazioni particolarmente ripide su substrati molto ricchi in scheletro (come generalmente sono quelli alpini), che quindi necessitano di un'immediata e permanente protezione contro l'erosione (Regione Lombardia, 2011; Scotton *et al.*, 2012);
- Riporto di terreno vegetale → ridistribuito in frammenti, permette la copertura di una superficie ricevente estesa. Questa tecnica è particolarmente indicata in aree di elevato valore naturalistico che destinate ad un cambiamento d'uso del suolo o interessate da cantieri temporanei, dove il terreno viene asportato, e una volta completato l'intervento infrastrutturale, può essere riposto in loco (Scotton *et al.*, 2012).

In generale, questi metodi e materiali possono essere applicati in combinazione per consentire una risposta ottimale e flessibile agli svariati siti di ripristino e ai diversi obiettivi dell'intervento (Scotton *et al.*, 2012).

Sebbene l'uso di tali tecniche sia mirato ad una buona riuscita dell'intervento, esistono alcuni svantaggi legati all'uso della maggior parte di questi materiali, relativi all'impossibilità di conoscere con esattezza il contenuto in specie e la capacità germinativa del miscuglio, se non dopo appositi test di germinazione.

Infine bisogna considerare la possibilità offerta dalla ricolonizzazione spontanea; se il suolo è stabile e non a rischio di erosione, e se l'area si trova in prossimità di potenziali fonti di semi, la pioggia di semi provenienti dagli individui circostanti e la banca di semi del suolo hanno un ruolo primario nel garantire il ritorno della vegetazione. Particolare cautela deve però essere usata su terreni disturbati e ricchi di nutrienti, dove neofite invasive e ruderali molto competitive possono diffondersi in maniera incontrollata (Scotton *et al.*, 2012). I processi di ricolonizzazione naturale possono richiedere anche molti anni, specialmente in

ambienti estremi, però garantiscono la strutturazione di una comunità ricca, geneticamente adattata e ad alta biodiversità. Per accorciare questi tempi, quindi, la soluzione migliore è l'impiego di materiali autoctoni.

1.2.3 Quadro normativo per la tutela della biodiversità vegetale e l'uso di materiale autoctono

L'impiego di materiali autoctoni per il ripristino ambientale è trattato da norme a livello internazionale, nazionale e locale.

La produzione e l'impiego di materiale autoctono in interventi di ripristino ambientale è innanzitutto inquadrato nel contesto più ampio della tutela della biodiversità, a cui fanno riferimento numerose leggi. La Convenzione sulla Diversità Biologica di Rio de Janeiro, ratificata da numerose nazioni a livello globale, tra cui l'Italia con la legge n. 124 del 1994, rappresenta la prima iniziativa a scala globale per la conservazione della biodiversità. Introduce i concetti di conservazione *in situ* ed *ex situ*, e stabilisce le linee guida per la salvaguardia degli organismi (CBD, 1992). In modo analogo, la Direttiva 92/43/CEE "Habitat" del 1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e fauna, dispone il controllo dell'introduzione di nuove specie e definisce le Zone Speciali di Conservazione (ZSC) per la tutela degli habitat minacciati e delle specie vegetali e animali più rare. Questa direttiva è stata recepita in Italia con il DPR 357/97, che definisce le liste delle specie per le quali devono essere prese misure di conservazione, vietandone la raccolta, o per le quali deve essere designata una ZSC (APAT, 2006). Nel VI Programma comunitario di azione in materia ambientale, viene chiarito il concetto di specie alloctona invasiva e della necessità del controllo delle esotiche, viene sottolineata l'importanza della conservazione dei genotipi locali delle popolazioni e viene introdotto il concetto di inquinamento genetico intraspecifico (APAT, 2006). A livello regionale, il primo strumento normativo approvato da Regione Lombardia è la "Direttiva sull'impiego di materiali vivi negli interventi di ingegneria naturalistica" del 1997 DGR n. 6/29567/1997, che elenca le specie da utilizzare per i diversi ambienti di intervento, le modalità di esecuzione

dei lavori e gli standard di qualità dei materiali. Successive normative regionali considerano l'uso di materiali autoctoni per il ripristino e gli interventi di ingegneria naturalistica, come ad esempio: il DGR n. 7/2571/2000, che individua la specie da utilizzare, i criteri e le modalità d'impiego; il DGR n. 2752/2011 e la normativa tecnica dei piani cave provinciali del 2011, che vincolano all'uso di materiale autoctono e indicano le modalità del ripristino per l'inerbimento delle aree estrattive dismesse. La legge della Regione Lombardia 31 Marzo 2008, n. 10 "Disposizioni per la conservazione della piccola fauna e della flora spontanea" sostituisce il DGR n. 6/29567/1997, vieta l'introduzione di specie non autoctone negli ambienti naturali e introduce il concetto di autoctonia. Più in particolare definisce le specie autoctone e legifera in relazione alla tutela della biodiversità vegetale istituendo la lista delle specie protette e la lista nera delle specie invasive (Bollettino ufficiale n°14 Regione Lombardia). Riguardo alla commercializzazione di "miscele di sementi per la preservazione" la normativa di riferimento è quella dell'Unione Europea dell'UE 2010/60 che impone regole sia per la produzione coltivazione di sementi autoctone in purezza, sia per la raccolta diretta in natura, e dispone deroghe rispetto alle precedenti direttive relative alla commercializzazione delle sementi di piante foraggere. Questa normativa nello specifico delinea le caratteristiche che devono avere le aree di prelievo del materiale e stabilisce una serie di regole per le indicazioni che devono essere presenti sull'etichetta che lo certifica. Il recepimento in Italia della Direttiva UE 2010/60 è avvenuto col Decreto Legislativo 148/2012.

1.3 Il progetto INSEM

Il programma INTERREG fra Italia e Svizzera è nato dall'esigenza di superare le barriere politiche tra i due stati e favorire la cooperazione transfrontaliera per rispondere alle necessità di salvaguardia ambientale del territorio montano.

Il progetto INSEM "Inerbimenti tecnici: promozione di una filiera transfrontaliera retica sementiera e vivaistica", nell'ambito del programma INTERREG 2007-2013, è stato approvato a dicembre del 2011 con un contributo per la realizzazione pari a 223.000 euro (fonte sito Regione Lombardia).

Il progetto è stato presentato dal capofila Fondazione Minoprio che coordina le attività proprie e dei partner per la parte Italiana, Parco Monte Barro (ente gestore del CFA) e Fondazione Fojanini di Studi Superiori; e per la parte Svizzera società privata Schutz Filisur Samen und Pflanzen.

Il progetto intende promuovere la cooperazione transfrontaliera in campo agricolo avviando la produzione e l'utilizzo di sementi, fiorume, zolle e piante di specie autoctone. Il territorio di intervento è quello a cavallo tra Valtellina e Canton Grigioni, uno dei maggiori comprensori sciistici europei e nel contempo anche una delle aree protette più estese. La presenza nell'areale di siti di alto pregio naturalistico e di grande importanza socio-economica soprattutto per il turismo, richiede iniziative di salvaguardia che possono essere occasione di sviluppo imprenditoriale.

A questo proposito il progetto ha promosso azioni per l'utilizzo di materiale vegetale di specie, popolazioni locali e specifici materiali per la montagna adatti agli inerbimenti tecnici in quota attivando la produzione di fiorume autoctono in alta Valtellina e nel Cantone dei Grigioni, e di sementi in purezza delle specie *Poa alpina*, *Achillea millefolium*, *Phleum rhaeticum* e *Trifolium pratense* subsp. *nivale*.

Questa attività ha permesso l'avvio di una filiera locale di produzione e selezione di sementi (Figura 1.9), nonché interventi di inerbimento tecnico mantenendo e innovando le imprese agricole del territorio. Inoltre, ha consentito lo sviluppo di regole di protezione e risarcimento naturalistico condivise da parte Italiana e Svizzera, favorendo l'integrazione ed i rapporti amministrativi.

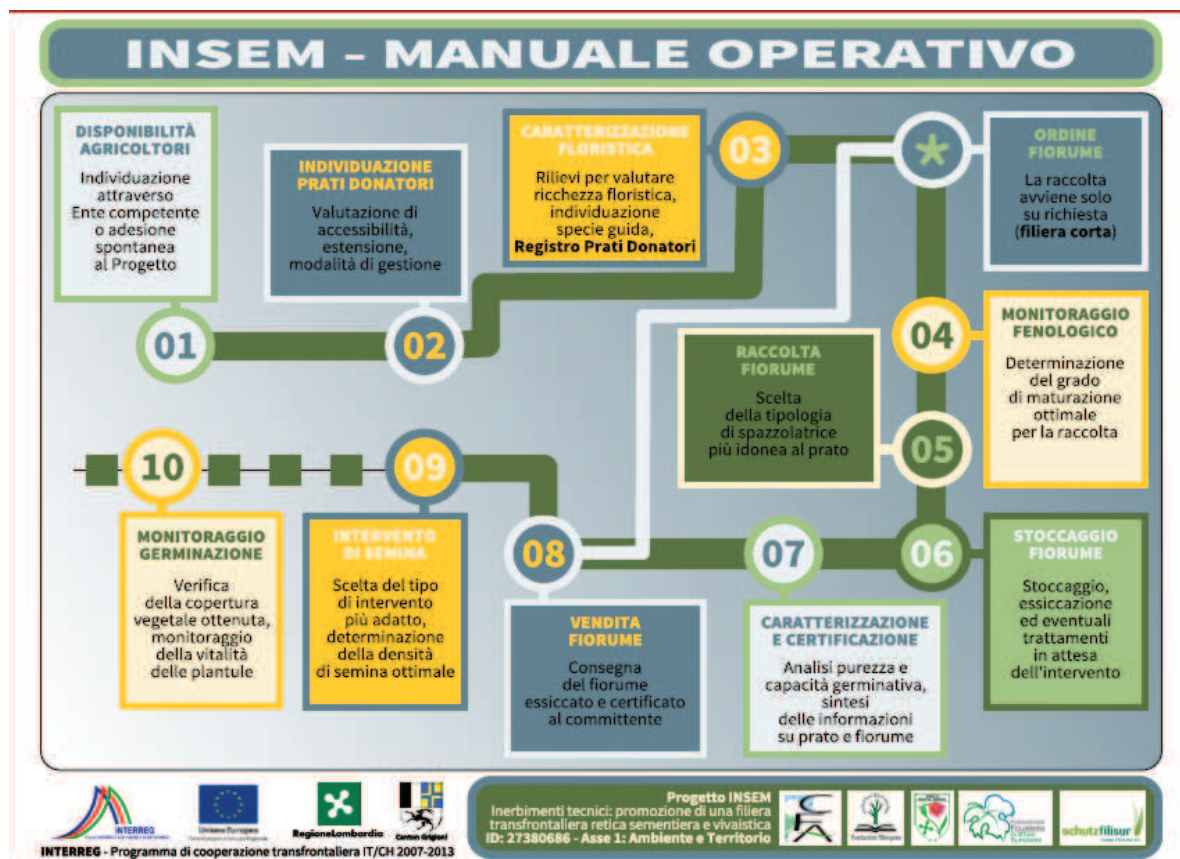


Figura 1.9 Schema di sintesi della filiera per la produzione di fiorume.

1.4 Scopi del lavoro

Il presente studio ha lo scopo di analizzare materiali vegetali autoctoni (fiorume e zolle erbose) prodotti all'interno del Progetto INSEM, per verificare le loro potenzialità e adattabilità d'impiego in un possibile ripristino ambientale, anche ai fini dell'etichettatura a norma di legge.

In particolare, per quanto concerne il fiorume, sono state svolte le caratterizzazioni di vari lotti provenienti da diversi prati donatori, al fine di determinare i seguenti parametri utili per una valutazione qualitativa dei campioni: purezza, germinabilità, contenuto in semi per unità di peso.

Infine, tutti i tipi di materiali sono stati impiegati per un inerbimento sperimentale presso la località di Julierpass (Canton dei Grigioni - Svizzera) realizzato in alta quota per verificare l'efficacia dei materiali stessi nelle condizioni naturali del clima alpino: nel presente lavoro, parte dell'inerbimento è stato sottoposto a monitoraggio.

2 MATERIALI E METODI

2.1 Fiorume

Il fiorume analizzato è stato raccolto da diversi prati stabili da sfalcio (prati donatori) nell'ambito del progetto INSEM, tramite macchina spazzolatrice trainata (Logic, modello MSH 120), al momento della maturazione massima dei semi per le specie predominanti.

Una volta raccolto, il materiale è stato fatto essiccare ed immagazzinato secondo la procedura descritta nel paragrafo 1.2.1.

I dati stazionali e floristici specifici dei prati sono riportati nell' Allegato A, mentre uno schema delle località di origine dei lotti di fiorume trattati è riportato nella seguente Tabella 2.1.

Tabella 2.1 Codici identificativi e località di provenienza dei lotti di fiorume.

CODICE LOTTO FIORUME	LOCALITA'	NAZIONE	DATA RACCOLTA
BOR 01+02	Bormio	Italia	19/07/2013
TEG 01	Teglio	Italia	03/07/2013
CAN 01	Cancano	Italia	21/08/2013
ALVA 01	Alvaschein	Svizzera	23/07/2013
ALVA 02	Alvaschein	Svizzera	23/07/2013

2.2 Caratterizzazione del fiorume

Per l'analisi del fiorume è stato utilizzato il "Test Speditivo per la Caratterizzazione del Fiorume" messo a punto dal CFA (AA. VV., 2011) adattando le procedure previste dall'International Seed Testing Association (ISTA, 1999) e prevedendo la misurazione di:

- purezza del fiorume;
- contenuto in semi per unità di peso;
- tasso di germinazione.

Per l'analisi di tali parametri per ogni lotto analizzato è stato prelevato un campione di fiorume omogeneo, pari a ca. 50 g, da cui sono stati tratti 3 subcampioni di 10 g ciascuno, ponendo cura nel non selezionare fra le diverse frazioni presenti.

Si precisa che non esistono ad oggi procedure standard per la caratterizzazione di tale materiale, sebbene la Direttiva UE/60/2010 (vedi paragrafo 1.2.3), imponga una etichettatura analoga a quella di miscugli e sementi in purezza prodotte *ad hoc*.

2.2.1 Determinazione della purezza

L'analisi della purezza del fiorume ha comportato la determinazione delle percentuali in peso della componente in semi e di quella relativa al materiale inerte (steli, foglie, resti di fiori e frutti, sabbia, materiale inorganico, e così via).

La separazione dei semi dal materiale inerte è stata svolta in laboratorio alternando l'uso di pinzette, setacci con diverso diametro della maglia (Figura 2.1 A) e un soffiatore meccanico (Figura 2.1 B).

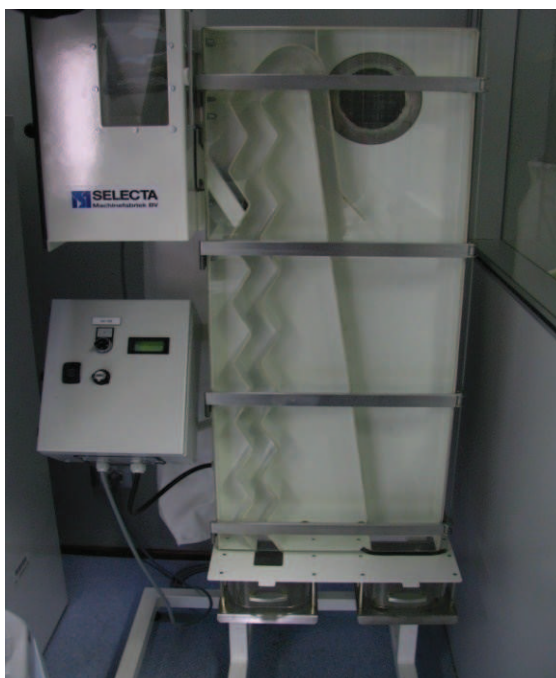


Figura 2.1 (A) Torre di setacci con maglia di diametro decrescente e fondo. **(B)** Soffiatore meccanico “Selecta Gravity Separator Z-1”, dove grazie al flusso d’aria regolabile le frazioni pesanti cadono nel cassetto di sinistra, mentre quelle leggere a destra.

A titolo di esempio si riporta in Figura 2.2 la sequenza di operazioni svolte per la separazione di semi e materiale inerte nei lotti di fiorume.

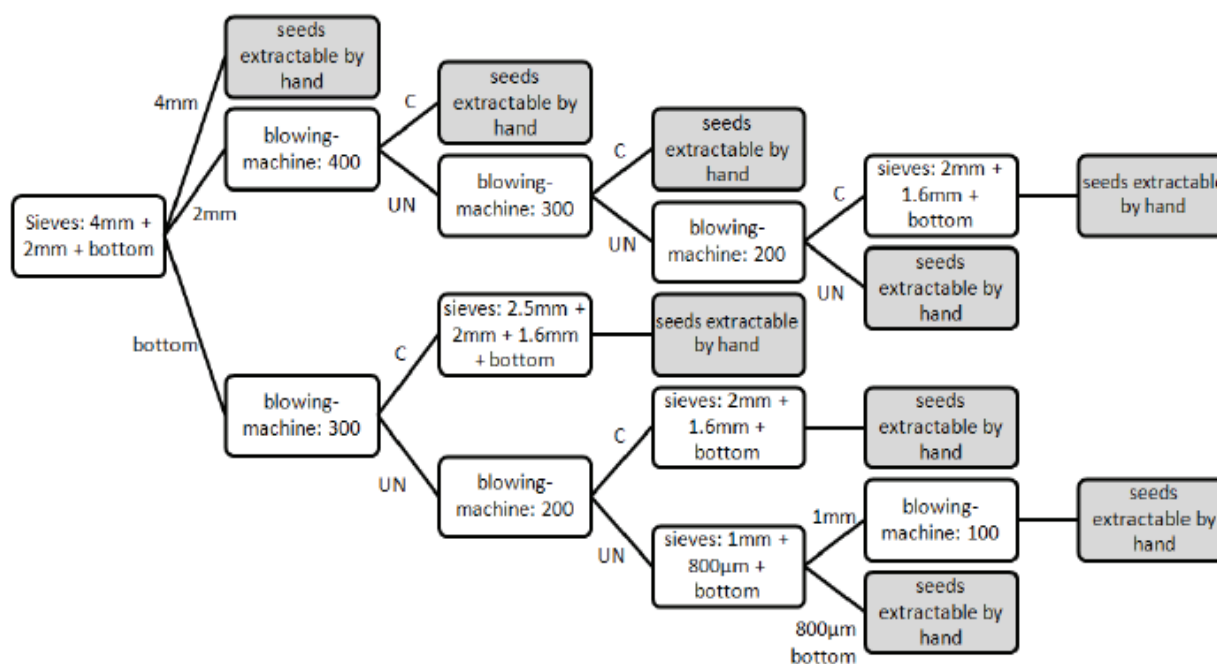


Figura 2.2 Protocollo di pulizia con setacci e soffiatore utilizzato per il fiorume.

Laddove necessario, i semi puliti sono stati osservati con trans-illuminatore, in modo da verificare l'eventuale presenza delle cariossidi all'interno delle glume o di semi morti. Le componenti di ciascun replica (semi e materiale inerte) ottenute sono state pesate con bilancia di precisione (Precisa XB120A - 0,001 g), e i valori delle pesate sono stati utilizzati per il calcolo delle percentuali secondo la seguente formula:

$$\text{percentuale componente} = \frac{\text{peso semi o peso dello scarto corretto} \times 100}{\text{peso totale corretto}}$$

dove per "peso dello scarto corretto" e "peso totale corretto" si intende il valore di pesata reale corretto in funzione dell'eventuale differenza tra il peso campionato e quello ottenuto dalla somma dei pesi delle due componenti, qualora tale differenza non superi il 5%. I valori relativi alla purezza dei lotti di fiorume sono riportati in Tabella 3.1.

2.2.2 Determinazione del contenuto in semi per unità di peso

Il contenuto in semi per unità di peso (grammo) è stato calcolato contando il numero di semi presenti in un campione di peso noto.

I valori ottenuti nei cinque lotti analizzati (tre repliche per ogni lotto) sono riportati in Tabella 3.2.

2.2.3 Determinazione della germinabilità *in vitro*

L'analisi della germinabilità ha come obiettivo la determinazione del massimo potenziale germinativo di ogni lotto di semi in condizioni standard e controllate.

Per lo svolgimento dei test di germinazione sono stati seguiti i protocolli standard previsti dall'ISTA, adattati in base alle indicazioni ricavate dalle precedenti esperienze in riguardo alla germinazione delle sementi autoctone (Ceriani, 2004).

Per ciascun lotto di semi sono state pertanto preparate quattro repliche da cento semi ciascuna da sottoporre al test. I semi sono stati estratti in modo casuale dai campioni di semi puri precedentemente caratterizzati per la determinazione del contenuto in semi. Sono stati quindi posizionati all'interno di piastre Petri (diametro 9 cm) contenenti tre strati di carta da filtro imbevuta di acqua distillata.

Le piastre sono state chiuse con strisce di Parafilm, lasciando una piccola porzione di margine scoperta per permettere l'aggiunta di acqua distillata quando necessario (l'umidità relativa viene mantenuta molto alta). Su ogni Petri è stato riportato il codice del lotto, la data di inizio del test e il numero della replica (Figura 2.3).



Figura 2.3 Piastra Petri identificata con codice del lotto di fiorume, numero della replica e data di inizio del test di germinazione realizzato in camera di crescita.

Le piastre sono quindi state poste nella camera di crescita (Snijders Economic Deluxe, Thermo Lab) in condizioni standard, mantenendo un fotoperiodo di 16 ore di luce e 8 di buio e temperature rispettivamente di 25 e 15°C.

La durata del test di germinazione varia da specie a specie secondo le indicazioni del manuale ISTA (1999) e mediamente è di 30 giorni.

Inoltre, l'ISTA indica anche la frequenza dei controlli: di norma si effettuano due controlli, uno dopo circa una settimana dall'inizio del test (controllo iniziale) e uno al termine del test stesso dopo trenta giorni (controllo finale).

Tuttavia, nel presente studio, è stato ritenuto sufficiente un solo controllo finale al 30° giorno (Figura 2.4) perché, sulla base di esperienze passate sull'andamento germinativo del fiorume, è risultato non necessario rimuovere dalle repliche le plantule già germinate, come proposto dall'ISTA.

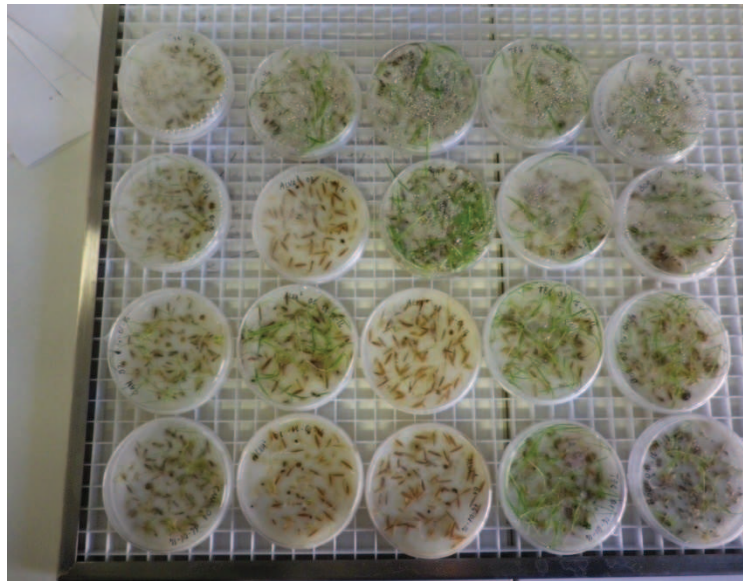


Figura 2.4 Piastre Petri al 30° ed ultimo giorno del test di germinazione *in vitro*.

2.2.4 Determinazione della germinabilità su terriccio

L'analisi della germinabilità su terriccio permette di valutare il massimo potenziale germinativo del lotto di fiorume in condizioni comparabili con una semina in campo. Poiché il fiorume è un materiale eterogeneo, non è possibile utilizzare i comuni test di germinazione con numero noto di semi posti a germinare, e calcolando la percentuale di germinazione finale, come in uso per le sementi in purezza. Si procede piuttosto al conteggio del numero di plantule per unità di superficie, ottenute seminando una densità nota di fiorume integro (semi e materiale inerte).

La densità di semina ottimale è stata calcolata in base alla superficie della replica pari a 1026 m² e avendo come obiettivo finale la germinazione di almeno 8000 plantule/m², valore soglia considerato significativo per il successo dell'inerbimento (Florineth, 2007). Pertanto la densità ottimale di semina del fiorume è stata calcolata secondo la seguente formula:

$$\text{densità di semina} = \frac{\text{numero di semi per grammo}}{\text{numero} \frac{\text{plantule}}{\text{m}^2} \text{consigliato}}$$

Il valore così ottenuto è stato incrementato di un ulteriore 20%, in modo da garantire la possibilità di eseguire i conteggi test, anche in caso di presenza di semi a bassa germinabilità (Ferrario, 2011).

Una volta definita la densità di semina (Tabella 2.2) sono stati preparati i campioni da seminare pesandoli con la bilancia di precisione, preparando tre repliche per ogni singolo lotto e calibrando il peso del singolo campione all'area effettiva di semina. I campioni sono stati seminati in seminiere contenenti terriccio universale.

Tabella 2.2 Densità di semina ottimale dei lotti di fiorume impiegata nel test di germinazione.

CODICE LOTTO FIORUME	DENSITA' OTTIMALE
BOR 01+02	44 g/m ²
CAN 01	42 g/m ²
TEG 01	36 g/m ²
ALVA 01	122 g/m ²
ALVA 02	141 g/m ²

I test sono stati condotti in un tunnel all'aperto (Figura 2.5), a partire dal 5 Maggio 2014 per la durata di trenta giorni ed eseguendo un controllo finale al 30° giorno.



Figura 2.5 Seminiere seminate con i lotti di fiorume per il test di germinazione in terriccio.

Per ciascuna replica sono stati realizzati in modo del tutto casuale tre campionamenti pari a ad un'area di 25 cm² (quadrato di lato 5x5cm - Figura 2.6), all'interno delle quali sono state contate le plantule distinguendo tra monocotiledoni

e dicotiledoni. I dati ottenuti sono stati utilizzati per calcolare il numero medio di plantule totali per unità di superficie (m^2).

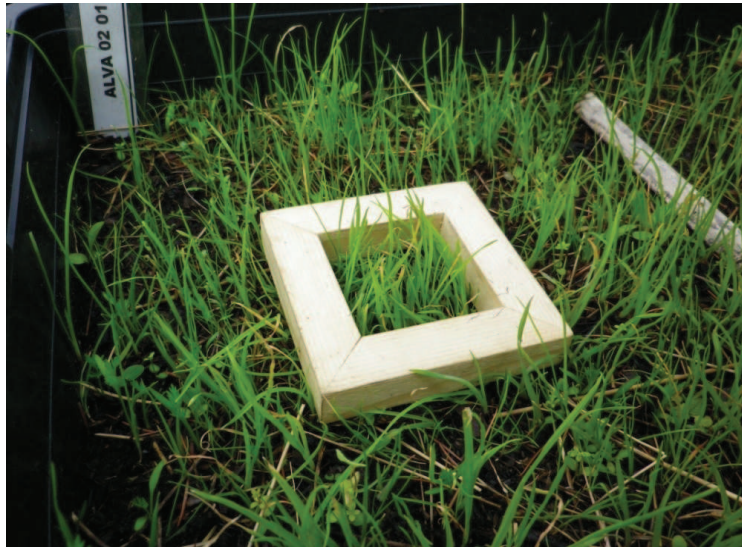


Figura 2.6 Controllo della germinazione del fiorume al 30° giorno tramite il campionamento di un'area di 25 cm^2 .

2.3 Inerbimento di Julierpass

Un inerbimento sperimentale è stato realizzato a Julierpass (Canton Grigioni – CH) nelle aree di cantiere abbandonate dove era richiesta una riqualificazione ambientale d'accordo con le autorità cantonali (Figura 2.7).

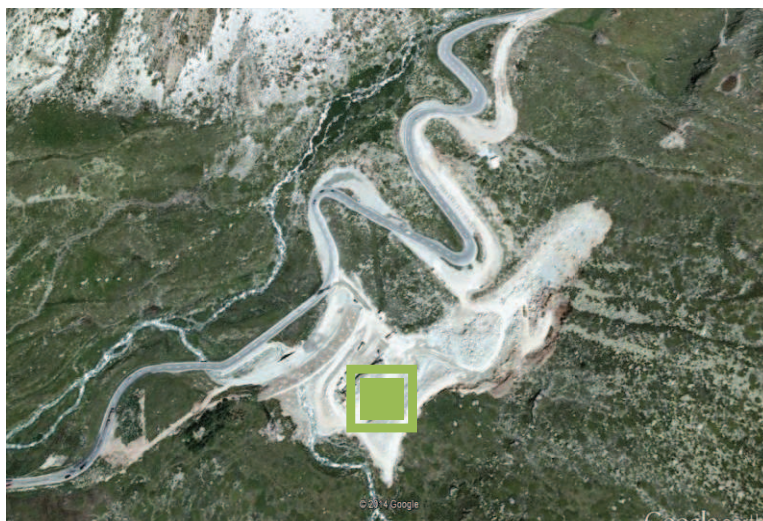


Figura 2.7 Area di inerbimento sperimentale, presso Julierpass (Canton dei Grigioni – Svizzera) a quota 2284 m.s.l.m. Fonte Google Earth.

L'attività ha comportato innanzitutto l'individuazione dell'area su cui svolgere le prove sperimentali d'inerbimento e la scelta del materiale da impiegare. A tal scopo nel mese di Luglio 2013 è stato realizzato un sopralluogo col tentativo di individuare la porzione del sito più omogenea possibile e con meno materiale grossolano in superficie. Una volta individuata l'area, essa è stata suddivisa in sei parcelle, con dimensioni di 7,5x4 m l'una, delimitate tramite l'uso di paletti in legno e filo (Figura 2.8).



Figura 2.8 Paletti in legno e filo utilizzati per delimitare le parcelle da seminare.

Le tesi messe a confronto sono state le seguenti (Figura 2.9):

- una parcella per semina con miscuglio di sementi commerciali alla densità di 15 g/m^2 e pacciamatura con paglia. La densità di semina è stata consigliata dal produttore della semente, la Schutz Filisur Samen ed è così composta: Festuca nigrescens 63%, Trisetum distycophyllum 5%, Achillea moschata 4%, Poa alpina 20%, Plantago serpentina 3%;
- due parcelle per semina con fiorume Cancano (CAN) alle densità di 26 g/m^2 e 36 g/m^2 ;
- due parcelle per semina con fiorume Macov (MACO) alle densità di 44 g/m^2 e 58 g/m^2 .

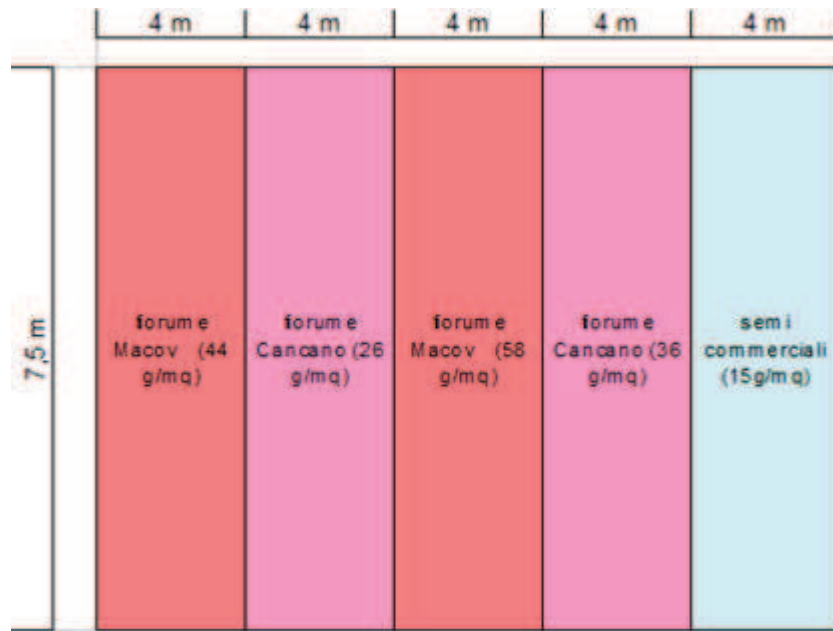


Figura 2.9 Schema della suddivisione in parcelle dell'area che ospita l'inerbimento.

La semina è stata effettuata in data 27/07/2013. Innanzitutto è stato distribuito del concime granulare a lenta scissione (Terra Verda Vorsaadungler - NPK 8.8.9.+1 Mg.) con dose 50 g/m^2 su tutte le parcelle e successivamente un collante post-semina per facilitare l'ancoraggio al suolo. Terminato il lavoro, tutto il sito di prova è stato annaffiato manualmente con l'acqua del torrente in parte all'area.

Nel periodo successivo sono stati effettuati i monitoraggi, con un intervallo di circa quindici giorni (in particolare al 13°-34°-47°-60°-75° giorno dalla semina), fino all'inizio delle precipitazioni nevose. Ogni monitoraggio è stato eseguito in ciascuna parcella effettuando cinque repliche da 225 cm^2 (quadrato di lato 15x15cm Figura 2.10) nelle quali sono stati misurati i seguenti parametri: copertura complessiva, altezza massima della vegetazione, numero di piante graminoidi e non graminoidi e relative coperture. Le repliche sono state posizionate casualmente all'interno della parcella.



Figura 2.10 Fase di monitoraggio dell'inerbimento e dettaglio dell'area di 225cm² utilizzata per il conteggio delle plantule.

2.4 Analisi dei dati

L'analisi dei dati ottenuti dalla caratterizzazione, dai test di germinazione *in vitro* e dal monitoraggio dell'inerbimento di Julierpass, ha previsto l'applicazione di metodi di statistica mediante analisi della varianza (ANOVA). Tutti i confronti sono stati effettuati utilizzando il software Systat 12 (SPSS inc., Chicago, USA). Prima dell'analisi statistica è stata verificata la normalità dei dati e, se necessario, questi sono stati normalizzati mediante apposite trasformazioni. Più precisamente tutti i dati espressi in termini di percentuali sono stati sottoposti alla trasformazione arcseno. In presenza di differenze significative è stato applicato il test post-hoc di Tukey.

Per l'analisi dei risultati ottenuti dalla germinazione in terriccio è stato impiegato il test non parametrico di Kruskal-Wallis, poiché non è stato possibile effettuare alcuna trasformazione di normalizzazione; come test post-hoc è stato eseguito il test di Dunn, con correzione di Bonferroni. Per l'analisi è stato impiegato il software XLStat 12 (Microsoft Office, Redmond USA).

3 RISULTATI

Di seguito si riportano i risultati delle analisi di purezza, contenuto in semi, germinabilità *in vitro* e su terriccio, del monitoraggio dell'inerbimento di Julierpass.

3.1. Analisi della purezza

La purezza media dei lotti di fiorume analizzati, espressa sostanzialmente come percentuale in peso dei semi, è risultata essere del 20,16%, con minimo di 8,62% (lotto ALVA 02) e massimo del 41,51% (lotto BOR 01+02).

Corrispondentemente a questi dati, la percentuale media in peso di materiale inerte nei lotti è stata del 79,84%, con minimo di 58,49% (lotto BOR 01+02) e massimo di 91,38% (lotto ALVA 02).

In Tabella 3.1 sono mostrati i valori medi del parametro purezza, mentre i dettagli sono riportati nell'Allegato B.

Tabella 3.1 Valori medi di purezza dei lotti di fiorume.

CODICE LOTTO FIORUME	REPLICHE	PESO SEMI (g)	PESO SCARTO (g)	TOTALE (g)	% SEMI	% INERTE
BOR 01+02	3	2,41	7,33	9,74	24,84	75,16
CAN 01	3	1,50	8,37	9,86	15,18	84,82
TEG 01	3	2,55	7,17	9,72	26,26	73,74
ALVA 01	3	2,28	7,60	9,88	23,09	76,91
ALVA 02	3	1,13	8,73	9,86	11,43	88,57
MEDIA		1,97	7,84	9,81	20,16	79,84

L'analisi comparativa (ANOVA) della purezza dei diversi lotti di fiorume non ha mostrato differenze significative (Tabella 3.2).

Tabella 3.2 Risultati ottenuti dall'ANOVA riguardo al parametro purezza; *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; ns = non significativo.

	LOTTO	REPLICHE	MEDIA VALORI %	ERRORE STANDARD	F-RATIO	PROBABILITA'	
% SEMI PURI	BOR 01+02	3	24,84	8,35	3,167	0,063	ns
	CAN 01	3	15,18	0,67			
	TEG 01	3	26,26	1,28			
	ALVA 01	3	23,09	2,00			
	ALVA 02	3	11,43	2,36			
% MATERIALE INERTE	BOR 01+02	3	75,16	8,35	3,167	0,063	ns
	CAN 01	3	84,82	0,67			
	TEG 01	3	73,74	1,28			
	ALVA 01	3	76,91	2,00			
	ALVA 02	3	88,57	2,36			

3.2 Analisi del contenuto in semi per unità di peso

Il contenuto medio in semi per unità di peso è stato di 186 semi/g, con valore minimo di 57 semi/g (lotto ALVA 02) e massimo di 464 semi/g (lotto BOR 01+02).

In Tabella 3.3 sono schematizzati i valori medi del parametro peso in semi, mentre i dettagli sono riportati nell'Allegato C.

Tabella 3.3 Valori medi di purezza dei lotti di fiorume.

CODICE LOTTO FIORUME	REPLICHE	N° TOTALE SEMI	N° SEMI/GRAMMO	PESO DEI SEMI PER GRAMMO (IN mg)
BOR 01+02	3	2636	272	3,68
CAN 01	3	2266	230	4,35
TEG 01	3	2696	278	3,60
ALVA 01	3	786	79	12,66
ALVA 02	3	693	70	14,29
MEDIA		1815	186	7,71

L'analisi comparativa (ANOVA) ha mostrato differenze tra i lotti esaminati con contenuto in semi per unità di peso significativamente inferiore nei lotti ALVA 01 e ALVA 02, rispetto agli altri lotti (Tabella 3.4 e Figura 3.1).

Tabella 3.4 Risultati ottenuti dall'ANOVA riguardo al contenuto in semi per unità di peso;

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; ns = non significativo.

	LOTTO	REPLICHE	MEDIA VALORI	ERRORE STANDARD	F-RATIO	PROBABILITA'	
N° SEMI/GRAMMO	BOR 01+02	3	272	97,14	14,425	0,000	***
	CAN 01	3	230	11,87			
	TEG 01	3	278	36,16			
	ALVA 01	3	79	5,72			
	ALVA 02	3	70	9,66			

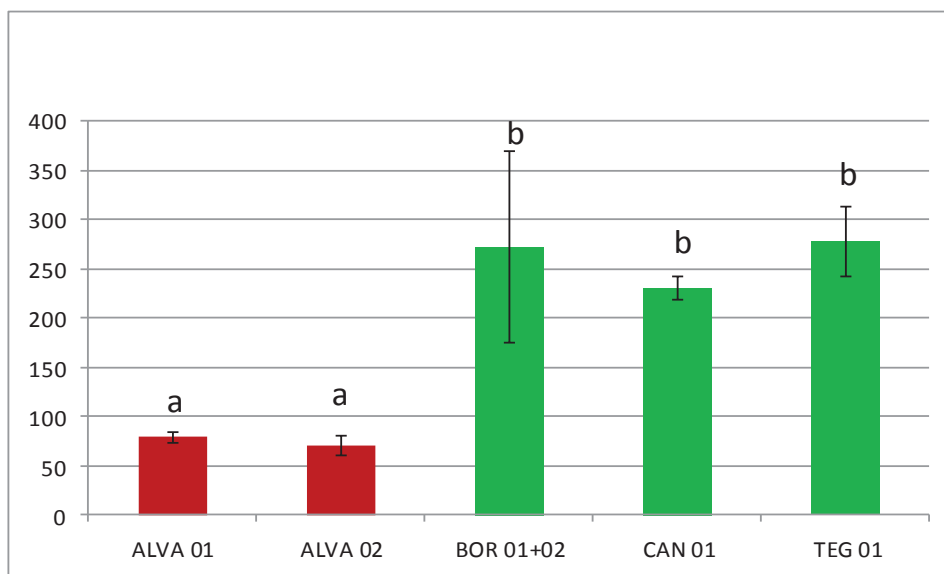


Figura 3.1 Confronto dei valori del contenuto in semi per unità di peso. Valori medi delle 3 repliche \pm SE.

3.3 Analisi del tasso di germinazione *in vitro*

Il tasso medio di germinazione *in vitro* (espresso in %), ottenuto al termine del test è stato pari al 30,25%, con un minimo di 0% (lotto ALVA 02) e un massimo di 50% (lotto TEG 01).

Si riporta che in alcune repliche dello stesso lotto di fiorume, come per esempio ALVA 01, è stata riscontrata una notevole variazione del tasso di germinazione (Figura 3.2). In Tabella 3.5 sono schematizzati i valori medi ottenuti dal conteggio finale mentre i dettagli del test sono riportati nell'Allegato D.

Tabella 3.5 Schema dei valori medi di germinazione in Petri dei lotti di fiorume.

CODICE LOTTO FIORUME	REPLICHE	% GERMINAZIONE FINALE (MEDIA)
BOR 01+02	4	30,75
CAN 01	4	31,00
TEG 01	4	41,75
ALVA 01	4	30,25
ALVA 02	4	17,50
MEDIA		30,25

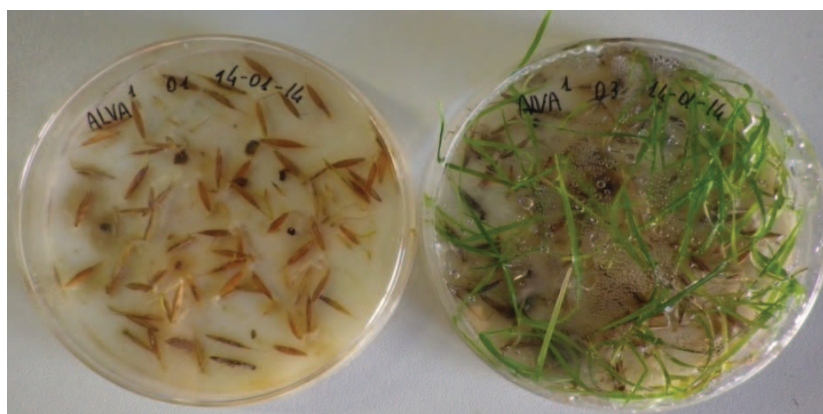


Figura 3.2 Dettaglio di due repliche (01 e 03) dello stesso lotto di fiorume ALVA 01 che hanno mostrato un tasso di germinazione chiaramente differente.

Per quanto riguarda questo parametro, l'analisi della varianza non ha mostrato differenze significative tra i lotti (Tabella 3.6).

Tabella 3.6 Risultati ottenuti dall'ANOVA per il test di germinazione *in vitro*;

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; ns = non significativo.

	LOTTO	REPLICHE	MEDIA VALORI %	ERRORE STANDARD	F-RATIO	PROBABILITA'	
% GERMINAZIONE IN VITRO	BOR 01+02	4	30,75	1,89	2,470	0,089	ns
	CAN 01	4	31,00	1,68			
	TEG 01	4	41,75	4,25			
	ALVA 01	4	30,25	7,43			
	ALVA 02	4	17,50	7,24			

3.4 Analisi del tasso di germinazione su terriccio

Il tasso medio, di germinazione su terriccio (espresso in plantule/m²), ottenuto al termine del test è stato pari a 13.342 plantule/m², con un minimo di 2.800 plantule/m² (lotto CAN 01) e un massimo di 30.800 plantule/m² (lotto ALVA 01, Figura 3.3).

L'analisi della composizione in monocotiledoni e dicotiledoni delle plantule germinate mostra che al termine del test prevalgono le monocotiledoni con una presenza media in percentuale pari all' 87,14%, contro un valore del 12,86% delle dicotiledoni (t-test: $p < 0,000$ ***, dati non mostrati; Allegato E).



Figura 3.3 Dettaglio del conteggio del lotto ALVA 01 replica 01.

Come descritto nel paragrafo 2.4, per l'analisi dei dati di germinazione in terriccio è stato impiegato il test non parametrico di Kruskal-Wallis. Questo test ha mostrato differenze significative tra i lotti di fiorume: in particolare CAN 01 ha mostrato una germinazione significativamente minore rispetto a ALVA 01 e ALVA 02 (Tabella 3.7 e Figura 3.4).

Tabella 3.7 Risultati ottenuti dal test di Kruskal-Wallis con i dati di germinazione su terriccio, dove secondo la correzione di Bonferroni il valore di significatività è $< 0,005$.

	LOTTO	REPLICHE	MEDIANA PLANTULE/mq	Valore K	PROBABILITA'
% GERMINAZIONE SU TERRICCIO	BOR 01+02	9 (3x3)	13244	25,374	<0,001
	CAN 01	9 (3x3)	4222		
	TEG 01	9 (3x3)	12889		
	ALVA 01	9 (3x3)	17156		
	ALVA 02	9 (3x3)	19200		

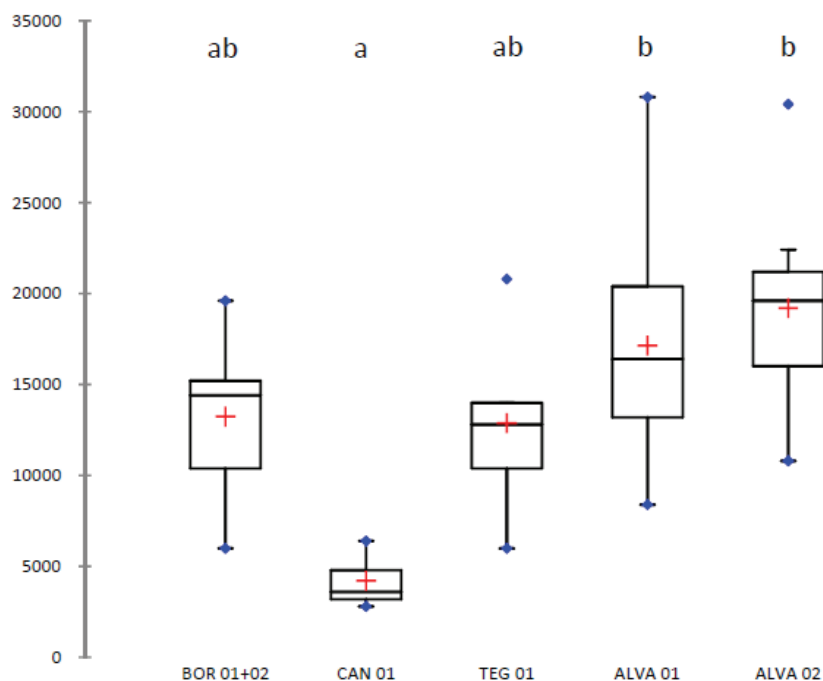


Figura 3.4 Diagramma boxplot del tasso di germinazione su terriccio.

3.5 Inerbimento di Julierpass

I dati acquisiti dal monitoraggio dell'inerbimento di Julierpass di cui al paragrafo 2.3, sono riportati in dettaglio nell'Allegato F.

In Tabella 3.8 sono riportati i risultati di tutti i parametri monitorati fino al 75° giorno dalla semina, e precisamente: copertura totale, altezza massima, n° plantule/m² e copertura suddivisa in graminoidi e dicotiledoni.

Tabella 3.8 Risultati medi dei parametri ottenuti dal monitoraggio dell'inerbimento al 75° giorno dalla semina.

	LOTTO	COPERTURA %	H MAX (cm)	N° GRAMINOIDI/m ²	COP % GRAMINOIDI	N° DICOTILEDONI/m ²	COP % DICOTILEDONI
MONITORAGGIO 75° GIORNO	MAC 44	12	3	3342	10	542	2
	CAN 26	1	2	507	1	71	0
	MAC 58	9	3	2151	9	373	1
	CAN 36	4	4	809	3	89	1
	MIX 15	55	9	4267	55	27	0

L'analisi statistica è stata effettuata su tutti i parametri relativi all'ultimo conteggio condotto al 75° giorno dalla semina. In Tabella 3.9 sono riportati i risultati. Nel dettaglio l'analisi comparativa ha mostrato differenze significative per tutti i parametri, ad eccezione della copertura % in dicotiledoni.

Per i parametri di copertura totale, altezza massima e copertura in graminoidi, i valori osservati per le sementi commerciali (MIX 15) sono risultati significativamente più elevati rispetto a quanto ottenuto con i lotti di fiorume. Tuttavia tra questi ultimi, i lotti MAC 44 e MAC 58 hanno evidenziato un numero di dicotiledoni significativamente più elevato e pari rispettivamente a 542 e 373 plantule/m².

Inoltre anche per quanto riguarda il n° di graminoidi, i medesimi lotti di fiorume mostrano performances statisticamente analoghe a quelle delle sementi commerciali.

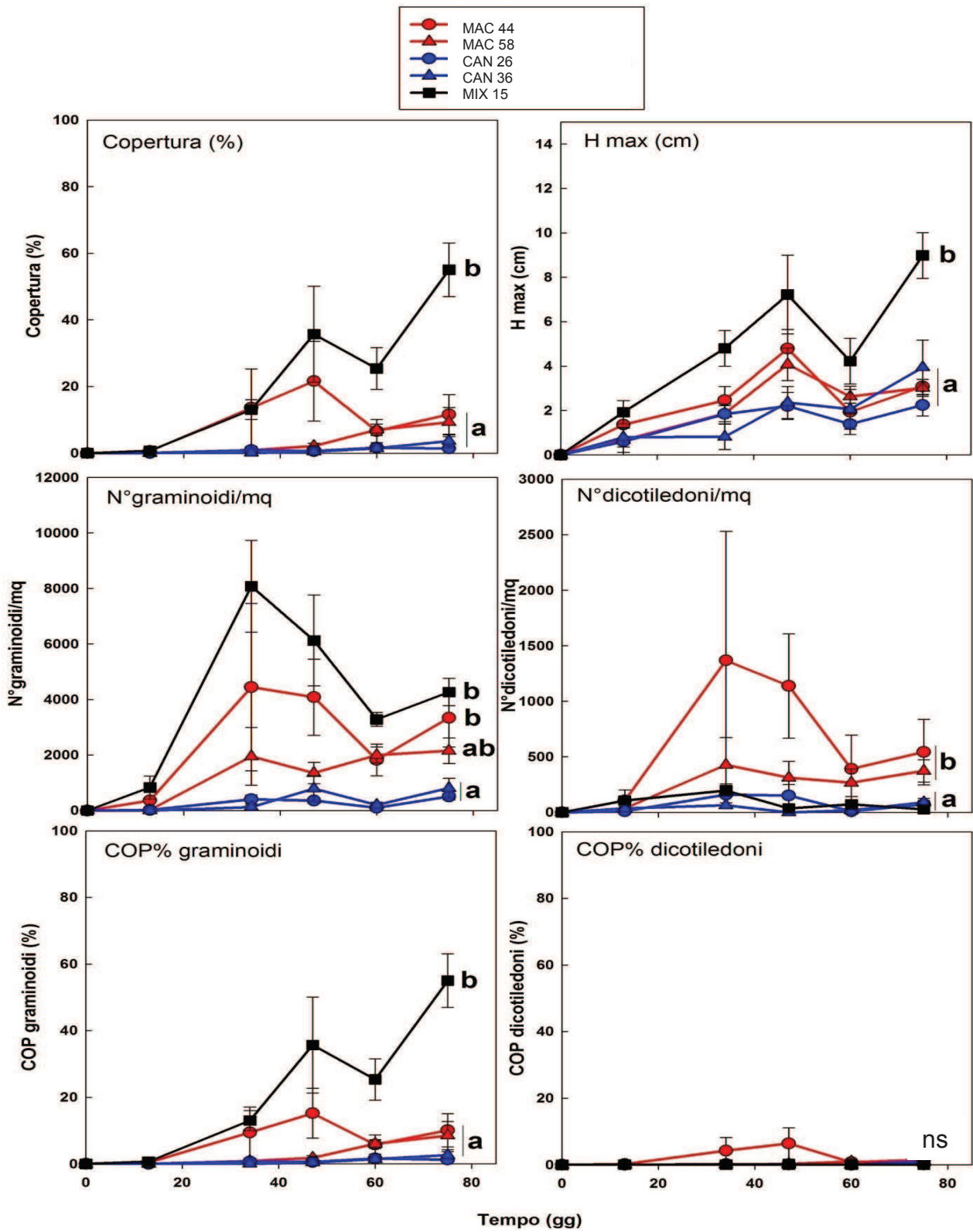


Figura 3.5 Sintesi dei dati del monitoraggio dell'inerbimento di Julierpass.

Tabella 3.9 Risultati ottenuti dall'ANOVA riguardo ai parametri monitorati nell'ultimo conteggio del sito d'inerbimento; *** p< 0.001; ** p< 0.01; * p< 0.05; ns = non significativo.

PARAMETRO	LOTTO	MEDIA VALORI	ERRORE STANDARD	F-RATIO	PROBABILITA'	
COPERTURA %	MAC 44	11,6	7,61	18,201	0,000	***
	CAN 26	1,4	0,51			
	MAC 58	9,3	5,62			
	CAN 36	3,6	2,39			
	MIX 15	55,0	10,40			
ALTEZZA MAX (cm)	MAC 44	3,1	0,92	10,602	0,000	***
	CAN 26	2,2	0,63			
	MAC 58	3,0	0,49			
	CAN 36	3,9	1,59			
	MIX 15	9,0	1,33			
N° GRAMINOIDI/mq	MAC 44	3342	1353,60	9,154	0,000	***
	CAN 26	507	163,90			
	MAC 58	2151	597,55			
	CAN 36	809	450,84			
	MIX 15	4267	635,83			
COPERTURA % GRAMINOIDI	MAC 44	10,1	6,44	20,392	0,000	***
	CAN 26	1,3	0,54			
	MAC 58	8,5	5,51			
	CAN 36	2,6	1,43			
	MIX 15	55,0	10,41			
N° DICOTILEDONI/mq	MAC 44	542	380,34	2,928	0,047	*
	CAN 26	71	42,94			
	MAC 58	373	129,07			
	CAN 36	89	48,01			
	MIX 15	27	14,05			
COPERTURA % DICOTILEDONI	MAC 44	1,5	1,22	1,006	0,428	ns
	CAN 26	0,1	0,12			
	MAC 58	0,8	0,16			
	CAN 36	1,0	1,28			
	MIX 15	0,0	0,02			

4 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

4.1 Fiorume

4.1.1 Analisi della purezza

I lotti di fiorume esaminati sono caratterizzati da valori di purezza senza differenze significative, con una percentuale media in semi pari al 20,16%, inferiore a quella ottenuta da passate caratterizzazioni di fiorumi, attestatasi al 34,48% (presso CFA). Per il fiorume non esistono normative o linee guida che indicano valori soglia per questo o per altri parametri. Inoltre, per definizione il fiorume è un miscuglio di semi e residui vegetali vari, la cui separazione non risulta comunque vantaggiosa ai sensi dell'utilizzo finale negli inerbimenti (vedi paragrafo 1.2). Considerato poi che tale materiale viene normalmente utilizzato in interventi di idrosemina e che nelle miscele viene normalmente aggiunto ai semi anche un pacciamante (fieno o paglia), la rimozione dello scarto diviene sostanzialmente un'operazione inutile.

L'unico trattamento che il fiorume deve subire per essere compatibile con i macchinari impiegati per l'idrosemina, rimane pertanto solo l'omogeneizzazione del materiale inerte con una sua riduzione ad una lunghezza massima di circa 10 cm.

E' infine opportuno sottolineare che nel caso di lotti di fiorume fortemente impuri, è comunque possibile garantire la riuscita degli inerbimenti calcolando la densità di semina ottimale, come si dirà meglio in seguito.

In assenza di parametri di riferimento ufficiali, le esperienze note hanno permesso di evidenziare che la purezza del fiorume è strettamente dipendente dalle modalità di raccolta e in particolare dai macchinari impiegati e dal periodo di raccolta: il fiorume raccolto in corrispondenza del primo taglio del fieno risulta più puro rispetto a quello prodotto in corrispondenza del secondo sfalcio.

4.1.2 Analisi del contenuto in semi per unità di peso

L'analisi dei lotti di fiorume esaminati presenta un contenuto medio in semi per unità di peso di 186 semi/g, pari a circa la metà del contenuto medio (398 semi/g) calcolato sul del totale dei campioni di fiorume analizzati presso il CFA nei diversi progetti realizzati. Questa differenza è dovuta al fatto che i prati di montagna sono tendenzialmente meno produttivi in termini di semi rispetto ai prati pianura che sono stati per lo più analizzati.

In questo caso nei lotti di ALVA 01 e ALVA 02 si è riscontrato un contenuto in semi per unità di peso significativamente inferiore rispetto agli altri. Questo conferma che il contenuto in semi per unità di peso è influenzato dal momento di raccolta, che nel caso di ALVA 01 e 02 è stata realizzata appena dopo il momento ottimale a causa delle condizioni metereologiche. Questo risultato conferma l'importanza di raccogliere nel momento di massima maturazione dei semi delle specie target presenti nel sito.

4.1.3 Analisi del tasso di germinazione *in vitro*

Dall'analisi del tasso di germinazione è stato ottenuto un tasso medio pari al 30,25%, i lotti non mostrano nessuna differenza significativa tra loro. Per le specie autoctone non selezionate, si accettano comunemente valori soglia per la germinazione pari ad almeno il 50%, livello a cui la semente si ritiene "buona da seminare" (Florineth, 2007).

Nessun lotto esaminato ha raggiunto tale soglia e ciò può essere imputabile innanzitutto al fatto che i semi provenienti da prati naturali non sono selezionati per la produzione di semi da commercializzare. Una seconda motivazione è rappresentata dalle condizioni standard impiegate che si basano sulle procedure ISTA, che richiedono temperature diurne e umidità relativa particolarmente elevate per tutta la durata dei test. Altri aspetti critici legati alle modalità di esecuzione del test di germinazione riguardano la sua durata (30 giorni), difatti potrebbe impedire la germinazione di tutti i semi esaminati, con evidente sottostima del tasso di

germinazione. Per questa ragione per il fiorume si ritengono più attendibili i risultati dei test in terriccio espressi in termini di densità di plantule germinate (vedi paragrafo 3.4).

4.1.4 Analisi del tasso di germinazione su terriccio

La germinazione del fiorume in terriccio ha raggiunto valori medi pari a 13.342 plantule/m². Tutti i lotti ad accezione di CAN 01, hanno superato la soglia di 8.000 plantule/m², che, come detto, viene considerato valore minimo a garanzia del successo dell'inerbimento (Florineth, 2007).

Ciò ha permesso di ricalcolare la densità ottimale di semina secondo la seguente equazione:

$$\text{densità di semina ottimale } \left(\frac{g}{m^2}\right) = \frac{\text{plantule richieste } \left(\frac{\text{plantule}}{m^2}\right)}{\text{plantule ottenute per g di fiorume } \left(\frac{\text{plantule}}{g}\right)}$$

dove:

$$\text{plantule ottenute per g di fiorume } \left(\frac{\text{plantule}}{g}\right) = \frac{\text{plantule ottenute } \left(\frac{\text{plantule}}{m^2}\right)}{\text{densità di semina iniziale } \left(\frac{g}{m^2}\right)}$$

Nella Tabella 4.1 si riportano i valori di densità ottimale ricalcolati (g/m²).

Tabella 4.1 Sintesi delle densità di semina ottimali ricalcolate.

CODICE FIORUME	DENSITA' DI SEMINA INIZIALE (g/m ²)	PLANTULE OTTENUTE (plantule/m ²)	PLANTULE OTTENUTE PER GRAMMO DI FIORUME (plantule/g)	DENSITA' DI SEMINA OTTIMALE RICALCOLATA (g/m ²)
BOR 01+02	4,51	13244	2937	2,72
CAN 01	4,31	4222	980	8,17
TEG 01	3,65	12889	3531	2,27
ALVA 01	12,52	17156	1370	5,84
ALVA 02	14,52	19200	912	8,77
MEDIA	7,90	13342	1946	5,55

E' da evidenziare che per i lotti di BOR 01+02, TEG 01, ALVA 01 e ALVA 02 la densità ottimale ricalcolata è inferiore rispetto alla densità iniziale, mentre per quanto riguarda CAN 01 si è ottenuto un valore più alto.

In tutti i casi, i valori calcolati sono compatibili con quanto consigliato per i miscugli commerciali, dimostrando che il fiorume costituisce una valida alternativa negli inerbimenti tecnici.

Per quanto riguarda la composizione floristica delle plantule germinate, è stata osservata una netta predominanza delle monocotiledoni; ciò si può spiegare in quanto:

- la raccolta del fiorume in corrispondenza del primo sfalcio viene di norma effettuata con l'obiettivo primario di raccogliere i semi di queste specie (specie target), che costituiscono la struttura portante del prato che si ricostituirà con l'inerbimento;
- specie dicotiledoni presentano spesso germinazione tardiva dovuta a fenomeni di dormienza più o meno marcati.

Inoltre, il carattere speditivo del test condotto non permette di registrare e monitorare la germinazione delle specie tardive (AA. VV., 2011). In caso di reale carenza di dicotiledoni, è comunque possibile arricchire il miscuglio con fiorume raccolto in corrispondenza del secondo taglio o con sementi in purezza.

4.2 Inerbimento di Julierpass

L'inerbimento di Julierpass ha permesso di mettere a confronto differenti densità di semina di due lotti di fiorume con un miscuglio di sementi commerciali di alta qualità. Il dato di copertura complessiva ottenuto al 75° giorno indica come, sul breve termine, il miscuglio commerciale mostri prestazioni migliori nella capacità di coprire la superficie da inerbire rispetto al fiorume. Tuttavia per le sementi è stata realizzata un pacciamatura con paglia che probabilmente ha favorito l'accrescimento delle plantule nelle prime settimane di vita. Questo accorgimento non è stato preso per le prove con fiorume, ritenendo sufficiente il materiale inerte già presente nel miscuglio. I risultati ottenuti mostrano che, date le condizioni

ambientali estreme del sito d'intervento, sarebbe stato opportuno aggiungere ulteriore materiale pacciamante anche al fiorume. Ciò sembra confermato anche dal fatto che in almeno due lotti di fiorume il n° di graminoidi/m² è statisticamente identico a quello del miscuglio commerciale: in presenza di una pacciamatura maggiore è ragionevole ritenere che tali plantule avrebbero potuto svilupparsi meglio ottenendo migliori risultati in termini di copertura e altezza.

Per quanto riguarda invece la ricchezza di specie germinate, si evidenzia come il fiorume consenta uno sviluppo maggiore delle dicotiledoni nell'area inerbita, almeno in termini di numero per unità di superficie: sebbene non mostrino una copertura elevata, probabilmente per le ragioni descritte sopra, queste specie garantiscono la possibilità di uno sviluppo nell'anno successivo, assicurando così un buon livello di biodiversità già dai primi mesi successivi all'inerbimento.

Il monitoraggio realizzato riguarda comunque la prima stagione vegetativa: risulta utile poter proseguire i monitoraggi negli anni successivi per valutare come nel medio-lungo periodo le differenti tesi messe a confronto possono garantire un inerbimento di successo in un'area che presenta condizioni ambientali così estreme.

4.3 Conclusioni e prospettive

Lo studio condotto ha permesso di applicare il test speditivo messo a punto dal CFA per l'analisi dei lotti di fiorume, non esistendo per questo materiale procedure, protocolli o normative di riferimento per la sua caratterizzazione. Il confronto di differenti lotti di fiorume ha evidenziato la dipendenza del contenuto in semi per unità di peso da fattori legati alla raccolta del materiale dai prati donatori, ai macchinari impiegati e al periodo di raccolta. L'analisi della germinazione in vitro ha confermato la non adeguatezza dei protocolli ISTA per la definizione della germinabilità del fiorume, come peraltro già osservato più in generale per le specie autoctone (Binda, 2014; Crimella, 2013). Al contrario la germinabilità su terriccio espressa sotto forma di numero di plantule per unità di superficie sembra essere più adeguata: questo test, nel presente studio ha mostrato per la maggior parte dei

lotti una germinazione più elevata del previsto ottenendo un n° di plantule/m² superiore al valore di riferimento di 8.000 plantule/m², consentendo di ricalcolare la densità ottimale di semina del fiorume, ed ottenere una densità inferiore rispetto a quella impiegata in partenza. La densità ottimale di semina del fiorume così ottenuta è inoltre risultata comparabile a quella delle sementi commerciali in purezza, rendendo tale miscuglio potenzialmente competitivo sul mercato.

Il monitoraggio dell'inerbimento di Julierpass ha permesso di evidenziare che:

- nonostante miscugli di sementi commerciali di qualità abbiano la possibilità di creare una maggior copertura nel breve periodo, l'impiego del fiorume consente di garantire una maggior presenza di specie dicotiledoni, che vanno ad arricchire la composizione di specie del sito inerbito;
- quanto al punto precedente è riferito solo al primo anno dalla semina: resta pertanto da valutare il comportamento sul medio termine tenendo conto del globale sviluppo di una vegetazione compatibile e integrata con quanto presente nell'area d'intervento;
- in condizioni estreme quali quelle di quota qui esaminate, è opportuno aggiungere paglia o altro pacciamante al fiorume come in uso per i miscugli commerciali.

Infine, l'assenza di una specifica normativa e di punti di riferimento procedurali formali colloca questa indagine in un contesto più ampio, in cui il CFA, insieme ad altri istituti nazionali e internazionali, sta tentando di mettere a punto idonee prove speditive per caratterizzare il fiorume anche ai fini di una sua commercializzazione, a fronte di una sua reale e comprovata efficacia negli inerbimenti.

5 BIBLIOGRAFIA

- AA. VV. (2011). Progetto RISPOStA. Relazione tecnica, inedita.
- APAT (2006). *Manuale per la raccolta, studio, conservazione e gestione ex situ del germoplasma*. Manuali e Linee Guida, 37. Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, Dipartimento Difesa della Natura, Servizio Parchi e risorse naturali. 248 pp.
- Binda, F., (2013). *Caratterizzazione di sementi di specie autoctone secondo protocolli ISTA (International Seed Testing Association)*. Tesi di Laurea Triennale in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente. Università degli Studi Milano – Bicocca. (a.a. 2012-2013).
- Bosshard, A. (2011). *Developments of hay grass seeding (direct seeding) in Switzerland*. Atti International conference "Using species rich semi-natural grassland to obtain seed for the restoration of degraded areas" – Agricultural Faculty, Legnaro (PD – Italy) 21-22.09.2011: 58-61.
- Bottinelli, A. (2008). *Caratterizzazione di prati stabili prealpini utilizzabili quali prati donatori per la raccolta meccanizzata di fiorume*. Tesi di Laurea Triennale in Scienze Ambientali. Università degli Studi dell'Insubria, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Como (a.a. 2007-2008).
- CBD (1992). *Convention on Biological Diversity*. Rio de Janeiro, Brasile. <http://www.biodiv.org/convention/>.
- Ceriani, R. M. (2004). *Protocollo del test di germinazione ISTA secondo la metodologia Jacobsen*. Relazione tecnica, inedita.
- Cogliati, A. (2008). *Caratterizzazione comparativa di sementi di specie autoctone riprodotte ex situ per interventi di ripristino ambientale*. Tesi di Laurea Triennale in Scienze Ambientali. Università degli Studi dell'Insubria, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Como (a.a. 2007-2008).
- Crimella, D., (2013). *Caratterizzazione comparativa di sementi di specie autoctone riprodotte ex situ e fiorume utilizzabili per interventi di ripristino ambientale*. Tesi di Laurea Triennale in Scienze Naturali. Università degli Studi di Milano, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Milano.

- Ferrario, A. (2011). *Impiego di fiorume (hay-seed) in interventi di conservazione e ripristino ambientale nella fascia montano-alpina delle Alpi Lombarde*. Tesi di Laurea Magistrale in Analisi e Gestione delle Risorse Naturali. Università degli Studi dell'Insubria, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Varese (a.a. 2010-2011).
- Florineth F., 1982. *Bergrunungen von Erosionszonen im Bereich und Uber der Waldgrenze*. Zeitschrift fur Vegetationstechnik 5: 20-.24
- Florineth, F. (2007). *Piante al posto del cemento. Manuale di Ingegneria Naturalistica e Verde Tecnico*. Il Verde Editoriale, Milano. 280 pp.
- Graiss W., Krautzer B., 2007. *Inerbimenti idonei al sito su piste da sci: nuovi sviluppi nel campo dei miscugli e metodi*. Research and education Centre for Agriculture Raumberg-Gumpenstein. Department for Vegetation Management in Alpine Regions.
- ISTA (1999). *International rules for seed testing*. Seed Science and Technology, 27 (supplement).
- Kock L., 1975. *Pflanzenbestande von Schipisten in Beziehung zu Einsaat und Kontaktvegetation*. Rasen, Turf, Gazon 6:120-106.
- Krautzer, B., Peratoner, G., Bozzo, F. (2004). *Specie erbacee idonee al sito*. Produzione del seme ed utilizzo per l'inerbimento in ambiente montano. Provincia di Pordenone, Pordenone. 112 pp.
- Piano E., 2004. *Inerbimenti e Tappeti Erbosi*. Quaderni di divulgazione scientifica Vol.2 Inerbimenti tecnici e di recupero ambientale Istituto Sperimentale per le Colture Foraggere, Lodi.
- Regione Lombardia (2010). *Flora e piccola fauna protette in Lombardia*. Disposizioni per la tutela e la conservazione della piccola fauna, della flora e della vegetazione spontanea. Centro Flora Autoctona della Regione Lombardia (CFA). 351 pp.
- Regione Lombardia (2011). *Inerbimenti tecnici ad alta quota*. Testi a cura di Bottinelli, A., Ceriani, R., Spoleto, P., Gusmeroli, F., Della Marianna, G., Tosca, A.. Quaderni della ricerca n. 134.
- Rodaro P., 2007. *Inerbimenti di piste da sci: esperienze in Alto Adige*.

Professione Montagna – Ambiente/Ingegneria Naturalistica – 91: 70-71.

- Rydgren, K., Nordbakken, J. F., Austad, I., Auestad, I., Heegaard, E. (2010). *Recreating semi-natural grasslands: A comparison of four methods*. Ecological Engineering, 36, 1672-1679.
- Scotton, M., Piccinin, L., Coraiola, M. (2010). *Metodi di rivegetazione in ambiente alpino*. Quaderni del Parco n. 10. Parco Naturale Paneveggio – Pale di San Maritno. 103 pp.
- Scotton, M., Kirmer, A., Krautzer, B. (2012). *Manuale pratico per la raccolta di seme e il restauro ecologico delle praterie ricche di specie*. Cooperativa Libreria Editrice Università di Padova. 144 pp.
- Spatz G., Park G.J., Weis G.B., 1987. *Untersuchungen zur Einwanderung autochtoner Arten auf planierten und begrunten Schipisten in der subalpinene un alpinen stufe*. Natur and landschaft 62: 293-295.
- Schiechtl H.M., 1971. *Probleme und Verfahren der Begrünung extremer Standorte im Voralpen- und Alpenraum*. Rasen, Turf, Gazon 3: 1-6.
- Urbanska K.M., 1990. *Standortgerechte Skipistenbegrünung in hochalpinen Lagen*. Zeitschrift fur Vegeatationstechnik 13: 75-78.

6 ALLEGATI

Allegato A: Dati stazionali relativi ai prati donatori

COD. RILIEVO	BOR 01	BOR 02	CAN 01	ALVA 01	ALVA 02	TEG 01	TEG 02	TEG 03
Data	21/06/2012	21/06/2012	26/07/2012	04/07/2012	04/07/2012	02/07/2013	21/06/2012	02/07/2013
Comune	Bormio	Bormio	Validentro	Filisur	Filisur	Teglio	Teglio	Teglio
Località	Bormio	Batte Campello	Cancano	Alvaschein	Alvaschein	Teglio	Teglio	Teglio
Alt (m slm)	1310	1380	1962,5	1120	1110	948,3	780	880
Inclin (%)	5	25	12,5	28	15	25,0	20	20
Espos (°)	280	220	237,5	180	170	176,7	160	195
Vegetazione di riferimento	Arrhenatheretum - Trisetetum	Trisetetum	Festucetum- Agrostidetum	Brometum	Trisetetum	Arrhenatheretum - Trisetetum	Arrhenatheretum	Arrhenatheretum
Data raccolta 2013	19/07/2013	19/07/2013	21/08/2013	23/07/2013	23/07/2013	03/07/2013	03/07/2013	03/07/2013
Totale copertura	100,8	100,1	99,55	99	99,7	99,9	100,5	99,9
Numero specie	24	23	72	30	32	35	22	23

Allegato B: Dati di purezza per i lotti di fiorume analizzati

CODICE	REPLICA	% SEMI	% INERTE	N° SEMIGRAMMO
BOR 01+02	1	41,51	58,49	464
BOR 01+02	2	15,54	84,46	151
BOR 01+02	3	17,46	82,54	201
CAN 01	1	14,20	85,80	209
CAN 01	2	16,46	83,54	250
CAN 01	3	14,89	85,11	230
TEG 01	1	26,94	73,06	243
TEG 01	2	23,79	76,21	241
TEG 01	3	28,06	71,94	350
ALVA 01	1	19,54	80,46	69
ALVA 01	2	23,25	76,75	80
ALVA 01	3	26,47	73,53	89
ALVA 02	1	8,62	91,38	65
ALVA 02	2	9,56	90,44	57
ALVA 02	3	16,11	83,89	89
Valore massimo		41,51	91,38	464
Valore minimo		8,62	58,49	57
Valore medio		20,16	79,84	186

Allegato C: Dati del peso dei semi per i lotti di fiorume analizzati

	N° TOTALE SEMI	N° SEMI/GRAMMO	PESO DEI SEMI PER GRAMMO (IN mg)
BOR 01+02 01	4447	464	
BOR 01+02 02	1487	151	
BOR 01+02 03	1975	201	
MEDIA	2636	272	3,68
CAN 01	2045	209	
CAN 02	2484	250	
CAN 03	2268	230	
MEDIA	2266	230	4,35
TEG 01	2392	243	
TEG 02	2338	241	
TEG 03	3359	350	
MEDIA	2696	278	3,60
ALVA 01 01	682	69	
ALVA 01 02	790	80	
ALVA 01 03	886	89	
MEDIA	786	79	12,61
ALVA 02 01	639	65	
ALVA 02 02	560	57	
ALVA 02 03	881	89	
MEDIA	693	70	14,22
MEDIA TOTALE	1816	186	7,69

Allegato D: Dettaglio risultati del test di germinazione in Petri

TABELLA CONTEGGIO AL 30° GIORNO				
FIORUME	REPLICA	MONOCOTILEDON	DICOTILEDON	TOTALE
BORMIO	1	21	2	23
BORMIO	2	41	0	41
BORMIO	3	30	1	31
BORMIO	4	27	1	28
MEDIA		29,75	1	30,75
CANCANO	1	29	0	29
CANCANO	2	34	2	36
CANCANO	3	30	0	30
CANCANO	4	28	1	29
MEDIA		30,25	0,75	31
TEGLIO	1	47	1	48
TEGLIO	2	50	0	50
TEGLIO	3	33	0	33
TEGLIO	4	36	0	36
MEDIA		41,5	0,25	41,75
ALVASCHEIN 1	1	19	0	19
ALVASCHEIN 1	2	17	0	17
ALVASCHEIN 1	3	48	0	48
ALVASCHEIN 1	4	37	0	37
MEDIA		30,25	0	30,25
ALVASCHEIN 2	1	13	0	13
ALVASCHEIN 2	2	23	0	23
ALVASCHEIN 2	3	0	0	0
ALVASCHEIN 2	4	33	1	34
MEDIA		17,25	0,25	17,5
MEDIA TOTALE		29,8	0,45	30,25

Allegato E: Dettaglio risultati del test di germinazione su terriccio

30° GIORNO - N° PLANTULE/25 cmq											
CODICE	POSIZIONE 1			POSIZIONE 2			POSIZIONE 3				
	MONO	DICO	TOT	MONO	DICO	TOT	MONO	DICO	TOT		
BOR 01+02 01	33	3	36	15	0	15	25	1	26		
BOR 01+02 02	40	0	40	23	2	25	31	0	31		
BOR 01+02 03	37	1	38	49	0	49	34	4	38		
CAN 01 01	8	0	8	7	2	9	7	1	8		
CAN 01 02	10	1	11	5	2	7	7	2	9		
CAN 01 03	14	1	15	9	3	12	16	0	16		
TEG 01 01	15	1	16	31	0	31	24	2	26		
TEG 01 02	32	0	32	33	0	33	13	2	15		
TEG 01 03	51	1	52	32	3	35	49	1	50		
ALVA 01 01	20	5	25	22	12	34	18	3	21		
ALVA 01 02	52	25	77	33	8	41	35	16	51		
ALVA 01 03	34	19	53	27	6	33	36	15	51		
ALVA 02 01	53	23	76	39	3	42	41	9	50		
ALVA 02 02	24	3	27	48	5	53	34	5	39		
ALVA 02 03	37	12	49	45	11	56	36	4	40		
MEDIA TOTALE	31	6	37	28	4	32	27	4	31		

30° GIORNO - N° PLANTULE/mq									
CODICE	POSIZIONE 1			POSIZIONE 2			POSIZIONE 3		
	MONO	DICO	TOT	MONO	DICO	TOT	MONO	DICO	TOT
BOR 01+02 01	13200	1200	14400	6000	0	6000	10000	400	10400
BOR 01+02 02	16000	0	16000	9200	800	10000	12400	0	12400
BOR 01+02 03	14800	400	15200	19600	0	19600	13600	1600	15200
CAN 01 01	3200	0	3200	2800	800	3600	2800	400	3200
CAN 01 02	4000	400	4400	2000	800	2800	2800	800	3600
CAN 01 03	5600	400	6000	3600	1200	4800	6400	0	6400
TEG 01 01	6000	400	6400	12400	0	12400	9600	800	10400
TEG 01 02	12800	0	12800	13200	0	13200	5200	800	6000
TEG 01 03	20400	400	20800	12800	1200	14000	19600	400	20000
ALVA 01 01	8000	2000	10000	8800	4800	13600	7200	1200	8400
ALVA 01 02	20800	10000	30800	13200	3200	16400	14000	6400	20400
ALVA 01 03	13600	7600	21200	10800	2400	13200	14400	6000	20400
ALVA 02 01	21200	9200	30400	15600	1200	16800	16400	3600	20000
ALVA 02 02	9600	1200	10800	19200	2000	21200	13600	2000	15600
ALVA 02 03	14800	4800	19600	18000	4400	22400	14400	1600	16000
MEDIA TOTALE	12267	2533	14800	11147	1520	12667	10827	1733	12560

Allegato F: Dati relativi al monitoraggio dell'inerbimento a Julierpass

FIORUME		DENSITA'	CODICE	REPLICA	COP %		H max (cm)	N°graminoidi/mq	COP% graminoidi	N°dicotiledoni/mq	COP% dicotiledoni	COP %	H max (cm)	N°graminoidi/mq	COP% graminoidi	N°dicotiledoni/mq	COP% dicotiledoni
					DATI	MEDIE											
Macov	44 g/mq	MAC 44	1	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,6	1,4	364	0,4	107	0,2
Macov	44 g/mq	MAC 44	2	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0	0,00							
Macov	44 g/mq	MAC 44	3	0,05	1,0	0,05	44	0,05	0	0,00							
Macov	44 g/mq	MAC 44	4	3,00	3,3	2,00	489	2,00	489	1,00							
Macov	44 g/mq	MAC 44	5	0,10	2,5	0,05	222	0,05	44	0,05							
Cancano	26 g/mq	CAN 26	1	0,10	3,0	0,05	89	0,05	44	0,05	0,0	0,0	0,6	18	0,0	9	0,0
Cancano	26 g/mq	CAN 26	2	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0	0,00							
Cancano	26 g/mq	CAN 26	3	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0	0,00							
Cancano	26 g/mq	CAN 26	4	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0	0,00							
Cancano	26 g/mq	CAN 26	5	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0	0,00							
Macov	58 g/mq	MAC 58	1	0,05	0,5	0,00	178	0,05	178	0,05	0,0	0,0	0,7	18	0,0	36	0,0
Macov	58 g/mq	MAC 58	2	0,05	2,8	0,05	89	0,05	0	0,00							
Macov	58 g/mq	MAC 58	3	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0	0,00							
Macov	58 g/mq	MAC 58	4	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0	0,00							
Macov	58 g/mq	MAC 58	5	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0	0,00							
Cancano	36 g/mq	CAN 36	1	0,05	2,2	0,00	44	0,05	44	0,05	0,0	0,0	0,8	0	0,0	36	0,0
Cancano	36 g/mq	CAN 36	2	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0	0,00							
Cancano	36 g/mq	CAN 36	3	0,00	0,0	0,00	0	0,00	0	0,00							
Cancano	36 g/mq	CAN 36	4	0,05	1,5	0,00	44	0,05	44	0,05							
Cancano	36 g/mq	CAN 36	5	0,05	0,3	0,00	89	0,05	89	0,05							
Miscuglio	10 g/mq	MIX 10	1	0,05	1,8	0,05	222	0,05	0	0,00	0,0	0,7	1,9	827	0,6	107	0,0
Miscuglio	10 g/mq	MIX 10	2	0,10	0,7	0,05	178	0,05	44	0,05							
Miscuglio	10 g/mq	MIX 10	3	2,05	3,5	2,00	2000	2,00	222	0,05							
Miscuglio	10 g/mq	MIX 10	4	1,05	2,6	1,00	1689	1,00	178	0,05							
Miscuglio	10 g/mq	MIX 10	5	0,15	1,0	0,05	44	0,05	89	0,05							

2° CONTROLLO - 34° GIORNO										COP %		DATI		REPLICA		CODICE		DENSITA'			
FIORUME	DENSITA'	CODICE	REPLICA	H max (cm)	N°graminoidi/mq	COP% graminoidi	N°dicotiledoni/mq	COP% dicotiledoni	COP %	H max (cm)	N°graminoidi/mq	COP% graminoidi	N°dicotiledoni/mq	COP% dicotiledoni	COP %	H max (cm)	N°graminoidi/mq	COP% graminoidi	N°dicotiledoni/mq	COP% dicotiledoni	
										MEDIE											
Macov	44 g/mq	MAC 44	1	2,0	356	1,00	0	0,00	13,6	2,5	4444	9,4	1369	4,2							
Macov	44 g/mq	MAC 44	2	3,0	1467	2,00	222	0,05													
Macov	44 g/mq	MAC 44	3	4,0	16133	40,00	6000	20,00													
Macov	44 g/mq	MAC 44	4	0,3	44	0,05	44	0,05													
Macov	44 g/mq	MAC 44	5	3,0	4222	4,00	578	1,00													
Cancano	26 g/mq	CAN 26	1	0,2	44	0,05	44	0,05	0,9	1,8	400	0,6	160	0,2							
Cancano	26 g/mq	CAN 26	2	2,0	89	0,05	44	0,05													
Cancano	26 g/mq	CAN 26	3	2,0	844	2,00	533	0,05													
Cancano	26 g/mq	CAN 26	4	2,0	311	0,05	44	0,05													
Cancano	26 g/mq	CAN 26	5	3,0	711	1,00	133	1,00													
Macov	58 g/mq	MAC 58	1	1,5	356	0,05	0	0,00	0,9	1,9	1947	0,8	427	0,0							
Macov	58 g/mq	MAC 58	2	2,3	4578	2,00	756	0,05													
Macov	58 g/mq	MAC 58	3	2,8	4400	2,00	1244	0,05													
Macov	58 g/mq	MAC 58	4	0,7	267	0,05	89	0,05													
Macov	58 g/mq	MAC 58	5	2,0	133	0,05	44	0,05													
Cancano	36 g/mq	CAN 36	1	3,1	267	0,05	44	0,05	0,1	0,8	124	0,0	62	0,0							
Cancano	36 g/mq	CAN 36	2	0,5	311	0,05	89	0,05													
Cancano	36 g/mq	CAN 36	3	0,2	0	0,00	44	0,05													
Cancano	36 g/mq	CAN 36	4	0,0	0	0,00	0	0,00													
Cancano	36 g/mq	CAN 36	5	0,3	44	0,05	133	0,05													
Miscuglio	10 g/mq	MIX 10	1	6,2	12222	20,00	89	0,05	13,1	4,8	8080	13,0	196	0,1							
Miscuglio	10 g/mq	MIX 10	2	4,0	4578	10,00	356	0,05													
Miscuglio	10 g/mq	MIX 10	3	6,0	10667	17,00	178	0,05													
Miscuglio	10 g/mq	MIX 10	4	2,0	3867	3,00	222	0,05													
Miscuglio	10 g/mq	MIX 10	5	5,8	9067	15,00	133	0,05													

3° CONTROLLO - 47° GIORNO										COP %		H max (cm)		N°graminoidi/mq		COP% graminoidi		N°dicotiledoni/mq		COP% dicotiledoni	
FIORUME	DENSITA'	CODICE	REPLICA	DATI	H max (cm)	N°graminoidi/mq	COP% graminoidi	N°dicotiledoni/mq	COP% dicotiledoni	COP %	H max (cm)	N°graminoidi/mq	COP% graminoidi	N°dicotiledoni/mq	COP% dicotiledoni						
				MEDIE																	
Macov	44 g/mq	MAC 44	1	30,00	3,4	7067	25,00	1689	5,00	21,6	4,8	4080	15,2	1138	6,4						
Macov	44 g/mq	MAC 44	2	65,00	7,8	7778	40,00	2711	25,00												
Macov	44 g/mq	MAC 44	3	2,05	3,1	1822	2,00	133	0,05												
Macov	44 g/mq	MAC 44	4	3,00	4,0	1600	2,00	667	1,00												
Macov	44 g/mq	MAC 44	5	8,00	5,6	2133	7,00	489	1,00												
Cancano	26 g/mq	CAN 26	1	0,05	0,2	0	0,00	89	0,05	0,6	2,2	356	0,6	151	0,1						
Cancano	26 g/mq	CAN 26	2	1,00	3,3	578	0,90	133	0,10												
Cancano	26 g/mq	CAN 26	3	0,50	1,4	356	0,50	0	0,00												
Cancano	26 g/mq	CAN 26	4	1,50	3,1	400	1,30	533	0,20												
Cancano	26 g/mq	CAN 26	5	0,05	3,0	444	0,05	0	0,00												
Macov	58 g/mq	MAC 58	1	4,00	5,7	1911	3,00	844	1,00	2,1	4,1	1351	1,8	311	0,3						
Macov	58 g/mq	MAC 58	2	4,00	5,2	2489	3,50	356	0,50												
Macov	58 g/mq	MAC 58	3	0,10	2,3	400	0,05	89	0,05												
Macov	58 g/mq	MAC 58	4	2,05	4,9	1200	2,00	267	0,05												
Macov	58 g/mq	MAC 58	5	0,50	2,3	756	0,5	0	0,00												
Cancano	36 g/mq	CAN 36	1	0,05	1,6	267	0,05	0	0,00	0,4	2,4	791	0,4	0	0,0						
Cancano	36 g/mq	CAN 36	2	0,05	2,2	1111	0,05	0	0,00												
Cancano	36 g/mq	CAN 36	3	0,05	1,5	89	0,05	0	0,00												
Cancano	36 g/mq	CAN 36	4	0,05	1,3	44	0,05	0	0,00												
Cancano	36 g/mq	CAN 36	5	2,00	5,2	2444	2,00	0	0,00												
Miscuglio	10 g/mq	MIX 10	1	2,05	3,1	1956	2,00	89	0,05	35,7	7,2	6124	35,7	36	0,0						
Miscuglio	10 g/mq	MIX 10	2	70,05	11,8	10311	70,00	44	0,05												
Miscuglio	10 g/mq	MIX 10	3	60,00	9,6	8044	60,00	0	0,00												
Miscuglio	10 g/mq	MIX 10	4	1,50	3,1	2578	1,50	0	0,00												
Miscuglio	10 g/mq	MIX 10	5	45,05	8,5	7733	45,00	44	0,05												

