UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

Corso di laurea triennale in

Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano

ANALISI DELLE POTENZIALITÀ DI TRE SPECIE ERBACEE PER GLI INTERVENTI DI RIPRISTINO AMBIENTALE

Relatore: Prof.ssa Annamaria Giorgi
Correlatore: Dott. Luca Giupponi

Elaborato finale di: Teresa Aricocchi
Matricola: 868603

Anno Accademico 2017-2018

INDICE

RIASSUNTO
pag. 4

1. INTRODUZIONE
pag. 6

1.1 Il ripristino ambientale
pag. 6

1.2 L'impiego di flora autoctona
pag. 7

1.3 Quadro normativo per la tutela della biodiversità e l'uso di materiale vegetale autoctono *pag. 9*

1.4 Materiale vegetale per il ripristino ambientale
pag. 12

1.5 Stato dell'arte e quadro produttivo europeo e italiano
pag. 19

1.6 Scopo del lavoro
pag. 25

2. MATERIALI E METODI
pag. 26

2.1 Specie target
pag. 26

2.2 Raccolta dei campioni
pag. 29

2.3 Conta delle sementi e analisi statistica
pag. 30

2.4 Indagini sulle realtà che si occupano di flora autoctona nel nord Italia
pag. 31

2.5 Indagini sui miscugli commerciali impiegati per il ripristino ambientale
pag. 31

3. RISULTATI
pag. 32

3.1 *Arrhenatherum elatius*
pag. 32

3.2 *Bromus erectus*
pag. 33

3.3 *Salvia pratensis*
pag. 34

3.4 Realtà che si occupano di flora autoctona nel nord Italia
pag. 36

3.4.1 SemeNostrum
pag. 38

3.4.2 Flora Conservation
pag. 42

3.4.3 Centro Flora Autoctona
pag. 44

3.5 Miscugli commerciali impiegati per il ripristino ambientale
pag. 48

4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONE
pag. 50

5. BIBLIOGRAFIA
pag. 58

RIASSUNTO

Questo lavoro, avviato durante lo svolgimento del tirocinio presso la sezione di botanica del Museo delle Scienze di Trento, ha avuto come prima finalità quella di valutare la potenzialità di tre specie di prato autoctone (*Arrhenatherum elatius* L., *Bromus erectus* Huds. *e Salvia pratensis* L.) in vista di un loro possibile utilizzo come fonte di seme negli inerbimenti montani. Nei ripristini ambientali l'utilizzo di sementi e materiali vegetali "idonei al sito" permette di mantenere la stabilità della copertura e allo stesso tempo di favorire una migliore integrazione nelle dinamiche naturali e nell'aspetto estetico del paesaggio, evitando di ricorrere a sementi commerciali di provenienza estera che potrebbero danneggiare l'equilibrio dell'ecosistema.
L'osservazione delle specie in natura e la raccolta dei dati si sono svolti durante l'estate 2017, in seguito questi sono stati elaborati statisticamente. L'analisi della produzione di seme e della fenologia delle specie target ha permesso di comprendere i fattori che influenzano le varie fasi della coltivazione e dell'ottenimento di materiale vegetale autoctono, in particolare il periodo ideale di raccolta.
Inoltre sono state svolte delle indagini sullo stato dell'arte riguardante la produzione e l'utilizzo di specie native in Europa e in Italia. In particolare sono state visitate personalmente tre realtà del nord Italia: azienda SemeNostrum (Udine), azienda Flora Conservation (Pavia) e Centro Flora Autoctona di Regione Lombardia (Galbiate). In seguito a ciò sono state descritte le modalità di impiego delle specie autoctone come:

- Miscuglio di semi provenienti da colture specializzate.
- Materiale vegetale ricco in semi (fieno, erba verde e fiorume) raccolto direttamente da prati donatori.

Nel nostro Paese, rispetto alle nazioni dell'Europa centro-settentrionale, questi metodi di ripristino ambientale esistono solo dal punto di vista teorico, poiché vi sono diversi fattori che ne ostacolano lo sviluppo. La produzione e l'utilizzo di semi autoctoni sono portati avanti su piccola scala da enti o piccole aziende

nell'ambito di progetti scientifici o di ricerca applicata. La realizzazione pratica è complicata soprattutto dal fatto che spesso gli interventi sono legati agli appalti pubblici dove la rivegetazione è lasciata per ultima, di conseguenza i prezzi delle piante da utilizzare devono essere molto bassi e i tempi di gestione brevi.

Per concludere, è stato fatto un confronto tra tre diversi materiali di propagazione: fiorume, miscuglio con specie autoctone e miscuglio commerciale in merito a:

- Numero di specie presenti.
- Percentuale di monocotiledoni e dicotiledoni.
- Percentuale di specie autoctone.
- Densità di semina.
- Costo.

È emerso che, in modo particolare nelle zone montane, l'utilizzo del fiorume (eventualmente arricchito con semi da coltivazione), di fieno e di erba verde è da preferire in quanto si tratta di materiale reperibile e impiegabile totalmente a livello locale, che prevede quindi lo sviluppo di una filiera corta. In questo contesto la possibilità di coinvolgere gli agricoltori permette la creazione di nuove nicchie di mercato e può rappresentare un'integrazione di reddito per le aziende agricole. Tale approccio è inoltre particolarmente utile per i territori dove mancano ditte specializzate nella propagazione di seme e per gli ambienti con elevata diversità di specie e vegetazioni.

1. INTRODUZIONE

1.1 Il ripristino ambientale

L'Italia, per ragioni storiche, geologiche e climatiche, presenta un enorme patrimonio di biodiversità e un territorio complesso e ricco di ambienti molto diversi tra loro. Il numero di specie presenti nel nostro Paese è il più elevato d'Europa (Italia: 6771 specie, Europa: 12500 specie), di cui 767 sono endemiti, ossia specie che si trovano solo nel nostro territorio. Questa "miniera" di biodiversità è spesso minacciata dalla perdita e dalla frammentazione degli habitat. Così in molti luoghi la natura è degradata e segna i cambiamenti, spesso negativi, che l'uomo ha portato. Altri ecosistemi sono distrutti dagli interventi di urbanizzazione che lasciano nude alcune aree in cui, a scapito delle biocenosi native, viene favorita la diffusione degli organismi non autoctoni.

I primi esperimenti sull'introduzione di specie erbacee mirati alla semina di miscugli sito-specifici e al trasferimento di materiale vegetale o suolo contenente semi, risalgono agli anni Ottanta del Novecento. Furono implementati su larga scala a partire dagli anni Novanta. Negli ultimi decenni è divenuta sempre più importante la protezione del territorio e in questo contesto si è affermato il restauro ecologico, definito dalla *Society for Ecological Restoration* (SER, 2004) come quel processo di assistenza alla ricostruzione di un ecosistema che è stato degradato, danneggiato o distrutto. Questa disciplina si amplia fino a comprendere interventi di ingegneria naturalistica, una disciplina tecnica che utilizza materiale vivo e inerte in opere di consolidamento. In sintesi le funzioni delle opere di ripristino possono essere:

1) tecnico-funzionali: con riferimento, ad esempio, all'efficacia anti-erosiva e di consolidamento di un versante franoso, di una sponda o di una scarpata stradale.

2) naturalistiche: in quanto non si tratta di una semplice copertura a verde, ma della ricostruzione di ecosistemi mediante impiego di specie autoctone con l'intento di limitare la riduzione di biodiversità.

3) paesaggistiche: di "ricucitura" del paesaggio naturale circostante, effetto strettamente collegato all'impiego di specie autoctone.

4) economiche: in quanto strutture competitive e alternative alle opere tradizionali.

L'uso di specie vegetali autoctone di origine locale avviene secondo diverse modalità, che verranno affrontate nei prossimi capitoli, e interessa vari ambiti. Recentemente in ambiente alpino si portano avanti interventi sulle piste da sci, dove le problematiche sono la copertura nevosa compatta e il disturbo meccanico, che hanno un'influenza distruttiva sulla vegetazione sottostante e determinano l'erosione del suolo (Krautzer e Wittmann, 2006). Inoltre, sono utilizzate in interventi di ingegneria naturalistica su scarpate, pendii, sponde di fiumi e per il ripristino di praterie semi-naturali ricche di specie, aree a pascolo abbandonate, aree colpite da incendi, tetti e giardini privati, parchi naturali, aree protette e zone di pregio naturalistico. Sono un'ottima soluzione anche per la rinaturalizzazione di cave, siti industriali, margini stradali dopo opere infrastrutturali, linee ferroviarie, discariche e miniere.

1.2 L'impiego di flora autoctona

Per il ripristino di un sito la scelta del materiale vegetale è fondamentale. È necessario disporre degli organismi viventi che saranno destinati a costituire l'ecosistema, in particolare di materiale vegetale autoctono, ossia il cui patrimonio genetico viene da popolazioni che si sono evolute nello stesso ambiente nel quale viene introdotto. Si parla di specie "idonee al sito", poiché permettono di instaurare una copertura coerente con le condizioni ecologiche e ambientali del luogo in modo che l'intero ecosistema si evolva come avverrebbe in natura (Krautzer e Hacker, 2006). Un intervento di restauro ecologico ha infatti lo scopo di favorire le dinamiche naturali per creare comunità stabilizzate, ben strutturate e floristicamente adatte al contesto ambientale. Le specie sono in grado di attecchire con successo nel luogo d'impiego, garantendo un buon esito dei lavori e una copertura vegetale che si auto-mantiene nel lungo periodo. Il criterio di autoctonia deve essere inteso nel senso più completo possibile, includendo non solo la presenza naturale della specie nella zona di immissione, ma anche la coerenza ecologica e vegetazionale delle specie impiegate nell'habitat che si vuole ricreare, il luogo di provenienza prossimo alla

zona di intervento, la diversità genotipica della popolazione ripristinata al fine di evitare fenomeni di incompatibilità genetica, depressione da consanguineità, introduzioni e invasioni di specie indesiderate (Ceriani, 2016).

Diversi studi sostengono l'importanza di delineare zone di trasferimento del seme (Hufford e Mazer, 2003). Queste rappresentano aree dove avviene un naturale scambio genetico, in modo che il trasferimento di materiale vegetale non abbia conseguenze negative. È riconosciuto infatti che il reperimento del seme dovrebbe avvenire vicino al sito ricevente per assicurare la somiglianza genetica tra le due popolazioni, introdotta e locale, ed evitare fenomeni di mal adattamento e di depressione da ibridazione intraspecifica (*outbreeding depression*). Un approccio semplificato è delineare tali zone sulla base di criteri ambientali come distanza geografica, clima e geomorfologia. Tuttavia, Mijnsbrugge *et al.*, 2010 evidenziano che la distanza fisica tra le popolazioni non è sempre l'indicatore migliore. Infatti può accadere che popolazioni distanti ma di habitat simile siano più compatibili tra loro rispetto a popolazioni vicine. Quindi la regola fondamentale è osservare il tipo di habitat e l'ecologia del luogo, che non sempre sono strettamente legati alla distanza geografica.

Attualmente l'attenzione al ripristino ambientale, in alcune aree delle Alpi, è ancora molto limitata, perciò nelle operazioni di semina si utilizzano sementi non specifiche con materiale genetico in massima parte alloctono e di ambienti diversi da quelli di impiego. Queste vegetazioni artificiali, più economiche e a rapida crescita, non si evolvono in equilibrio con l'ecosistema perché non sono adatte all'ambiente e scompaiono prima dell'instaurarsi della vegetazione spontanea o, in casi più gravi, inibiscono la colonizzazione delle specie locali. Ciò rappresenta un grosso rischio in ambienti caratterizzati da un certo interesse naturalistico, ed è particolarmente vero in ambienti difficili dal punto di vista climatico e pedologico, ai quali i miscugli di varietà geneticamente selezionate non risultano adatti. Inoltre comportano danni ecologici e spesso anche economici tra cui: erosione del suolo, inadeguata copertura vegetale, costi di fertilizzazione e gestione. È invece dimostrato che l'applicazione di tecniche di alta qualità in combinazione all'utilizzo di materiale di propagazione sito-specifico porta ad avere popolazioni stabili, sostenibili nel tempo e ecologicamente adatte (Krautzer *et al.*, 2011).

Ad oggi uno dei maggiori ostacoli nell'uso di piante autoctone è l'insufficiente disponibilità di sementi adatte, si intende in quantità, ma anche per il fatto che devono essere ecologicamente compatibili con le caratteristiche del sito di impiego e quindi provenire dal medesimo areale di naturale diffusione. Questo è confermato dallo studio di Ladouceur *et al.*, 2017 che ha identificato 1122 importanti specie prative in Europa di cui solo il 32% sono conosciute, prodotte e vendute come semi. Inoltre, qualora le sementi fossero disponibili, il fattore determinante è l'elevato costo delle stesse. Si aggiungono la mancanza di conoscenze per la raccolta e il trattamento dei semi perché l'inserimento in natura abbia successo, la poca collaborazione tra ricercatori e strutture che operano nella produzione di semi di specie locali, l'assenza di norme specifiche per il settore.

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

La legislazione italiana riguardante l'impiego di materiale vegetale autoctono è ancora inadeguata, dato l'interesse relativamente recente per questo settore in emergenza. In particolare il commercio e l'impiego di semi di specie erbacee sono solo parzialmente regolati e in misura assai minore rispetto al materiale forestale (Mijnsbrugge *et al.*, 2010).

Dal punto di vista normativo tale pratica si colloca nel più ampio contesto della tutela della biodiversità, tema nato con la Convenzione sulla Diversità Biologica di Rio de Janeiro del 1992 (www.cbd.int). Il trattato internazionale è entrato in vigore il 29 dicembre 1993 e ha tre obiettivi principali: la conservazione della biodiversità, l'uso sostenibile delle sue componenti e la giusta ed equa divisione dei benefici nell'utilizzo di queste risorse genetiche. Ad oggi la CDB è stata ratificata da 193 paesi, in Italia ciò è avvenuto il 14 febbraio 1994. In particolare gli articoli 8 e 9 riguardano la conservazione degli ecosistemi e delle specie vegetali. Con essi la CDB *"promuove la protezione di ecosistemi e habitat naturali ed il mantenimento di popolazioni vitali di specie nel loro ambiente naturale; […] riabilita e ripristina gli ecosistemi degradati e promuove il recupero di specie minacciate […]; vieta di introdurre specie esotiche oppure le*

controlla o le elimina, se minacciano gli ecosistemi, gli habitat o le specie". Inoltre "*mette in opera e mantiene impianti per la conservazione ex situ e la ricerca*". In seguito alla CDB, che rappresenta la prima iniziativa dedicata alle tematiche ambientali e climatiche su scala globale, è aumentata la sensibilità nei confronti dell'ambiente in cui viviamo e si è mostrato un maggiore interesse verso l'enorme patrimonio di biodiversità che sta andando a perdersi a causa delle attività umane.

Per quanto riguarda le norme europee la Direttiva Habitat 92/43/CEE ha lo scopo di "*contribuire a salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali, nonché della flora e della fauna selvatica nel territorio europeo degli stati membri al quale si applica il trattato.*" Essa è il principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità e stabilisce le disposizioni per la gestione dei siti Natura 2000. Consiste in una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione, istituita per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari. È composta da siti denominati Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e Zone a Protezione Speciale (ZPS). Successivamente un altro passo importante è stata l'adozione del Piano Strategico per la Biodiversità per il periodo 2011-2020 con l'intento di spingere gli Stati aderenti alla Convenzione di Rio a promuovere concrete azioni a sostegno della biodiversità. In particolare l'obiettivo 2 è ripristinare almeno il 15% degli ecosistemi degradati e, per ottemperare a ciò, è richiesta una grande quantità di materiale vegetale autoctono, come per esempio semi (De Vitis *et al.*, 2017).

L'Italia, con la consapevolezza dell'importanza della biodiversità e nell'ambito degli impegni assunti in seguito alla Convenzione di Rio, ha recepito la Direttiva Habitat nel 1977 e nel 2010 si è dotata di una Strategia Nazionale per la Biodiversità (www.montagneinrete.it). Quest'ultima affronta il conseguimento di tre obiettivi strategici in 15 aree di lavoro, le quali esprimono la necessità di elaborare e mettere in atto politiche di conservazione e ripristino delle specie, degli habitat e del capitale naturale. Si ritrova la volontà di mettere in atto programmi per prevenire e controllare l'introduzione di specie alloctone dette invasive e per incentivare la conservazione *in situ* ed *ex situ* delle specie. Sono

specialmente le aree protette a svolgere nel nostro Paese un ruolo strategico e irrinunciabile nella conservazione della biodiversità e degli ecosistemi. Negli ultimi anni l'Italia è stata il Paese europeo che ha istituito il maggior numero di aree protette (867 tra aree di terra e mare) ai sensi della Legge Quadro sulle Aree Protette (Legge n. 394 del 6 dicembre 1991). Essa indica che *"nei parchi sono vietate le attività e le opere che possono compromettere la salvaguardia del paesaggio e degli ambienti naturali tutelati con particolare riguardo alla flora e alla fauna protette e ai rispettivi habitat"*. Inoltre, si aggiungono le aree della rete Natura 2000 che comprende circa 25.000 siti in tutti i 27 Stati membri dell'Unione Europea, i quali nel complesso occupano quasi un quarto del territorio comunitario.

La maggior parte delle Regioni e Province Autonome ha provveduto a emanare diverse norme relative alla tutela delle specie della flora spontanea e della fauna selvatica in conformità alle convenzioni internazionali, alle direttive comunitarie e alle leggi nazionali. In merito alla Provincia Autonoma di Trento si intende ricordare la legge provinciale sulle foreste e sulla protezione della natura del 23 maggio 2007, n.11 con la quale *"la Provincia garantisce la conservazione e il miglioramento della qualità del territorio, del patrimonio ecologico, del paesaggio e dell'ambiente, ai fini del miglioramento della qualità della vita e dell'equilibrio dei sistemi ecologici"*. Queste finalità si perseguono attraverso *"interventi e opere diretti alla conservazione e al miglioramento della multifunzionalità degli ecosistemi naturali"*. In Trentino la Rete Natura 2000 occupa nel suo complesso circa un quarto della superficie territoriale provinciale (www.areeprotette.provincia.tn.it). In queste zone la normativa si basa su misure di salvaguardia più mirate alla conservazione degli habitat tramite specie autoctone. Anche nell'ambito delle politiche europee di sostegno al reddito delle zone rurali (Piano di Sviluppo Rurale), si sono inserite negli ultimi anni misure di interesse agro-ambientale. In particolare nel PSR 2014-2020 (www.psr.provincia.tn.it) l'operazione 4.4.3 è dedicata a "*Investimenti non produttivi per connettività ecologica e recupero di habitat Natura 2000 e agricoli a valore naturalistico*". Viene dato un sostegno economico ai progetti di recupero e miglioramento degli habitat semi-naturali in ambienti prativi e di altri habitat Natura 2000 degradati. Le sementi utilizzate devono essere di

specie autoctone ed adatte alla stazione, qualora l'intervento sia adiacente o all'interno di un'area protetta (ZSC e riserve locali) la scelta del miscuglio deve evitare l'introduzione di specie alloctone prediligendo metodi di inerbimento più compatibili (es. semina con fiorume o fieno verde) impiegando esclusivamente fiorume proveniente da prati naturali di specie autoctone appartenenti al consorzio floristico spontaneo. Inoltre l'operazione 6.5.1 è dedicata a *"Progetti collettivi a finalità ambientale"*, ossia di salvaguardia, ripristino e miglioramento della biodiversità inclusi i siti di Natura 2000, l'agricoltura ad alto valore naturale e la conformazione paesaggistica europea. Un altro passo importante da parte della P.A.T. nel 2011 è stato l'inserimento dei lavori di restauro ecologico delle praterie nel prezzario della Provincia. L'obiettivo di questo è informare tutti i possibili clienti e pianificatori coinvolti nel settore ambientale di tali tecniche e dei loro costi per usarle in progetti di rivegetazione (Mezzanotte *et al.*, 2011).

Nonostante ciò, la legislazione in questo contesto risulta insufficiente e di fatto l'uso di materiale vegetale autoctono è ignorato a causa della mancanza di linee guida specifiche e quindi della conoscenza (Krautzer e Wittmann, 2006). Nel nostro Paese si sono portate avanti solo alcune prime esperienze, ma mancano la convinzione e la mentalità. La direttiva 2010/60/EU autorizza l'immissione sul mercato dei miscugli di preservazione provenienti da zone fonte designate a livello nazionale, ma ad oggi il quadro normativo regionale non contiene specifiche leggi per la sua attuazione. Inoltre tale normativa prevede una restrizione quantitativa per cui la quantità totale delle sementi per la preservazione (coltivate o raccolte direttamente) che compongono le miscele commercializzate annualmente non deve superare il 5% del peso totale delle miscele di sementi di piante foraggere commercializzate nello stesso anno nello Stato membro interessato (Commissione Europea, 2010).

1.4 Materiale vegetale per il ripristino ambientale

Le tipologie di materiale utilizzato per la propagazione di specie erbacee native sono:

1. Miscuglio di semi. Si tratta si sementi di piante autoctone coltivate *ex situ*, ossia tramite propagazione agricola delle piante in colture specializzate. Questo approccio richiede la presenza di aziende specializzate nella produzione di seme ed è più facile per regioni con una ridotta variabilità territoriale (Scotton, 2011).
2. Fiorume. Può essere definito come la parte più fine del fieno ricca di semi. Il materiale viene direttamente prelevato in natura da prati stabili e pascoli "donatori" ed usato per la rivegetazione di siti degradati "riceventi". Questa modalità di reperimento del seme è motivata soprattutto nei territori montani con elevata variabilità ambientale e ricchi di praterie semi-naturali, le quali possono continuare ad essere fonte di foraggio (Scotton, 2011).
3. Fieno. Materiale essiccato prodotto in prati semi-naturali gestiti a sfalcio dall'uomo. Esso contiene dei semi e può costituire un'alternativa di rinverdimento meno dispendiosa rispetto alla semina di semi locali, data la difficoltà di reperimento di tali miscugli (Knut *et al.*, 2010).
4. Erba verde. Materiale fresco ottenuto mediante sfalcio di prati con semi maturi che viene direttamente trasferito nel sito recettore.
5. Piante in vaso. Piante già sviluppate in condizioni protette e idonee vengono trapiantate per ricostituire un ecosistema in condizioni ambientali più difficili.
6. Zolle erbose. Sono create e coltivate su opportuni substrati in serra. Costituiscono un metodo di ripristino più efficace per le zone alpine, perché soggette a situazioni climatiche più difficili.
7. Strato superficiale di suolo. Porzioni di terreno ricco di semi vengono asportate da un sito donatore e ridistribuite su una superficie livellata. Questa tecnica, testata nell'ambito di un progetto dal Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino (Sartori e Salvadori, 2011), può venire utilizzata su piste da sci per ottenere rapidamente una persistente copertura con specie autoctone.

La migliore fonte di materiale vegetale per gli interventi di inerbimento in ambito montano è rappresentata dalla raccolta diretta dall'habitat prativo che si

vuole ricreare di semi per la loro propagazione, di fiorume, di fieno o di erba verde (Ceriani, 2016). In questa sezione si intende approfondire la produzione di sementi in purezza (Figura 1.1) e l'impiego del fiorume (Figura 1.2), in quanto tali metodi rivestono sempre più frequentemente una particolare importanza nelle opere di ripristino ambientale.

Figura 1.1 Semi prodotti da SemeNostrum.

Figura 1.2 Fiorume raccolto dal Centro Flora Autoctona.

La coltivazione specializzata di semi di ecotipi locali adotta le convenzionali tecniche agronomiche. La propagazione è molto costosa e richiede investimenti di terreno, equipaggiamento e tempo. I semi vengono raccolti negli habitat naturali e poi propagati su superfici agricole come singole specie. Le diverse specie vanno a comporre miscugli, adatti a differenti siti e usi. Per tutte le sementi lo schema di lavoro (Figura 1.3) è piuttosto complesso e per essere completato richiede alcuni anni a causa della stagionalità.

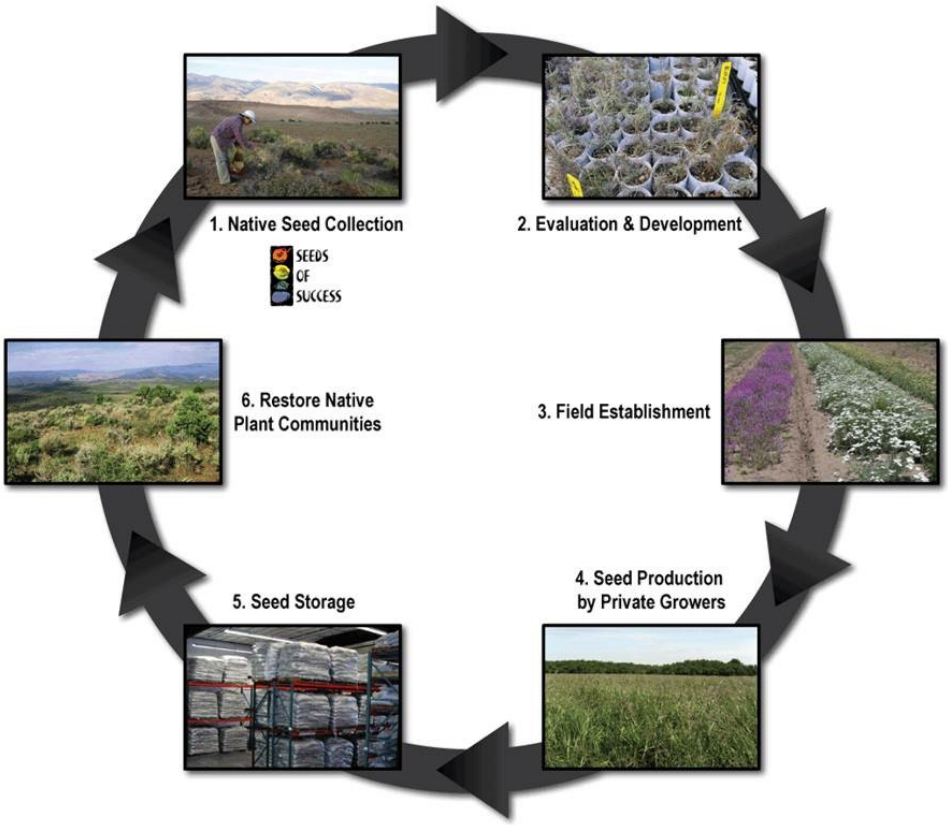

Figura 1.3 Passaggi della produzione di semi nativi. Fonte: http://www.blm.gov/plants.

Prima di procedere al campionamento dei semi selvatici, serve l'autorizzazione a raccoglierli. Il raccoglitore deve conoscere l'habitat in cui si trova ed intervenire al momento giusto: quando i semi sono maturi, ma non ancora dispersi (Feucht *et al.*, 2011). Ciascun campionamento di materiale vegetale selvatico da riprodurre è accompagnato dalla redazione di un'apposita scheda di raccolta. Il numero di individui prelevati deve essere abbastanza elevato, minimo 50 (Mijnsbrugge *et al.*, 2010), poiché fonti limitate determinano un'insufficiente diversità genetica che può portare ad una bassa percentuale di

attecchimento, a minore stabilità e mal adattamento della popolazione restaurata (Hufford e Mazer, 2003). Anche durante i processi produttivi è importante minimizzare la selezione degli individui per avere un'ampia base genetica, adattabile e non uniforme. Perciò i tratti che devono caratterizzare le piante native sono notevolmente diversi da quelli delle specie selezionate. Essi sono: elevata dormienza dei semi, scalarità nella germinazione, crescita lenta, fioritura indeterminata, maturità variabile, bassa ritenzione del seme. Questi fanno della produzione di semi di specie native una pratica particolarmente sfidante e impegnativa.

La coltivazione vera e propria inizia con la semina. A seconda delle specie la semina può avvenire direttamente in campo o, come per la maggior parte delle specie, in serra e successivamente le piantine vengono trapiantate in pieno campo. Una buona preparazione del letto di semina è fondamentale per il controllo delle infestanti e per la messa a dimora della coltura. La semina può avvenire in primavera o in autunno se i semi sono dormienti o germinano a basse temperature.

Tra le pratiche agronomiche gli ecotipi nativi richiedono, rispetto alle varietà selezionate, lotta alle malerbe e trattamenti fitosanitari particolarmente accurati. La fertilizzazione non sempre è richiesta, se fatta è molto bassa e concentrata generalmente in tarda primavera.

La raccolta della semente avviene in modi diversi a seconda della specie. Alcuni semi necessitano di raccolta manuale più volte nel giro di alcune settimane. In altri casi è possibile tagliare la pianta intera e successivamente ottenere i semi oppure trebbiarla in campo. Per alcune specie, il tessuto per le infestanti può essere usato come raccoglitore di semi passivo: i semi possono cadere sul tessuto e poi spazzati o aspirati. Per questa fase devono essere fatti investimenti in macchinari specifici. La maggior parte dei metodi di raccolta lascia in campo una gran quantità di materiale vegetale, che dovrebbe essere asportato per garantire la produzione delle specie perenni. Inoltre, per ciascuna specie sono richieste competenze tecniche diverse che si raggiungono solo con l'esperienza e attraverso lo scambio di informazioni tra produttori (Feucht *et al.*, 2011).

Le sementi, una volta raccolte ed essiccate, vengono pulite con appositi macchinari in grado di togliere le impurità e i semi delle infestanti.

La conservazione dei semi deve avvenire secondo precise modalità per garantirne la vitalità per anni: 8-10% di umidità relativa e bassa temperatura.
Infine fondamentale è la valutazione della semente prodotta. Si tratta di sottoporla a test in laboratorio e in campo per il controllo della qualità. In questa fase si inserisce la possibilità di certificare il prodotto. I punti più importanti nella certificazione di semi autoctoni sono (Feucht e*t al.*, 2011):

- Garantire che il seme di base sia di origine indigena.
- Preservare un ampio spettro genetico delle specie, prelevando semi da tante piante diverse e restringendo il numero di generazioni filiali nella propagazione agricola.
- Propagare il seme di base nella stessa regione o area di produzione.
- Preservare un'alta germinabilità.
- Preservare la purezza dei semi delle singole specie attraverso metodi di pulitura efficaci.
- Controllare il flusso delle merci.

Per quanto riguarda il fiorume, esso è definito come il miscuglio di sementi raccolto direttamente dalle praterie semi-naturali con mezzi meccanici. In passato consisteva nella parte più fine del fieno raccolta dai pavimenti dei fienili, oggi ricade nella categoria dei miscugli per la preservazione dell'ambiente raccolti direttamente in natura ai sensi della Direttiva 2010/60/UE (Ceriani, 2016). È però difficile una raccolta efficiente a causa di quella caratteristica che è nello stesso tempo il pregio di tali fitocenosi: la presenza di un elevato numero di specie e la variabilità fenologica di queste. Questi fattori rendono molto variabile la quantità, la qualità e la composizione del fiorume (Scotton *et al*. 2012). La resa media della raccolta è risultata pari a 60,63 kg di fiorume per ettaro (minino: 19,56 kg/ha e massimo: 131,78 kg/ha). Essa è fortemente influenzata dal periodo di raccolta e in genere è significativamente maggiore la prima volta. La seconda raccolta deve essere attivata solo in casi particolari e ad integrazione della prima, in relazione all'arricchimento con dicotiledoni (Ceriani, 2016). Per quando riguarda la composizione specifica, essa è limitata alle specie con seme maturo presenti nel

sito donatore all'epoca di raccolta. Diversamente, con la propagazione agricola c'è la possibilità di ottenere seme puro anche di specie con produzione di seme molto precoce o molto tardiva che non potrebbero essere raccolte in un sito donatore con un solo taglio. Per questo motivo una raccomandazione utile riguarda l'integrazione del fiorume con altro seme derivante da produzione *ex situ* o da una seconda raccolta.

Mentre la miscela ottenuta in propagazione può interessare un'area più ampia (zona da seme o aree con ecologia simile), nel caso del fiorume il sito recettore deve trovarsi nelle vicinanze del sito donatore (scala strettamente locale). Trovato un sito donatore adatto, il materiale raccolto in natura deve essere seminato subito o essiccato e conservato. L'organizzazione, la raccolta e il trasporto necessitano di un impegno relativamente alto. Invece le specie del miscuglio di semi propagati per via agricola possono essere combinate in funzione della associazione vegetale target che si intende seminare. Le sementi da propagazione agricola possono essere disponibili sempre, ma solo se esiste un sistema già affermato di propagazione e vendita del seme che garantisca la disponibilità di specie in grande quantità e per differenti condizioni stazionali.

Un punto di forza per quanto riguarda il fiorume, ma anche l'erba verde e il fieno, è che possono essere saltati i passaggi di filiera. Infatti se la raccolta avviene secondo richiesta, il materiale una volta recuperato viene subito messo nel sito ricevente, senza passaggi intermedi. In particolare, fieno ed erba verde sono perfetti quando il sito donatore e quello ricevente sono relativamente vicini e la semina avviene immediatamente dopo la raccolta.

Riassumendo il fiorume è un interessante materiale di propagazione in quanto:

- Può essere prodotto lungo una filiera corta con la partecipazione degli agricoltori locali.
- Può essere conservato per un certo numero di anni, anche se sarebbe opportuno raccoglierne una quantità proporzionata rispetto all'effettivo uso nell'arco di un anno.
- Può essere sottoposto ad una caratterizzazione standardizzata.
- Permette di ricostituire in una sola operazione praterie ricche di specie e che non richiedono assidua manutenzione.

- Permette di creare uno strato di pacciamatura sopra il suolo, il quale ha una funzione fisica estremamente importante, comune anche a fieno e erba verde (Mezzanotte *et al.*, 2011).

In conclusione, una combinazione di entrambi i metodi è spesso utile, perché non tutte le specie possono essere propagate con tecniche agricole e non tutte le specie desiderate possono essere trovate e raccolte direttamente da un sito donatore (Scotton *et al*. 2012).

1.5 Stato dell'arte e quadro produttivo europeo e italiano

La necessità di costruire una rete entro cui sviluppare l'impiego di semi nativi ha portato alla creazione di iniziative di ricerca e progetti a livello internazionale da parte di enti come la *Society for Ecological Restoration* (SER, www.ser.org). Si tratta di un'organizzazione internazionale con membri in 70 Paesi, che intende portare avanti le conoscenze scientifiche, le pratiche e le norme nell'ambito del restauro ecologico. SER ha creato la sezione tematica *International Network for Seed-based Restoration* (INSR, www.ser-insr.org), la quale ha l'obiettivo di organizzare incontri, workshops e uscite didattiche per accrescere la sinergia e la collaborazione tra i vari membri: ricercatori, professionisti e altri, da oltre 30 nazioni. Da qui sono nati una serie di progetti che si propongono di promuovere l'utilizzo delle sementi autoctone per la rinaturalizzazione degli habitat prativi, trasferendo dall'accademia all'industria sementiera le migliori tecnologie produttive, realizzando progetti pilota dimostrativi, diffondendo presso tutti i soggetti interessati la sensibilità nell'utilizzo delle sementi autoctone per i progetti di rinaturalizzazione. Recentemente l'Unione Europea ha supportato vari progetti per espandere la propagazione e l'uso di specie vegetali autoctone. Gli elaborati finali dei progetti hanno lo scopo di trasferire le conoscenze relative alle tecniche proposte. Ciò costituisce il primo passo per la loro realizzazione e un presupposto importante perché possano essere introdotti leggi e regolamenti che stabiliscano per gli ambienti naturali l'uso esclusivo degli ecotipi nativi e dei metodi di restauro ecologico. Esempi di queste iniziative sono SALVERE, ECOPLANTMED e Life+TEN.

Il progetto SALVERE “Praterie semi-naturali come fonte per il miglioramento della biodiversità” (www.salvereproject.eu) è stato finanziato dal programma di finanziamento “Interreg Central Europe 2007-2013” per il periodo 2009-2011 e include partners da sei Paesi europei: Austria, Repubblica Ceca, Germania, Italia, Polonia e Slovacchia. L’obiettivo principale è lo sviluppo di metodi e buone pratiche per la raccolta di semi da praterie semi-naturali ricche di specie e quindi l’utilizzo di queste come siti donatori per stabilire aree ad alto valore naturalistico. Inoltre sono stati considerati l’efficacia del seme ottenuto, la quantità di seme prodotto nelle praterie semi-naturali, il ruolo e il futuro di questi potenziali siti donatori (Scotton, 2011).

ECOPLANTMED (www.ecoplantmed.eu) è la sigla del progetto “Uso ecologico di piante autoctone per il ripristino ambientale e lo sviluppo sostenibile in area mediterranea”. L’iniziativa (durata gennaio 2014-dicembre 2015) si è proposta di contribuire ad arrestare la perdita di biodiversità e di promuovere un modello di sviluppo sostenibile nella Regione Mediterranea, migliorando la conservazione di piante autoctone e promuovendo il loro uso nel ripristino degli habitat e nel settore delle produzioni vegetali. ECOPLANTMED è stato finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del Programma per il Bacino del Mediterraneo 2007-2013. Il programma, sotto la guida della Regione Autonoma della Sardegna come Autorità di Gestione, ha cercato di promuovere un processo di cooperazione armonioso e sostenibile a livello del Bacino del Mediterraneo (14 Paesi), affrontando le sfide comuni e valorizzando il potenziale endogeno del territorio.

Il progetto Life+TEN (Trentino Ecological Network, www.lifeten.tn.it), finanziato dal programma Life che è il principale strumento di finanziamento per l’ambiente dell’Unione Europea, è stato ideato dal Servizio Sviluppo Sostenibile e Aree Protette della Provincia autonoma di Trento e sviluppato con il supporto scientifico del MUSE (Museo delle Scienze di Trento) tra il 2012 e il 2017. Esso ha rappresentato un momento di forte innovazione per la politica di conservazione della natura della P.A.T. grazie alla creazione di un modello di gestione della rete Natura 2000 di ampio respiro temporale, basato sulle Reti di Riserve e su un programma di azioni di conservazione attiva di habitat e di specie. Tra i principali risultati vi è la progettazione e attuazione di azioni di conservazione “modello” per la salvaguardia, il ripristino, la reintroduzione di specie di

interesse comunitario, ripristino di habitat degradati ed eliminazione di specie aliene. L'azione dimostrativa C6 di tutela di habitat, promozione di attività di recupero di prati aridi e prati da fieno, ha interessato una ZPS sul Monte Baldo. L'obiettivo è realizzare incontri con i proprietari privati per pubblicizzare le misure del P.S.R. sulla tutela dei prati e promuovere la nascita di un'associazione per l'esecuzione degli sfalci. Inoltre si intende recuperare superfici prative pubbliche invase dal bosco e provvedere alla raccolta dei semi delle specie erbacee locali e alla loro moltiplicazione e conservazione per utilizzarli in operazioni di ripristino di superfici prative.

Si intende ora passare ad una caratterizzazione del settore in Europa e in Italia, dove sono state individuate le realtà che si dedicano alla produzione agricola di singole specie per costituire un miscuglio di semi sito-specifico.

Country	Native Seed Producers				SZ [2]
	NGO	Private	Public	Total	
Austria	1	9		10	10
Belgium		3		3	
Bulgaria		2		2	
Czech Republic		3		3	5
Denmark		2		2	
France		6		6	11
Germany		12		12	22
Greece			1	1	
Hungary		2		2	
Iceland			1	1	
Italy		4	1	5	
The Netherlands		4		4	
Norway		2	1	3	4
Poland		2		2	
Portugal		2	1	3	
Republic of Ireland		2		2	
Romania		2		2	
Spain		10		10	
Sweden		3		3	
Switzerland		12		12	11
UK	1	11		12	24
Tot.	2	93	5	100	

Tabella 1.4 Produttori di semi autoctoni in Europa. Fonte: De Vitis *et al.*, 2017.

In Europa ci sono un totale di 100 aziende produttrici di semi nativi da 21 Paesi. Si tratta di piccole-medie imprese a conduzione famigliare o con pochi lavoratori (De Vitis *et al.*, 2017). Il numero maggiore di essi si trova in Europa Centrale (Svizzera, Germania e Austria), Francia, Spagna e Regno Unito, dove il mercato degli ecotipi ad oggi è abbastanza ben sviluppato, mentre nei restanti Paesi il numero di aziende va da 1 a 3. La Tabella 1.4 mostra inoltre che 7 nazioni hanno elaborato un sistema di zone di provenienza del seme, mentre nelle altre non c'è un controllo sul trasferimento di semi. Oggi queste devono ancora essere incorporate in aree di produzione più grandi per il fatto che attualmente il commercio di seme nativo delle regioni di provenienza è ancora troppo limitato per poter sostenere la produzione di un gran numero di specie (Scotton, 2012). La maggior parte dei produttori e ricercatori supportano lo sviluppo di zone da seme con confini transnazionali che riflettano l'ecologia del territorio (De Vitis *et al.*, 2017).

Figura 1.5 Regioni di provenienza del seme (22) e aree di produzione (8) in Germania. Fonte: Scotton *et al.*, 2012.

In Germania, uno dei Paesi più avanzati nella produzione di semi autoctoni, ci sono circa 100 produttori e raccoglitori specializzati nella coltivazione di semi di un totale di 400 specie native. L'associazione di categoria VWW (www.natur-im-vww.de) garantisce l'alta qualità dei semi e l'origine da una delle 22 regioni di provenienza indicate in Figura 1.5. Il materiale di partenza viene propagato in 8 aree di produzione superiori (nella figura indicate con due lettere maiuscole), ottenendo seme che poi viene commercializzato per i progetti di restauro nella regione di provenienza.

In Austria già da 20 anni si è instaurata un'efficiente cooperazione tra agricoltori ed ecologi per la produzione di semi o fiorume. Krautzer e Hacker, 2006 spiegano che in principio la richiesta di miscugli di sementi idonei al sito era assente. Sin dall'inizio non esisteva alcun obbligo relativo al loro impiego, il mercato doveva ancora essere creato da zero e i miscugli di sementi idonei al sito erano molto più costosi dei miscugli convenzionali. Solamente in seguito all'elaborazione di basi scientifiche che hanno confermato l'esistenza di vantaggi ecologici ed economici derivanti dall'impiego di questi metodi e materiali, è stato possibile raggiungere una larga accettazione del prodotto nella pratica. La nazione è divisa in 10 regini di provenienza e, sempre per motivi commerciali, 5 aree di produzione. Nel 2016 sono state coltivate 160 specie differenti in un area complessiva di 110 ha. La vendita avviene per lo più in miscuglio per differenti tipi vegetazionali e differenti condizioni ambientali dei siti: regioni alpine, praterie semi-naturali, filari di frutteti, bordi stradali. In Austria e Germania ci sono delle associazioni di produttori e al momento esse sono le uniche nazioni ad avere un sistema di certificazione del materiale vegetale autoctono (Tischew *et al.*, 2011).

In Svizzera da qualche anno la coltura di piante selvatiche indigene si è sensibilmente sviluppata ed esiste un sistema simile di organizzazione e certificazione. Dato che la semente deve provenire dalla stessa regione fitogeografica nella quale si trova la superficie da rinverdire, sono definite 11 regioni. Per piante molto frequenti e geograficamente poco differenziate 4 macroregioni, delineate in base al clima e alla geomorfologia (Mijnsbrugge *et al.*, 2010). Ovviamente vengono considerate anche le caratteristiche altitudinali,

perché le sementi e le piante utilizzate devono provenire da stazioni ubicate allo stesso orizzonte di vegetazione, ed edafiche a seconda del tipo di suolo.
In Francia il progetto "florelocale" è iniziato nel 2012 per supportare la produzione di semi locali e piante di specie native. Gli obiettivi sono: sviluppare regole per la raccolta, la propagazione e l'uso di materiale nativo in Francia; creare un marchio commerciale che includa un sistema di gestione della qualità, etichetta "vegetal local"; integrare specie erbacee e legnose. Uno dei più importanti passaggi del progetto è stato delimitare zone di trasferimento del seme, entro le quali uno scambio di materiale vegetale non comporti rischi. Sono risultate 28 unità naturali, che sono state combinate in 11 zone di trasferimento del seme per questioni di fattibilità economica. Anche entro una zona di seme non è permesso l'uso di specie provenienti da ambienti estremamente diversi. É il caso di differenze di altitudine al di sopra dei 500 m, di pH sopra le 1.5 unità, di elevata umidità. Esistono linee guida per il reperimento del seme e per la propagazione agricola. Inoltre sono garantiti tracciabilità e controllo grazie ad un'accurata documentazione di tutti i passaggi. La situazione nel 2016 è stata così presentata:

- 37 aziende e organizzazioni hanno richiesto di diventare soci per avere il permesso di usare l'etichetta.
- 16 sono state ammesse fino all'estate 2016 e possono usare il marchio.
- 9 delle 11 zone di seme sono occupate.
- Nonostante ciò, la maggior parte ha una quantità di specie relativamente bassa (in media 35 specie).
- C'è una dominanza di produttori di alberi e arbusti.
- Il numero di produttori e di specie erbacee certificate è ancora limitato.

Infine la situazione italiana è la seguente: non esistono abbastanza produttori e società commerciali, perciò l'uso di miscugli di semi autoctoni a limitato su piccola scala. Il nostro Paese è ancora lontano da un elaborato mercato di semi nativi e da un sistema di certificazione e di suddivisione in aree di provenienza e produzione. Esistono alcuni progetti che coinvolgono centri di ricerca ed enti

pubblici, i quali si stanno interessando alla produzione di semi di specie erbacee native, ma i volumi prodotti sono molto ristretti (Feucht e*t al.*, 2011).

1.6 Scopo del lavoro

Data la crescente necessità di disporre di materiale vegetale adatto al ripristino di ambienti danneggiati o di particolare interesse naturalistico, l'obiettivo di questo lavoro è fornire informazioni sullo stato dell'arte dei progetti e delle realtà già attive che si occupano di restauro ecologico con specie native in Italia e all'estero. Si intendono valutare i tratti ecologici e morfologici di tre specie target al fine di conoscere le loro potenzialità ma anche i fattori limitanti, che rendono complessi la produzione di semi di piante erbacee autoctone e l'ottenimento del fiorume. Inoltre lo scopo è comprendere l'importanza di adottare tecniche di ripristino adeguate e di qualità, che prevedano l'utilizzo di materiale vegetale idoneo al sito, e fare emergere le criticità che attualmente ne ostacolano l'impiego.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Specie target

Il presente lavoro ha considerato le tre specie erbacee di seguito descritte dal punto di vista morfologico ed ecologico:

Figura 2.1 *Arrhenatherum elatius* L. Fonte: http://www.actaplantarum.org.

1) *Arrhenatherum elatius* L. (Figura 2.1), nome comune: avena altissima. Pianta erbacea perenne che appartiene alla famiglia delle *Poaceae*. Si tratta di una emicriptofita cespitosa, è glabra e può raggiungere l'altezza di 150 cm. Il culmo è ascendente e robusto, la foglia ha lamina larga 5-8 mm e ligula tronca di 1,5 mm. L'infiorescenza è una pannocchia ampia e ricca, è organizzata in spighette più o meno erette che misurano 8-10 mm e sono biflore (contengono due fiori). Il fiore inferiore con resta ginocchiata è maschile, mentre quello superiore è femminile (Pignatti, 1982). Perciò a fecondazione avvenuta in una spighetta si trova un solo seme in corrispondenza del fiore femminile.
   Arrhenatherum elatius colonizza i prati ed è specie guida della classe *Molinio-Arrhenatheretea*, formando comunità naturali caratteristiche dei fondovalle alpini e delle pendici appenniniche. È una pianta foraggera eliofila che si trova tra gli 0 e 1800 metri di quota preferibilmente in prati stabili falciati e concimati

ma anche ma anche presso bordi stradali e margini boschivi. Possiede apparati radicali profondi che le consentono di sopravvivere e di ricacciare anche in estate, ma non tollera climi troppo siccitosi.

Figura 2.2 *Bromus erectus* Huds. Fonte: http://www.actaplantarum.org.

2) *Bromus erectus* Huds. (Figura 2.2), nome comune: bromo eretto. Pianta erbacea perenne e cespitosa della famiglia delle *Poaceae*. Ha culmi ginocchiati alla base quindi eretti, robusti e glabri. La guaina avvolta intorno al culmo ha forma a "v", tipica del genere *bromus*. Le foglie sul margine della lamina e sulle guaine sono pubescenti, tuttavia essendo una specie molto polimorfa a seconda dell'ecologia del luogo può presentare una pelosità anche molto ridotta. La pannocchia è contratta con 7-9 spighette multiflore di 30 mm e lemma con resta. Il frutto è un antecario con cariosside lunga e convessa, pelosa all'apice (Pignatti, 1982).

   Bromus erectus è diffuso in tutta Italia e si trova in prati aridi e rocciosi, su versanti soleggiati ed è specialmente adatto a terreni calcarei. Si tratta perciò di una specie poco esigente tipica delle praterie magre di bassa montagna. I brometi nelle forme più xerofile prendono anche il nome di "xerobrometi" e

sono caratterizzati da più discontinuità e dalla presenza di cespugli e graminacee dure. Nei pendii meno aridi i “mesobrometi” sono più densi e verdi, popolati da graminacee più tenere e da fioriture più vistose.

Figura 2.3 *Salvia pratensis* L.

3) *Salvia pratensis* L. (Figura 2.3), nome comune: salvia dei prati. Questa pianta erbacea perenne è una emicriptofita scaposa (ossia con fusto privo di foglie) appartenente alle *Labiatae* o *Laminaceae*. Caratteristiche comuni delle specie di questa famiglia sono: fusto quadrangolare e foglie opposte, parti erbacee ricche in sostanze aromatiche, fiore ermafrodita con corolla bilabiata. Si tratta di piante per lo più xerofile con areale centrato sulle coste mediterranee, ma con prolungamenti verso nord e verso est. La salvia ha il fusto eretto di 30-50 cm, le foglie basali con picciolo di 3-4 cm e lamina ovata con abbondanti crenature, le foglie cauline sessili e più piccole. L’infiorescenza è organizzata in verticilli da 4-6 fiori con calice di 4-6 mm che porta la classica corolla violetta. Il frutto è un tetrachenio formato da 4 mericarpi globosi e scuri (Pignatti, 1982).

Salvia pratensis è diffusa nei prati magri associata ai bromi, nelle praterie e nei pascoli aridi del piano collinare e subalpino, nelle praterie basse steppiche e rocciose. Si trova negli incolti, in zone ruderali, ai bordi di strade di campagna e sui sentieri. È una pianta che indica una buona secchezza del terreno, vegeta su substrati mediamente basici (pH 5.5-8) e privi di sostanze nutrienti. Non sopporta basse temperature prolungate ed esige esposizioni in piena luce.

2.2 Raccolta dei campioni

Per prima cosa sono stati fatti una serie di sopralluoghi presso i vari siti che hanno interessato i campionamenti. Questa fase, iniziata ai primi di luglio del 2017, è servita a valutare lo stadio fenologico delle piante per decidere quali specie considerare e individuare il momento di maturazione dei semi. Per facilitare la fase di campionamento sono stati individuati siti posti a differenti quote, in questo modo la maturazione ha avuto tempi diversi. Ogni specie è stata raccolta in tre luoghi diversi (Tabella 2.4) e per ciascuno di essi è stata compilata una scheda di raccolta riportante: nome della specie, raccoglitore, data, luogo, coordinate GPS, quota, tipo di vegetazione, tipo di substrato, superficie di campionamento, numero di individui campionati, stato dei semi e eventuali note sulla raccolta.

luogo	specie	coordinate GPS
CRETO	SAPRA	N45° 57.997' E10° 39.145'
LASINO	SAPRA	N46° 01.510' E10° 58.864'
PRASO	SAPRA	N45° 56.965' E10° 38.321'
BEDOE	BRERE	N45° 58.029' E10° 39.230'
LIMARO'	BRERE	N46° 03.292' E10° 55.268'
SEVROR	BRERE	N45° 57.252' E10° 38.741'
BEDOE	ARELA	N45° 58.029' E10° 39.230'
LASINO	ARELA	N46° 01.571' E10° 58.875'
SEVROR	ARELA	N45° 57.252' E10° 38.741'

Tabella 2.4 Siti di campionamento.

In ciascun sito, attraverso un campionamento casuale, sono stati presi 10 individui, che costituiscono il campione di ogni popolazione. Sono state prelevate le infiorescenze e ciascuna è stata riposta in una busta di carta. Per agevolare il lavoro sono stati assegnati dei codici ai campioni costituiti dal nome del luogo, sigla della specie (prime 2 lettere del genere e prime 3 della specie) e numero di infiorescenza. Per esempio "PRASO SAPRA" è il codice che indentifica il luogo di raccolta Praso e la specie *Salvia pratensis*.

2.3 Conta delle sementi e analisi statistica

Nel laboratorio della sezione di botanica del Muse è avvenuta la conta manuale dei semi con l'aiuto di uno stereomicroscopio. I dati di ciascuna specie sono stati inseriti in una tabella unica, distinguendo i tre campioni con un codice identificativo. Questi sono stati il punto di partenza per condurre le analisi statistiche di base utilizzando il software R (Core Development Team 2016) presso i laboratori del Ge.S.Di.Mont. Inizialmente sono stati creati i boxplots, ossia strumenti grafici utili per visualizzare qualitativamente le proprietà statistiche di una variabile, quali mediana e quartili. Successivamente è avvenuto il confronto statistico tra i tre campioni per osservare se vi sono differenze significative tra uno e l'altro o se invece fanno parte della stessa popolazione e le loro differenze sono dovute alla normale variabilità statistica. Si è usato il test Anova (*Analysis of variance*), basato sul confronto delle varianze. La varianza indica il livello di dispersione della distribuzione della probabilità rispetto alla media. L'Anova richiede di verificare preventivamente che i dati seguano la distribuzione gaussiana (ipotesi di normalità) e che la loro variabilità sia la medesima (ipotesi di omoschedasticità). Questo viene fatto con vari test che valutano la normalità e l'omogeneità delle varianze e, a seconda del risultato dei due assunti, si deve usare un test Anova differente. In particolare, nel caso di *Salvia pratensis* i valori sono risultati normali e le varianze omogenee, quindi si è fatto il test Anova parametrica. Per quanto riguarda *Bromus erectus,* violato l'assunto della normalità, si è usato il test Anova omoschedastica non parametrica. Per la terza specie, *Arrhenatherum elatius*, si è condotto il test di Friedman, perché sono stati violati gli assunti di

normalità e di omoschedasticità. Infine sono stati considerati non significativi i test in cui il *p-value* è risultato maggiore di 0,05.

2.4 Indagini sulle realtà che si occupano di flora autoctona nel nord Italia

Durante l'estate 2017 sono state visitate personalmente le due aziende del nord Italia che coltivano specie autoctone: Flora Conservation di Lino Zubani e SemeNostrum di Silvia Assolari. I contatti sono stati forniti dal responsabile della sezione di botanica del Muse. L'obiettivo è stato conoscere le aziende e la loro attività, aiutandosi con delle domande precedentemente preparate. Inoltre nel mese di febbraio 2018 è avvenuta la visita al Centro Flora Autoctona, conosciuto tramite il centro Ge.S.Di.Mont., dove la Dott.ssa Roberta Ceriani ha illustrato le azioni e gli obiettivi del CFA.

2.5 Indagini sui miscugli commerciali impiegati per il ripristino ambientale

Attualmente in Italia sono ancora ampiamente utilizzate sementi commerciali per i rinverdimenti, da una parte perché sono più economiche, dall'altra perché sono ancora minime l'attenzione e la sensibilità verso l'impiego di materiale vegetale autoctono. È stata svolta una ricerca sulla composizione e sulla provenienza dei principali miscugli venduti. L'indagine è stata fatta in parte tramite internet, mentre un grande contributo è stato fornito da due dottori forestali della Provincia di Trento che ci occupano di portare avanti progetti con tecniche di restauro ecologico. Tra le ditte che vendono semente commerciale per ripristini ambientali su vaste superfici, la più conosciuta è Biasion con sede a Bolzano. Di solito ci si appoggia a questa ditta per lo studio delle sementi per i terreni montani, infatti essa prepara miscugli *ad hoc* per vari tipi di siti, ma la maggior parte dei semi sono di provenienza estera.

3 RISULTATI

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi statistica relativi alle tre specie target e le informazioni raccolte in merito alle realtà italiane visitate.

3.1 *Arrhenatherum elatius*

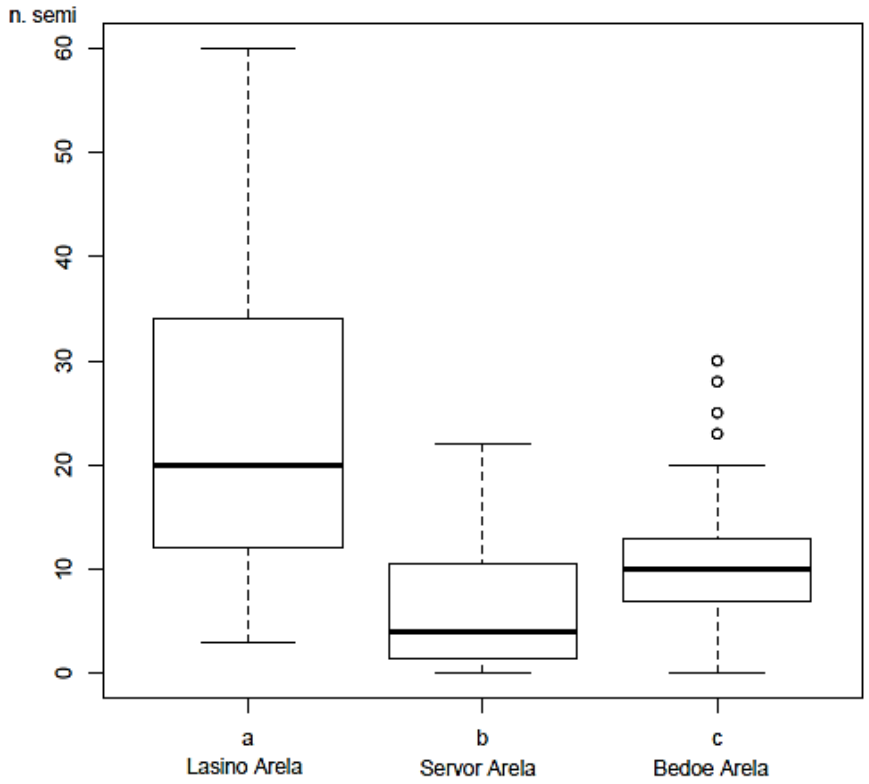

Figura 3.1 Boxplots riferiti a *Arrhenatherum elatius*.

Per quanto riguarda *Arrhenatherum elatius* sia nell'attività di campionamento che di conta dei semi si è notata la forte scalarità di maturazione tra le infiorescenze presenti su uno stesso individuo. Talvolta anche in una stessa infiorescenza lo stadio di maturazione dei semi era diverso. Ciò ha complicato le operazioni e sicuramente le ha rese meno precise e attendibili. Nonostante si sia cercato di prelevare gli individui nel momento più opportuno, queste caratteristiche si sono presentate come un limite piuttosto rilevante. Il numero di semi contati risulta per tali motivi molto basso. Questa situazione può essersi verificata in parte per cause naturali, ma più facilmente per una già avvenuta

dispersione data la ridotta capacità di ritenzione del seme della specie considerata.

Dai boxplots in Figura 3.1 si nota che i tre campioni di *Arrhenatherum elatius* presentano valori di mediana molto diversi. In particolare, essi sono: 20 per "Lasino Arela", 4 per "Sevror Arela" e 10 per "Bedoe Arela".
Il test Anova ha confermato che ci sono differenze significative tra i tre gruppi considerati. La Tabella 3.2 riporta i risultati riassuntivi del test (test di Friedman).

chi-squared	df	p-value *
58,175	2	2,33E-13

Tabella 3.2 Risultati test Anova riferiti a *Arrhenatherum elatius*.

3.2 *Bromus erectus*

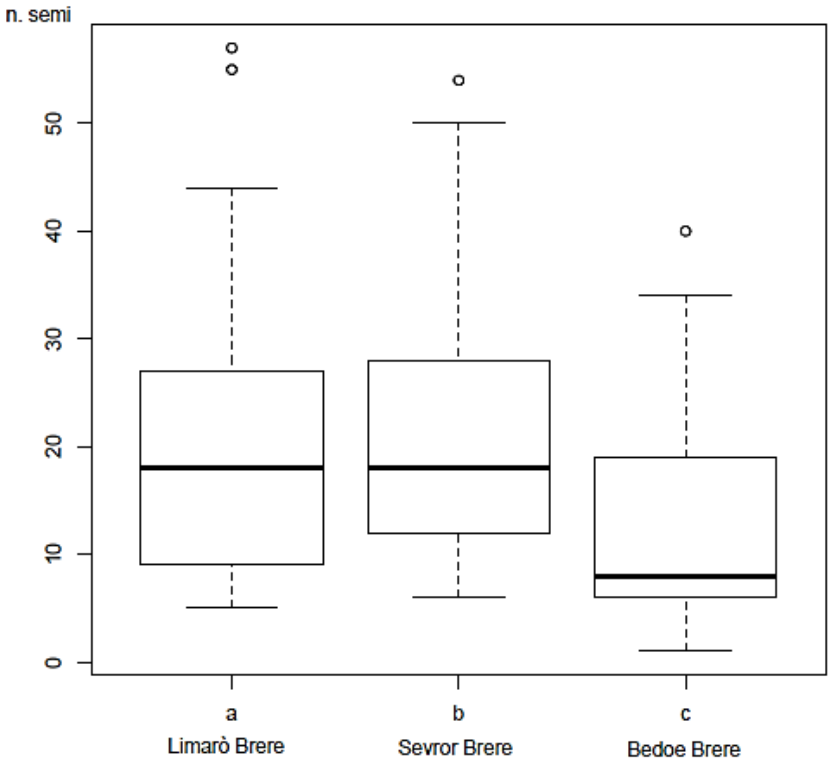

Figura 3.3 Boxplots riferiti a *Bromus erectus*.

Per questa specie si è notato che, rispetto alla specie precedente, i semi restano sulla pianta più a lungo prima di essere dispersi, tuttavia anche in questo caso la scalarità tipica delle graminacee ha dato alcuni problemi. Infatti non è stato possibile trovare in uno stesso momento tutti i semi e questo è il principale motivo per cui le popolazioni risultano così diverse, mentre ci si aspetterebbero risultati molto simili.

Dai boxplots in Figura 3.3 si nota che i primi due campioni di *Bromus erectus* hanno la stessa mediana, mentre il terzo ha un valore più basso. Le mediane sono: 18 per "Limarò Brere", 18 per "Sevror Brere" e 8 per "Bedoe Brere".
Anche in questo caso il test Anova ha dimostrato che le tre popolazioni sono significativamente diverse. La tabella 3.4 riporta i risultati riassuntivi del test (Anova omoschedastica non parametrica, test di Kruskal-Wallis).

chi-squared	**df**	**p-value ***
15,463	2	0,0004387

Tabella 3.4 Risultati test Anova riferiti a *Bromus erectus*.

3.3 *Salvia pratensis*

La raccolta e la conta dei semi sono state molto più semplici per questa specie. I semi infatti rimangono per molto tempo sulla pianta e anche dopo la loro maturazione non avviene la dispersione. Questa caratteristica differenzia questa specie dalle due graminacee precedenti e ha permesso una conta precisa di tutti i semi presenti in un infiorescenza. Il fatto che non ci sia una eccessiva variabilità rende sicuramente le operazioni più agevolate e precise.

Dai boxplots in Figura 3.5 si nota l'affinità tra le mediane dei tre campioni di Salvia pratensis. Esse si aggirano attorno allo stesso valore e in particolare sono: 110 per "Lasino Sapra",110 per "Praso Sapra" e 112,5 per "Creto Sapra".

Il test Anova in questo caso ha dimostrato che i tre gruppi non presentano differenze significative. La tabella 3.6 riporta i risultati riassuntivi del test (Anova parametrico).

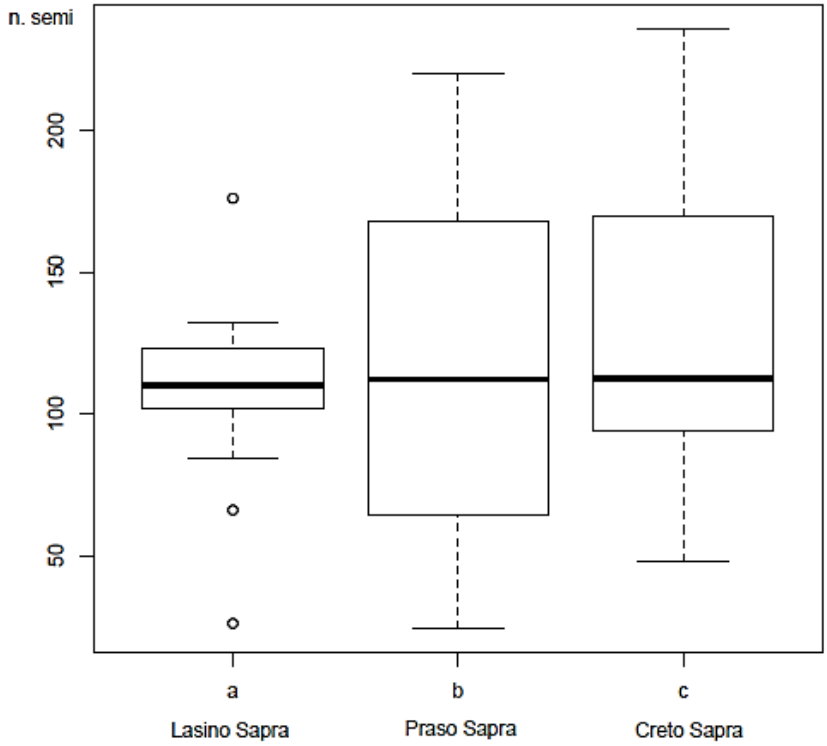

Figura 3.5 Boxplots riferiti a *Salvia pratensis*.

df	Sum Sq	Mean Sq	F value	p-value
2	5968	2968	1,194	0,309

Tabella 3.6 Risultati test Anova riferiti a *Salvia pratensis*.

3.4 Realtà che si occupano di flora autoctona nel nord Italia

Sulla base delle indagini condotte vengono di seguito presentate le tre realtà che si occupano di flora autoctona nel nord Italia (Figura 3.7):

1) Azienda SemeNostrum (www.semenostrum.it)
2) Azienda Flora Conservation (www.floraconservation.com)
3) Centro per la Flora Autoctona della Regione Lombardia (www.parcobarro.lombardia.it/_cfa/index.php)

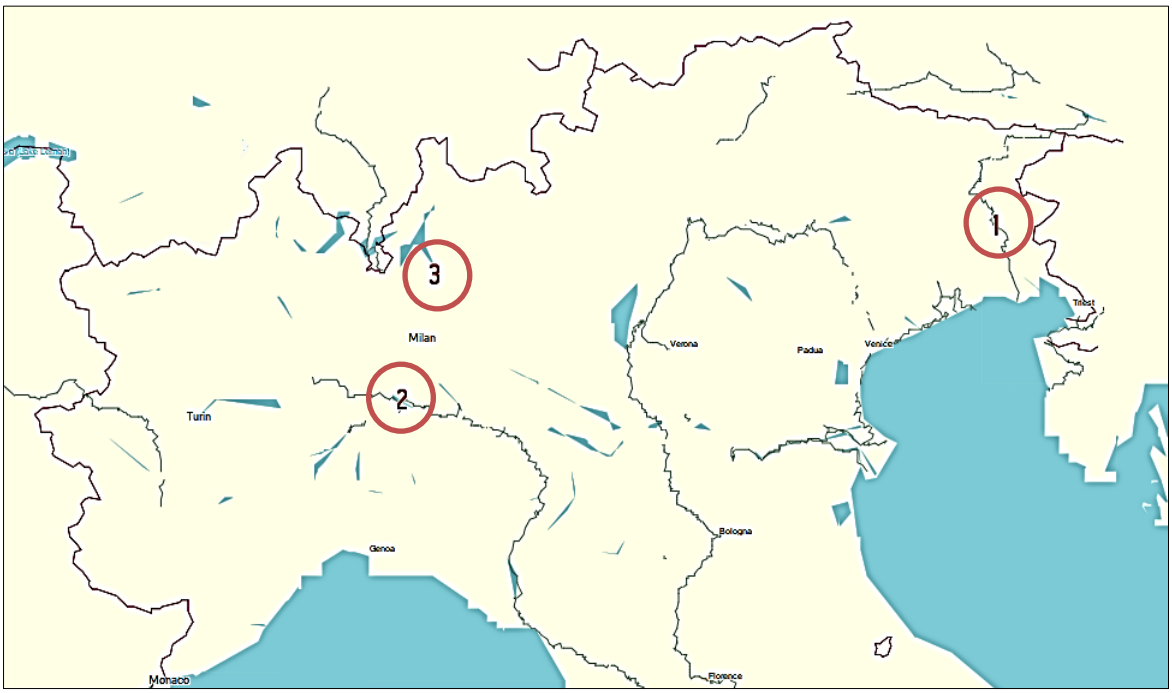

Figura 3. 7 Ubicazione delle tre realtà visitate che si occupano di flora autoctona.

In Italia le aziende produttrici di semi di specie autoctone che creano miscugli idonei al sito sono attualmente solo due: SemeNostrum a Udine in Friuli-Venezia Giulia e Flora Conservation situata a Pavia in Lombardia.

SemeNostrum nasce nel 2005 come la prima azienda in Italia specializzata nella produzione di sementi di fiori selvatici. L'idea che ha portato alla creazione di SemeNostrum è legata ad un particolare tipo di prato presente nella pianura friulana, il "Magredo" molto ricco di biodiversità e a rischio di scomparsa. Proprio dallo studio del "Magredo", dalle interessanti caratteristiche delle specie selvatiche e dalla speranza di valorizzare e proteggere la ricca flora locale,

nasce SemeNostrum grazie all'Università degli Studi di Udine, dove l'azienda è ospitata. Attualmente l'attività è portata avanti da uno solo dei tre soci fondatori, Silvia Assolari.

Flora Conservation nasce nel 2013 e raggruppa al suo interno diversi professionisti impegnati da anni in progetti internazionali di conservazione della biodiversità vegetale. Gli studi principali comprendono la germinazione, la conservazione e l'ecologia delle specie spontanee. Da questi interessi nasce l'idea di costituire un'azienda unicamente incentrata sulla produzione di specie autoctone con lo scopo di portare innovazione e sostenibilità nel mercato del verde. L'intento iniziale di Flora Conservation era produrre sementi di specie selvatiche, ma a causa del mercato poco ricettivo oggi si tratta più che altro di un vivaio specializzato nella produzione di piante in vaso per recuperi ambientali, fitodepurazione e verde ornamentale. Produce solo una piccola quantità di semi di specie erbacee autoctone in collaborazione con il Centro Flora Autoctona di regione Lombardia.

Il Centro Flora Autoctona ha sede a Galbiate in provincia di Lecco e nasce negli anni Novanta per volontà del Parco Monte Barro, da cui è attualmente gestito, come stazione sperimentale per la conservazione della biodiversità. Il CFA ha come obiettivo quello di creare una rete sul territorio e fare sviluppare l'economia locale. Perciò opera da una parte con le aziende e i vivai lombardi, e dall'altra con enti come l'Università degli Studi dell'Insubria (Varese), per la supervisione scientifica e per gli studi bio-ecologici e genetici; la Fondazione Minoprio (Como), per le pratiche agronomiche-vivaistiche; l'Università degli Studi di Pavia, per la raccolta e conservazione *ex situ* dei semi presso la Banca del Germoplasma (Tagliaferri *et al.*, 2011). Il CFA intende acquisire conoscenze e procedure che possano garantire la disponibilità di specie vegetali erbacee ed arbustive compatibili con le popolazioni lombarde e adatte all'impiego in opere di riqualificazione, recupero ambientale, inclusi gli interventi di ingegneria naturalistica. In questo contesto il centro si occupa di promuovere progetti di conservazione *in situ* ossia nei luoghi di presenza spontanea della specie, ma anche *ex situ*, ospita infatti la Banca del Germoplasma e si occupa di propagazione e coltivazione di piante (Cerabolini *et al.*, 2004).

3.4.1 SemeNostrum

L'intervista a Silvia Assolari ha permesso di conoscere come avviene la produzione di semi di specie autoctone in Italia. L'azienda ha una superficie produttiva di 2 ha, circa 1 ha per le specie annuali e 1 ha per le perenni. Dipende poi dalla necessità di utilizzare una determinata specie nel miscuglio, perché a seconda di ciò e della produttività della specie la superficie varia. Vengono coltivate circa 100 specie e la produzione totale si aggira attorno ai 100 kg all'anno per i semi delle annuali, meno per le perenni. Di seguito si presentano i vari e complessi passaggi della produzione.

Raccolta dei semi in natura. Avviene nei prati tipici della zona di Udine, detti "Magredi". Il campionamento avviene a random e devono essere presi più individui possibili, questo non è sempre facile in zone poco falciate che vengono invase dal bosco. In genere ciascun individuo può rimanere coltivato in campo per 5 generazioni (Commissione Europea, 2010). Ciò è abbastanza indicativo, infatti nascono anche nuove piante del frattempo, mentre altre vengono rimesse. Per evitare di andare spesso a raccogliere in natura, pratica che richiede tempo prezioso, vengono usate delle piante madri. Si tratta di piante che vengono tenute appositamente per produrre il seme che poi viene seminato per la vera e propria produzione. Ci sono casi di semi-coltivazione in cui alcune piante, come alcune bienni o la salvia dei prati, crescono spontaneamente e quindi si cerca di lasciarle e raccoglierne i semi.

Semina. Avviene a fine marzo. Le specie con copertura abbondante vengono coltivate su file, mentre le altre in un primo momento vengono seminate in alveoli tenuti al riparo dalla pioggia, poi dalla primavera fino a giugno vengono trapiantate su telo pacciamante (si tratta di un agri telo che fa passare l'acqua piovana). Ogni anno vengono seminati 50 alveoli, ma non tutte le piantine attecchiscono. L'entrata in produzione delle specie perenni si ha a partire dal secondo anno. C'è però molta variabilità, infatti alcune specie impiegano anche 4 anni per fiorire.

Pratiche agronomiche. L'irrigazione è di soccorso, quando serve viene fatta e al massimo tre volte all'anno. La concimazione in genere non viene fatta. Ma in alcuni casi, nelle graminacee, anche solo una bassissima concimazione può

raddoppiare le produzioni. La gestione delle malerbe è una delle operazioni più laboriose. Il diserbo può essere fatto manualmente, per contatto, con campana o a pieno campo (solo per le annuali). Con il primo si rischia di danneggiare anche le piante coltivate e inoltre è faticoso. Il diserbo per contatto permette di avere una posizione molto più comoda: l'operatore è in piedi e, con una pinza su cui sono fissate due spugnette imbevute di diserbante, va a toccare le infestanti. Anche il diserbo a campana è semi-manuale e va fatto a inizio primavera. Il diserbante adatto dipende dalla specie. Non ci sono riferimenti riguardo al principio attivo da usare, per questo vengono fatte autonomamente prove sperimentali. Una pratica importante è mantenere la coltivazione in equilibrio ecologico, ossia le condizioni di crescita devono essere più naturali possibili. Evitare la selezione di alcuni individui durante i processi di raccolta e coltivazione è fondamentale per il mantenimento della variabilità genetica (Mijnsbrugge *et al.*, 2010).

Raccolta. La scalarità di maturazione aiuta al momento della raccolta. È molto importante osservare direttamente e scegliere il momento giusto prima della disseminazione naturale, ma non troppo presto. Le annuali e alcune perenni vengono raccolte con la trebbia nel momento di picco una sola volta. In questo modo i semi sono separati dalla paglia e in parte puliti. Si raccoglie anche molto a mano per più volte e per periodi più o meno lunghi a seconda della specie. Si stacca l'infiorescenza o in alcuni casi si scuote con l'aiuto di una scopa e si fa cadere il seme su una pala. In altri casi si può usare un aspiratore oppure una barra falciante con telo.

Pulitura. Dopo la raccolta le piante raccolte si fanno essiccare in tunnel o all'aria. Segue la pulitura che è molto difficile e per questo alcuni semi si raccolgono a mano in modo da averli quasi puliti. Come limite l'azienda si pone un 10% di semi estranei. A causa della mancanza di attrezzature adatte, SemeNostrum utilizza dei macchinari auto-costruiti *ad hoc* per completare la pulizia dei semi. La setacciatrice presenta tre diversi setacci sovrapposti e separa per dimensione semi e materiale inerte. Il depolveratore (Figura 3.8) è uno strumento dove i semi vengono puliti da un flusso d'aria che può essere regolato a seconda del peso dei semi. Sono necessari più passaggi del seme nelle

due macchine, ad un certo punto ci si ferma perché si perdono o danneggiano i semi. In media dopo la pulitura viene perso il 70-80% del volume alla raccolta.

Figura 3.8 Prototipo di depolveratore.

Conservazione. I semi una volta puliti vengono conservati separatamente e andranno poi ad essere usati per comporre il miscuglio. Si tratta di un miscuglio per prato fiorito di norma composto da specie annuali selvatiche, specie perenni selvatiche e una graminacea commerciale del genere festuca come base. I miscugli non sono preconfezionati, in modo da poter rispettare la naturale distribuzione sul territorio delle specie selvatiche utilizzate e inoltre adattare il miscuglio alle caratteristiche pedo-climatiche in cui si deve intervenire. Per questo motivo alla clientela vengono poste numerose domande riguardo alle caratteristiche dell'area che deve essere rinverdita, alla gestione e agli obiettivi dell'intervento. La Tabella 3.9 riporta le specie selvatiche che compongono il miscuglio tipico per una zona montana a circa 800 m s.l.m.
La densità di semina richiesta è 8-10 g/m^2 rispetto ai 30-40 g/m^2 comunemente usati per le sementi commerciali (Krautzer e Wittmann, 2006). Ciò permette di lasciare il prato inizialmente rado per far nascere tutte le specie ed è abbastanza per assicurare una efficace copertura vegetale nel tempo.

Il prezzo delle sementi è molto alto rispetto alle quelle commerciali. Esso dipende anche dalle dimensioni del seme: una specie con semi molto piccoli tendenzialmente costa di più al kg ma in rapporto ad una con semi più grandi ha bisogno di una minore dose di semina. I prezzi variano dal più basso che è 200 euro/kg al il più alto 1200 euro/kg, va aggiunta l'iva per le sementi del 10%.

perenni selvatiche	**annuali selvatiche**
Achillea millefolium L.	*Anthemis arvensis* L.
Anthyllis vulneraria L.	*Centaurea cyanus* L.
Brachypodium rupestre Host	*Papaver rhoeas* L.
Briza media L.	*Consolida regalis* Gray
Bromopis erecta Huds.	*Legousia speculum-veneris* L.
Buphthalmum salicifolium L.	*Matricaria recutita* L.
Campanula glomerata L.	*Myosoytis arvensis* L.
Campanula rapunculoides L.	*Papaver apulum* Ten.
Centaurea jacea L.	*Sherardia arvensis* L.
Centaurium erythrea Rafn	*Viola arvensis* L.
Dactylis glomerata L.	
Daucus carota L.	
Dianthus barbatus L.	
Dianthus carthusianorum L.	
Festuca rubra L.	
Filipendula vulgaris Moench	
Gallium verum L.	
Holcus lanatus L.	
Hypericum perforatum L.	
Hypochaesis radicata L.	
Leucanthemum vulgare Lam.	
Linaria vulgaris Mill.	
Phleum pholeoides L.	
Salvia pratensis L.	
Sanguisorba minor Scop.	
Scabiosa triandra L.	
Silene flos-cuculi L.	
Silene vulgaris Moench	
Thymus pulegioides L.	
Trifolium rubens L.	

Tabella 3.9 Composizione del miscuglio SemeNostrum.

SemeNostrum vende poco per interventi di restauro ecologico. Questo perché nel pubblico si fa tale scelta solo se obbligati, per esempio in un parco naturale. L'azienda lavora per lo più per rinverdimenti a livello privato di piccole-medie dimensioni e in tutta Italia, raramente nelle zone mediterranee dove però ci sono stati alcuni interventi. Secondo la titolare la domanda di semi nativi sta crescendo e anche la sensibilità verso tale settore, tuttavia c'è bisogno di una più accurata gestione del verde da parte dei professionisti che conoscono poco queste nuove pratiche.
Silvia Assolari afferma che la limitazione in zone da seme, come accade in altre Nazioni più avanzate in questo campo, renderebbe impossibile il mercato in Italia. Ciò che è importante è salvare le specie, questo in alcuni casi può giustificare il fatto che le sementi di tali specie vengano usate in un luogo lontano rispetto a quello natio. Più che la distanza, occorre infatti valutare l'ecologia dell'ambiente. La difficoltà di suddividere in zone da seme in Italia è data dalla diversità di ambienti che il nostro Paese presenta, perciò queste dovrebbero essere definite oltre il confine nazionale.
Sarebbero utili più informazioni scientifiche riguardo alle tecniche da adottare, infatti per chi opera in questo ambito non ci sono riferimenti. L'azienda si basa su test autonomi, sullo scambio di informazioni tra i pochi produttori esistenti e sul confronto con progetti promossi da altre realtà per la maggior parte pubbliche (Minoprio, Pisa, Veneto Agricoltura). Perciò si impara con l'esperienza e l'osservazione costante e diretta delle piante. Silvia Assolari svolge il lavoro da sola e tutto dipende da lei, questa è una delle maggiori difficoltà. Servono infatti molte competenze per un lavoro come questo e non è semplice trovare persone che le hanno anche solo in parte. Per il futuro vede un percorso lungo dove dovrebbero nascere delle collaborazioni tra le aziende produttrici e le università per portare avanti un tipo di ricerca più applicata, e sempre meno pura.

3.4.2 Flora Conservation

Dato il mercato poco consolidato la coltivazione e vendita di sementi costituisce solo il 5-10% del fatturato dell'azienda Flora Conservation. La produzione di

seme è solo di circa 40 kg all'anno e per questa attività il titolare Lino Zubani ha un campo di 12000 m^2 seminato tempo fa e lasciato a stabilirsi, da cui vengono raccolte alcune specie. Inoltre un'altra zona è destinata alla coltivazione di piante su telo pacciamante (Figura 3.10). Attualmente l'azienda sta collaborando al progetto sul fiorume del Centro Flora Autoctona con il ruolo di coltivare 12 specie per produrre seme. Questa semente è destinata ad arricchire il fiorume. La superficie totale prevista per il progetto è di 5000 m^2. Ad oggi le specie piantate sono: *Salvia pratensis, Lotus cornicolatus, Achillea millefolium, Leucanthemum vulgare, Gallium verum, Centaurea nigrescens, Hypericum perforatum, Diathus carthusianorum*.

Figura 3.10 Coltivazione su telo pacciamante.

La raccolta in natura avviene manualmente in primavera e per lo più vicino all'azienda. Anche Lino Zubani ha espresso la difficoltà di dedicarsi alla raccolta, avendo tante altre attività da portare avanti. La germinazione è fatta in serra e poi la piantina viene trapiantata in campo. Per quanto riguarda le pratiche agronomiche, l'irrigazione di soccorso è fondamentale, data la stagione estiva molto poco piovosa. In più se bagnate le piante fanno anche più fioriture durante l'anno. La concimazione non viene fatta e le infestanti sono ben gestite

utilizzando il telo pacciamante. Per questi risultati positivi, Lino Zubani intende convertire anche altre zone all'utilizzo del telo. Inoltre, il trapianto nella stagione autunnale permette di bloccare le infestanti che sono soprattutto estive. La raccolta dei semi maturi dipende dalla specie, ma in genere viene fatta a mano data anche la ridotta quantità di seme prodotto. Successivamente i semi vengono puliti prima manualmente, poi con setacci e macchinari che sfruttano un flusso d'aria. Ogni tipologia di seme viene trattata in modo diverso. Dopo la pulitura i semi vengono conservati in un locale adeguato presso la banca dei semi dell'Università di Pavia. La vendita avviene come miscuglio costituito da una base di *Festuca rubra* commerciale integrata con le specie da fiore autoctone. Tutto il ciclo è difficoltoso e complicato dal fatto che non ci sono spiegazioni di come operare praticamente. Quindi maturando l'esperienza si vedono i risultati e si cerca di migliorare o cambiare. Un importante aiuto deriva dalla stretta relazione con l'azienda SemeNostrum, sia per lo scambio di informazioni utili sia di sementi.
L'azienda lavora molto nel settore pubblico per progetti di restauro ecologico, in particolare di zone umide, per cui utilizzano maggiormente le piante in vaso rispetto alla semente, la quale è meno richiesta o meno considerata. Questo perché il mercato di semi nativi è ancora molto ridotto e i costi di produzione sono molto alti.

3.4.3 Centro Flora Autoctona

La sperimentazione del CFA nasce a fronte delle specifiche esigenze di ripristino e messa in sicurezza del territorio che richiedono il reperimento di materiale vegetale. Essa si compone di due filoni: produzione di piante in vaso, soprattutto di piante rare per interventi di ripopolamento, e produzione di seme di specie erbacee impiegabili in attività di ripristino ambientale. In particolare si creano due miscugli diversi composti da 15 specie ciascuno. Tale pratica agronomica ha da subito visto problematiche rilevanti quali la difficoltà e l'onerosità date dal clima, dalla mancanza di acqua e dall'aggressività delle infestanti. Per evitare tali problemi si è provato a spostare il progetto in vallate alpine, ma non ha avuto successo per la mancata cessione dei terreni.

Il CFA ha come obiettivo quello di aiutare le aziende e i vivai a produrre piante autoctone, affinché questa pratica si sviluppi sul territorio e sia portata avanti dalle aziende stesse. Attualmente sono pochi i vivaisti lombardi che si occupano di flora autoctona: Lino Zubani che produce solo autoctone e per la maggior parte piante in vaso, alcuni che si stanno spostando su questo mercato, altri che lo fanno solo su richiesta. Inoltre, nell'ambito di un progetto PSR, dedicato al trasferimento di conoscenze dalla ricerca alle aziende, anche alcuni agricoltori stanno provando a coltivare piante per la produzione di seme. Il CFA fornisce i semi e un servizio di consulenza, in più un concreto impegno è dedicato alla certificazione dei processi impiegati per la produzione di piante, semi, fiorume e della provenienza e idoneità del materiale riproduttivo (Cerabolini *et al.*, 2004).
Recentemente l'interesse si è spostato sull'utilizzo del fiorume. Per quanto riguarda questo materiale, la raccolta viene fatta dagli agricoltori in accordo con il CFA attraverso l'utilizzo di una macchina spazzolatrice (Figura 3.11) in grado di trebbiare i prati donatori maturi e che può essere trainata da una trattrice agricola anche di piccole dimensioni. Mentre per la raccolta della semente in aree impervie o molto piccole si usa una spazzolatrice a spalla.

Figura 3.11 Spazzolatrice del Centro Flora Autoctona.

I prati donatori vengono sottoposti a indagini floristico-vegetazionali e a monitoraggio fenologico di alcune specie guida, in seguito a ciascuno viene attribuito un indice di qualità. Lo studio del CFA ha portato all'individuazione di 6 classi di qualità (Ceriani, 2016). Il fiorume viene raccolto al primo taglio quando è ricco di specie graminoidi mature, ma la scelta di poche specie chiave non impedisce di raccogliere anche semi di altre specie. La raccolta è un momento delicato che deve avvenire alla massima maturazione, la sua posticipazione, ad esempio a causa di temporali estivi, rischia di far perdere la semente. Per avere un'alta biodiversità si può prevedere una seconda raccolta quando il prato presenta le fioriture date dalle dicotiledoni, ma questa è rara. In alternativa si arricchisce il fiorume con semi di fiori autoctoni coltivati, per esempio da Flora Conservation.

Dopo la raccolta del fiorume l'azienda agricola può come sempre utilizzare il fieno per l'alimentazione del bestiame e gestire i prati in maniera tradizionale con sfalcio ed eventuale concimazione. Anzi, un cambiamento gestionale può comportare a lungo termine alterazioni floristico-vegetazionali che imporrebbero una nuova valutazione del sito per verificarne l'idoneità alla raccolta del fiorume e la qualità di quest'ultimo. Gli effetti della posticipazione dello sfalcio sul fieno sono stati esaminati dalla Fondazione Fojanini nell'ambito del progetto "POA Produzione Ottimizzata Autoctone – produzione di fiorume autoctono certificato da prati ad alta biodiversità" del 2016. In primo luogo i tecnici hanno sottolineato la difficoltà di ottenere il consenso degli agricoltori alla raccolta del fiorume, questo perché la domanda di foraggio è molta e le aziende sono restie a perdere, seppur parzialmente, il foraggio del primo sfalcio, che rappresenta quasi il 50% dell'intera produzione annua. Un aspetto particolarmente sentito dagli agricoltori è quello del riscontro economico derivante dalla raccolta di fiorume nei prati normalmente destinati alla produzione di foraggio. Per essere conveniente, il fiorume dovrebbe garantire un ricavo superiore ai maggiori oneri di lavorazione e minori rese quanti-qualitative in foraggio. Il prezzo di vendita del fiorume stimato a conclusione del progetto, costituisce una semplice compensazione per l'agricoltore, non sufficiente a promuovere la produzione di fiorume e che non tiene conto della qualità del fiorume stesso (Gusmeroli e Della Marianna, 2016). La Fondazione Fojanini ha

condotto per tre anni prove sperimentali che hanno previsto il confronto tra una gestione foraggera tradizionale, in linea con le consuetudini locali, e una gestione con raccolta di fiorume. Nella media delle tre annate la raccolta del fiorume ha comportato un ritardo nel primo taglio di 28 giorni. Si è visto che con una raccolta annuale del fiorume il fieno non risente di grandi cambiamenti. Infatti la resa non varia, sia in termini di sostanza secca, che di energia e protidi grezzi. Mentre per quanto riguarda la qualità del foraggio si assiste ad un aumento della fibrosità dai 3 ai 4 punti percentuale. Diversamente con due raccolte di fiorume le rese si abbassano significativamente (Gusmeroli e Della Marianna, 2016).

L'obiettivo del CFA è promuovere la creazione di una filiera (Figura 3.12) che coinvolga gli agricoltori come avviene in Austria da ben 20 anni. I passaggi previsti per l'impiego diretto senza la conservazione sono: creare un registro di prati donatori, ricevere le richieste di fiorume per tempo, raccogliere il fiorume, consegnare e impiegare su un sito ricevente.

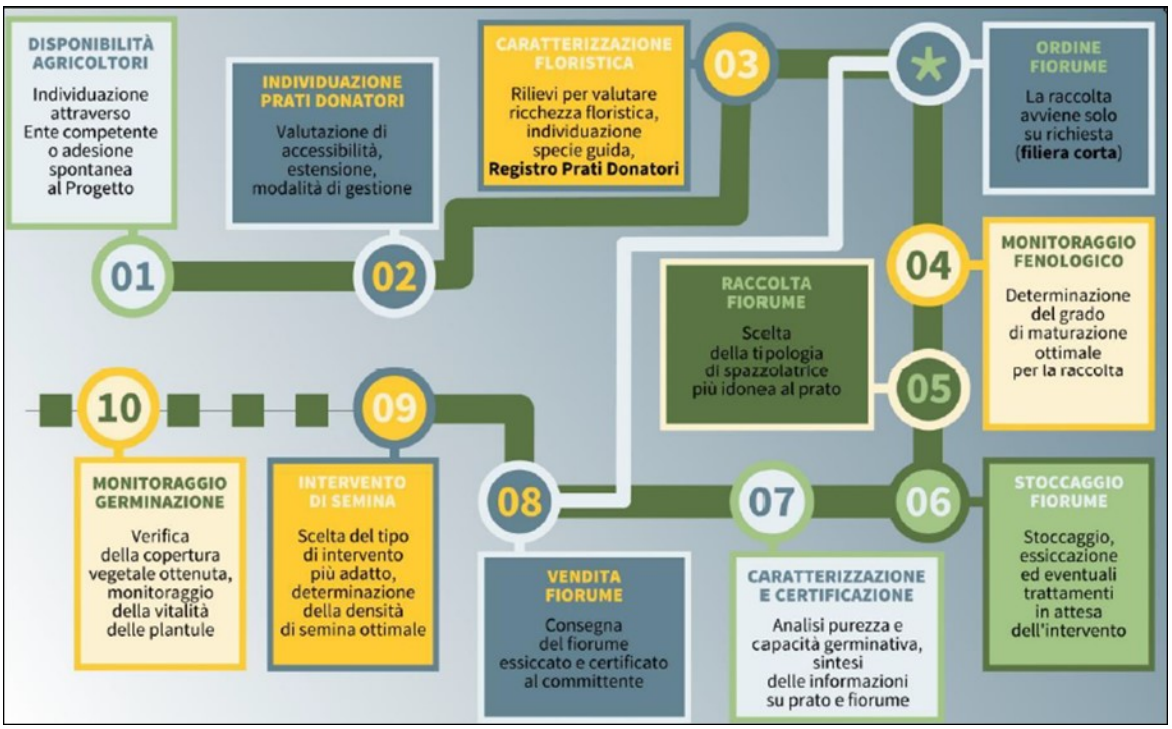

Figura 3.12 Filiera di produzione di fiorume e sementi autoctone. Fonte: Ceriani, 2016.

La certificazione del fiorume non è regolamentata e perciò il CFA si basa su quella proposta per le sementi ma adattandola. Quattro sono i parametri

misurati: purezza (% di semi presenti), composizione specifica, contenuto di semi per unità di peso (numero di semi per grammo di fiorume), tasso di germinazione su terriccio (numero di plantule per metro quadrato a 30 giorni dalla semina). I risultati della caratterizzazione sono utilizzati per l'etichettatura associata alla certificazione di autoctonia e per fornire indicazioni sul contenuto in semi e quindi sulla quantità di fiorume da impiegare.
Il materiale inerte che compone il fiorume è una parte importante e deve essere reso omogeneo attraverso una trinciatura per raggiungere la pezzatura di 10 cm.
Il costo del fiorume va da 15 a 35 euro/kg ed è fortemente influenzato dai seguenti fattori: Paese considerato (i Paesi dell'Europa orientale sono caratterizzati da prezzi minori), tipo di vegetazione target, dimensioni e ubicazione del prato donatore, densità di semina (Török *et al.*, 2011).
Il fiorume è impiegato per opere ripristino in parchi naturali, piste da sci e anche cave. C'è inoltre richiesta da parte di privati e tecnici, ma manca ancora la sensibilità pratica e perciò la progettazione del verde è sempre lasciata per ultima.

3.5 Miscugli commerciali impiegati per il ripristino ambientale

Con il termine "sementi commerciali" si indicano miscugli di specie selezionate geneticamente che vengono prodotte su vasta scala e poi distribuite sul mercato nazionale e estero. Nei decenni la selezione ha portato a varietà di piante (per la maggior parte foraggere) sufficientemente stabili ed omogenee, le cui caratteristiche consentono di prevedere sostanziali vantaggi per le utilizzazioni perseguite (Consiglio della Comunità Economica Europea, 1966).
Sono stati considerati alcuni miscugli commercializzati dalla ditta Biasion di Bolzano, la quale crea miscugli specifici a seconda delle esigenze. In particolare nella Tabella 3.13 sono elencate le specie che compongono un miscuglio standard per scarpate, con percentuale e provenienza. Non c'è nessuna specie autoctona e le provenienze sono sostanzialmente dall'Europa centro-settentrionale (Germania, Austria, Olanda, Danimarca) e anche dal Canada. Il costo dei miscugli Biasion, come quello riportato a titolo di esempio, si aggira tra 8 e 10 euro al chilogrammo.

Ci sono miscugli commerciali non specifici per un determinato sito che sono composti da pochissime specie, soprattutto graminacee, e costano anche 5-7 euro/kg (Tabella 3.14).

composizione	**%**	**PROV**
Festuca rubra L.	42,5	DK
Bromus inermis Leyss.	1	A
Festuca arundinacea Schreb.	14	DK
Phleum pratense L.	5,5	DK
Lolium perenne L.	15	DK
Poa pratensis L.	5	DK
Dactylis glomerata L.	6,3	DK
Festuca pratensis Huds.	2	DK
Lotus corniculatus L.	0,5	CDN
Trifolium hybridum L.	1	DE
Trifolium repens L.	2	DE
Trifolium pratense L.	1	CDN
Medicago sativa L.	1	I
Onobrychis sativa L.	1	I
Vicia sativa L.	1	ES
Vicia villosa L.	1	H
Sanguisorba minor L.	0,1	DE
Plantago lanceolata L.	0,1	DE

Tabella 3.13 Composizione del miscuglio Biasion.

composizione	**%**	**PROV**
Lolium multiflorum L.	25	USA
Lolium perenne L.	15	DK
Dactylis glomerata L.	10	DK
Festuca arundinacea Schreb.	20	USA
Phleum pratense L.	10	CDN
Onobrychis sativa L.	10	UCR
Trifolium pratense L.	5	CZ
Trifolium hybridum L.	5	CDN

Tabella 3.14 Esempio di miscuglio commerciale non specifico.

4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONE

Dai risultati del test Anova si nota che per la salvia si è ottenuta una produttività coerente tra i tre campioni, mentre per le due graminacee si sono verificate differenze significative. La significatività del test non è presumibilmente data dall'area di campionamento, ma da altri fattori che hanno influenzato notevolmente la rilevazione dei dati, che di conseguenza sono risultati poco verosimili. Per questo è necessario prendere in considerazione altre caratteristiche che naturalmente contraddistinguono le specie autoctone: elevata dormienza dei semi, variabilità nella germinazione, crescita lenta, fioritura indeterminata, scalarità di maturazione e bassa ritenzione del seme. Queste influenzano fortemente la coltivazione di semi e l'ottenimento di fiorume, fieno e erba verde. Perciò per il successo di un ripristino è essenziale una dettagliata conoscenza della specie impiegata per comprenderne il comportamento riproduttivo nell'ambiente in cui si trova, la crescita, la maturazione dei semi, la germinabilità (Krautzer e Hacker, 2006). Inoltre all'avvicinarsi della raccolta la fenologia di ogni specie deve essere ripetutamente osservata per individuare il momento di maturazione ideale. La temperatura, le precipitazioni e il vento influenzano molto questa fase e possono causare la perdita di importanti quantità di seme maturo, in particolare per le specie che lo perdono facilmente, come *Arrhenatherum elatius* (Bassignana *et al.*, 2015). Anche Krautzer e Hacker, 2006 indicano che le graminacee autoctone dei prati permanenti di montagna presentano una modesta resa alla raccolta. Perciò non è importante la produzione totale di una specie, ma la quantità di seme che si riesce ad ottenere e quindi la conoscenza dei fattori che la influenzano.

Anche le ricerche condotte in merito alle realtà produttive testimoniano che le pratiche per ottenere sementi e materiali vegetali idonei al sito implicano una gestione attenta e difficile. Diversamente le sementi commerciali solitamente impiegate mancano di queste caratteristiche di naturalità, di conseguenza sono prodotte più facilmente e quindi più economiche.

Si intende elaborare i risultati ottenuti dalle indagini sull'utilizzo della flora autoctona e dei miscugli commerciali confrontando: fiorume, miscuglio SemeNostrum e miscuglio commerciale (Biasion). I due miscugli sono pensati per lo stesso tipo di intervento, cioè su un pendio in zona montana (quota 800-1000 m s.l.m.).

Un primo motivo di confronto è il numero di specie presenti (Figura 4.1). Nel fiorume non è possibile raccogliere tutte le specie presenti nel prato donatore, tuttavia la composizione specifica è molto buona, in media 52 specie (Ceriani, 2016). Invece, nel miscuglio SemeNostrum il numero si specie è 42 e nel miscuglio commerciale è 18. Il minor numero di specie si trova nel miscuglio commerciale, mentre una maggiore ricchezza di specie è tipica del materiale locale. Diversi studi hanno provato che con l'utilizzo di specie autoctone si raggiungono valori più elevati di diversità specifica e di copertura vegetale. Ciò porta inoltre a diversificare un sistema di radici che permette un controllo dell'erosione e quindi una maggiore funzione stabilizzante (Krautzer e Hacker, 2006).

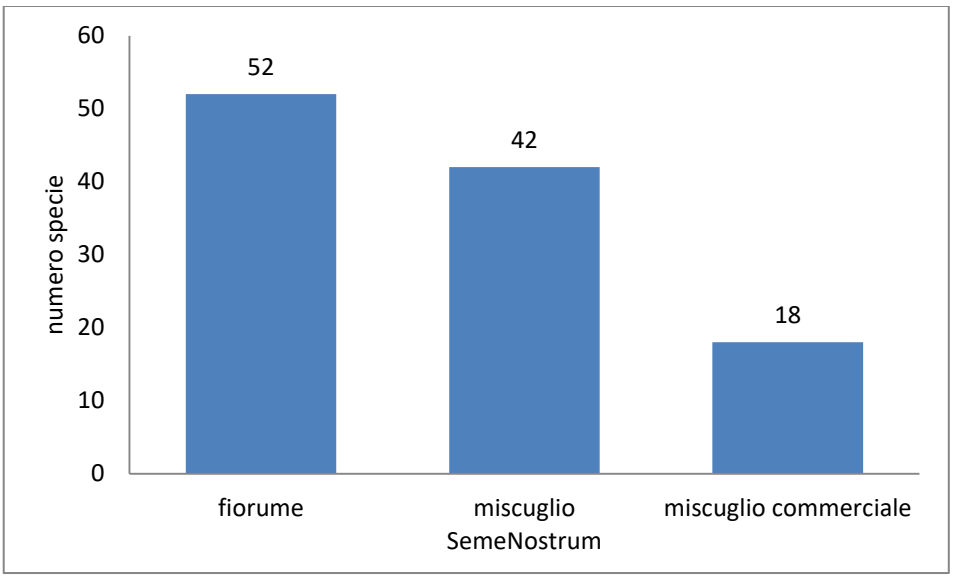

Figura 4.1 Istogramma relativo al numero di specie presenti.

La Figura 4.2 mostra la percentuale di monocotiledoni e dicotiledoni nei tre casi considerati. Nel fiorume si trovano un 50-60% di graminacee, il resto è composto da leguminose e altre dicotiledoni. Nel miscuglio SemeNostrum ci sono più di 30

specie di dicotiledoni, ma esse sono una percentuale minima (5-8%) all'interno del miscuglio costituito per la maggior parte da una decina di graminacee sia selvatiche ma soprattutto commerciali usate come base. Infine, il miscuglio commerciale ha un 90% di monocotiledoni e un 10% di dicotiledoni.

Di tali specie, nel fiorume il 100% sono autoctone. Nel miscuglio SemeNostrum solo la base è costituita da graminacee commerciali ma essa rappresenta quasi il 95% del miscuglio, quindi le specie autoctone costituiscono solo il 5,5%. Le sementi commerciali sono invece tutte non locali (Figura 4.3).

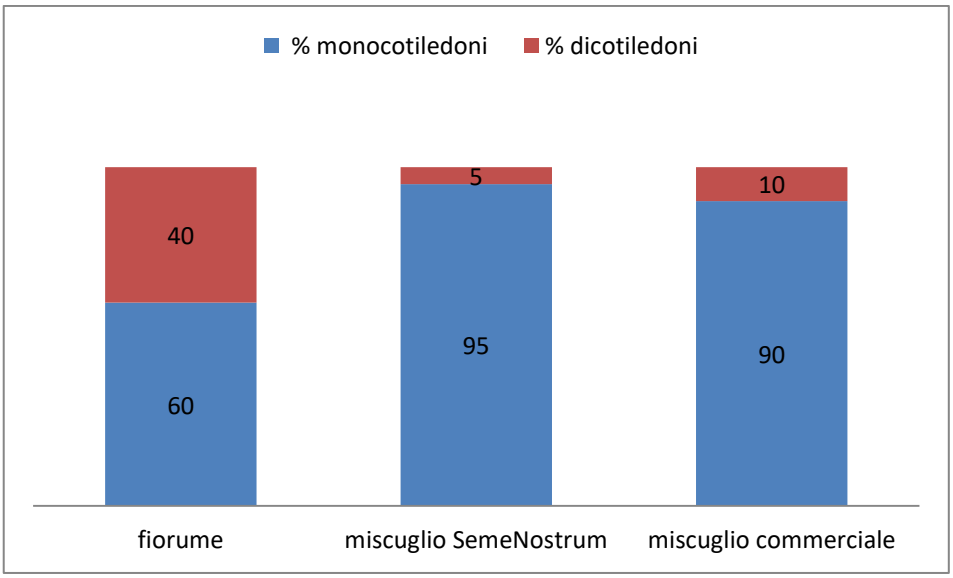

Figura 4.2 Istogramma relativo alla percentuale di monocotiledoni e dicotiledoni.

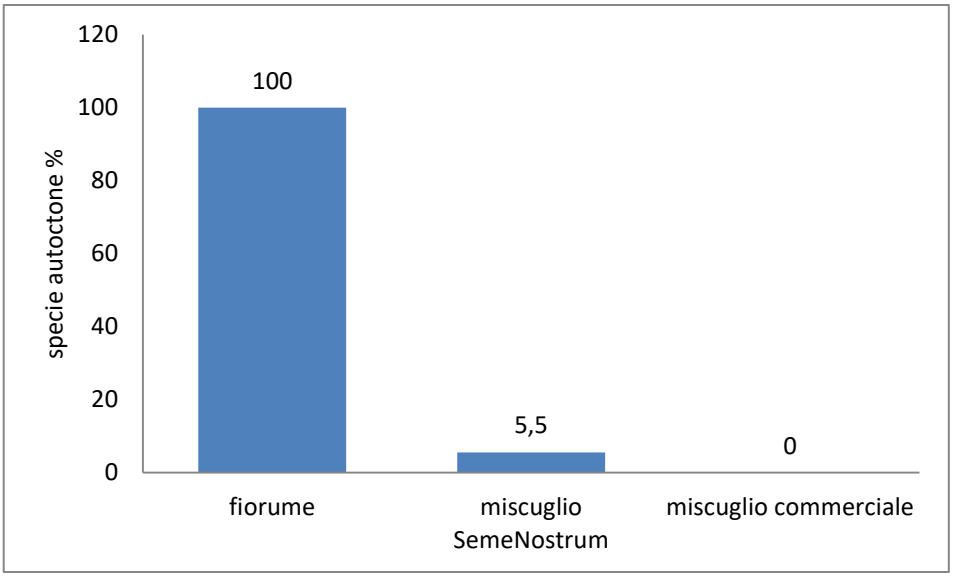

Figura 4.3 Istogramma relativo alla percentuale di specie autoctone.

Prendiamo ora in considerazione la densità di semina (Figura 4.4). Essa per i miscugli di semi autoctoni può andare da 1 a 10 g/m^2, ossia da 10 a 100 kg/ha, e aumenta a seconda della pendenza del terreno fino a 500 kg/ha. Török *et al.*, 2011 riportano per miscugli di semi una densità di 20-45 kg/ha per interventi su grandi superfici. In genere, dato che il costo dei semi locali è alto rispetto a quelli commerciali, possono essere impiegati con dosi di semina ridotte (Sartori e Salvadori, 2011). Nel caso dei miscugli considerati, adatti a situazioni di ripristino in pendenza, la dose va dai 10 ai 20 g/m^2. Negli interventi con fiorume monitorati dal CFA la densità ottimale è risultata per il 75% dei lotti inferiore ai 50 g/m^2 (Ceriani, 2016).

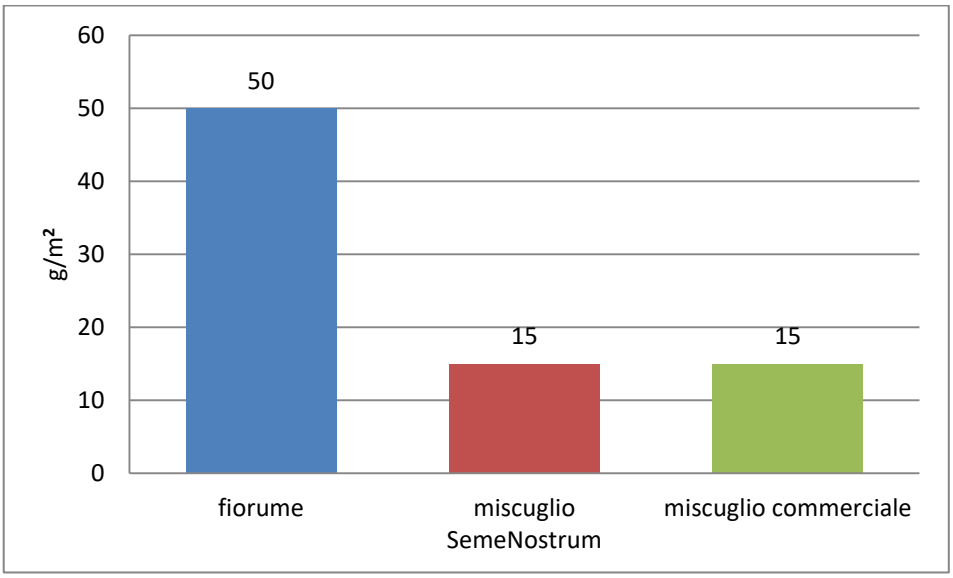

Figura 4.4 Istogramma relativo alla densità di semina.

Non vanno dimenticati i costi (Figura 4.5), i quali sono attualmente uno dei maggiori ostacoli nell'impiego delle specie autoctone. Infatti, come riferito da SemeNostrum, le specie perenni e annuali selvatiche hanno un costo medio che va da 200 euro/kg a 400 euro/kg, enorme se confrontato ai 5-8 euro/kg delle specie commerciali. Il costo delle diverse specie prodotte è molto variabile, perché è possibile assicurare un prezzo costante del miscuglio solo se i costi di produzione decrescono con l'aumento dell'esperienza, della produzione e dell'impiego di tale materiale (Krautzer e Hacker, 2006). In sostanza, nel miscuglio SemeNostrum il 90% del costo è dato dalle specie selvatiche, le quali

però sono solamente il 5,5% sul totale. Il costo complessivo è di circa 25-30 euro/kg, mentre il miscuglio commerciale costa 8-10 euro/kg. Per quanto riguarda il fiorume, il listino prezzi del Trentino riporta per "fiorume ottenuto con macchina raccogliseme da praterie pingui" un costo pari a 32,2 euro/kg. Mentre il CFA ha proposto un prezzo finale del fiorume di prato permanente da 15 a 35 euro/kg, tenendo conto della valutazione qualitativa del materiale stesso, inclusi la qualità del prato donatore, la quota a cui esso è ubicato, gli aspetti logistici, i risultati della caratterizzazione del miscuglio. Per il fiorume derivante da pascoli d'alpeggio ricchi di specie il prezzo dovrebbe essere compreso tra i 40 e 50 euro/kg (Bassignana *et al.*, 2015).

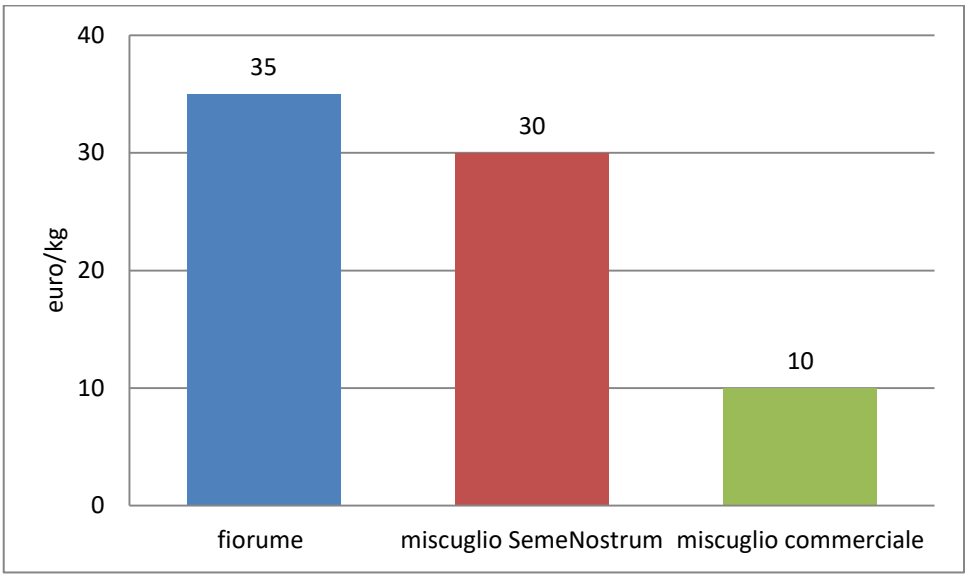

Figura 4.5 Istogramma relativo al costo delle tre tipologie di miscugli al chilogrammo.

In conclusione, solamente considerando le spese per l'acquisto del materiale da semina, escludendo quindi quelle relative all'eventuale acquisto di materiale ausiliario e di pacciamatura, si nota come i costi siano sensibilmente diversi. La Figura 4.6 riporta il costo in euro all'ettaro dei tre materiali considerando le densità di semina sopra riportate. In particolare, il prezzo del miscuglio di semi autoctoni è tre volte più alto rispetto al miscuglio commerciale. In questo contesto la scelta del materiale autoctono deve quindi essere fortemente motivata o obbligata per trascurare l'aspetto economico. Tuttora nella maggior parte dei casi il ridotto *background* finanziario porta al diffuso utilizzo di

miscugli commerciali e a basso costo contenenti semi di specie sconosciute e non locali (Tischew *et al.*, 2011). Per quanto riguarda il fiorume, il prezzo al chilogrammo è simile al miscuglio SemeNostrum ma, data la dose di semina maggiore, il costo all'ettaro è molto elevato.

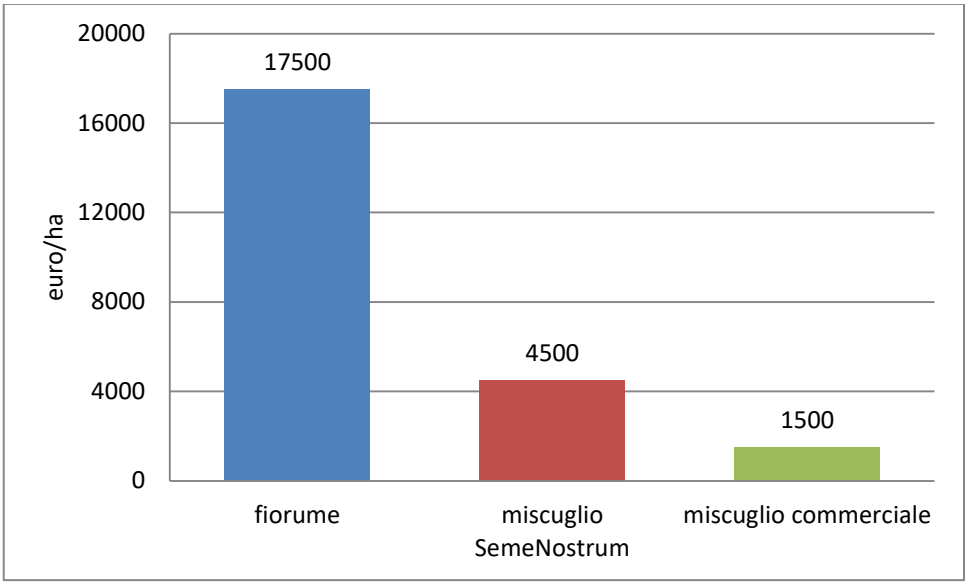

Figura 4.6 Istogramma relativo al costo delle tre tipologie di miscugli all'ettaro .

Nonostante ciò, il fiorume ma anche il fieno e l'erba verde, nel caso di prati che non vengono falciati per uso zootecnico, possono essere una soluzione interessante per le aree montane e un'alternativa più fattibile rispetto all'utilizzo di miscugli *ad hoc*. Come si nota in Figura 4.2 e Figura 4.3, si tratta anche di materiale di alta qualità in termini di autoctonia e composizione specifica. L'utilizzo del fiorume prevede lo sviluppo di una filiera corta dove il seme raccolto da prati e pascoli è reperibile totalmente a livello locale e può costituire il materiale di propagazione per la rivegetazione di un sito recettore vicino. Esso può essere seminato con tecniche semplici, manualmente o con idrosemina, e inoltre non deve essere usato materiale ausiliario di pacciamatura per l'inerbimento, cosa invece indispensabile quando si semina con un miscuglio di semi puro. L'ideale sarebbe programmare le operazioni di cantiere in modo da raccogliere il materiale e impiegarlo subito. In caso contrario, occorre raccogliere il seme l'anno precedente e conservarlo in un locale idoneo in attesa della semina. Un ulteriore vantaggio di questa pratica sta nel fatto che non

richiede la presenza di una ditta specializzata nella produzione di semi, invece potrebbe offrire agli agricoltori la possibilità di destinare una parte dei loro prati alla raccolta del fiorume. In questo modo essi avrebbero l'occasione concreta di diversificare la loro attività e di aumentare il valore dei prati permanenti per la conservazione della natura e il turismo. L'azienda agricola può continuare a gestire i prati in maniera tradizionale per ottenere il foraggio, la cui qualità non risente di un rilevante cambiamento nel caso di una raccolta di fiorume all'anno. Per questo motivo è meglio evitare una seconda raccolta e utilizzare le specie autoctone da coltivazione per arricchire il fiorume e comporre un miscuglio unico e idoneo al sito ricevente. Questa pratica è già diffusa tra gli agricoltori di altre nazioni europee per esempio l'Austria. (Krautzer e Hacker, 2006).
Per fare questo è necessaria la creazione di una filiera, come quella presentata in Figura 3.12, che è però subordinata alla presenza di una domanda. È dunque essenziale identificare il mercato potenziale delle miscele per la preservazione, analizzando la domanda attuale e quella prevedibile. Infine, è necessario definire i rapporti tra tutti gli attori della filiera. In base alla situazione attuale è possibile ipotizzare la nascita di una filiera locale a chilometro zero di miscele per la preservazione, che sia impostata su un'offerta di nicchia in grado di soddisfare la domanda di semente locale per interventi di rivegetazione nei siti della rete Natura 2000. In un secondo tempo, la filiera si potrà espandere su scala regionale (Bassignana *et al.*, 2015).

In seguito a quanto emerso da questa ricerca, tuttora vi sono una serie di fattori che limitano l'utilizzo del materiale vegetale autoctono negli interventi di ripristino ambientale. Questi possono essere così riassunti:

- Naturalistico-ecologici. Assicurare vicinanza genetica tra specie locali e introdotte, mantenere nella popolazione la variabilità genetica, delineare zone di trasferimento del seme.
- Agronomici. Limitare la selezione nelle operazioni di raccolta e coltivazione, gestire le infestanti, fare fronte all'influenza del clima, avere macchinari adatti.

- Organizzativi. Avere conoscenze ed esperienze professionali, usare differenti metodologie a seconda delle esigenze di ogni specie, creare un'associazione di agricoltori, sviluppare una filiera e un mercato.
- Normativi. Avere leggi che impongano l'uso di materiale vegetale autoctono e che ne agevolino la produzione, la certificazione e la commercializzazione.
- Economici. Cercare di abbassare i costi della semente autoctona, accrescere la conoscenza e la fattibilità dei ripristini ambientali, dare possibilità di reddito alle imprese e agli agricoltori.

Per questi motivi in Italia questo settore sta emergendo lentamente. C'è bisogno di strategie, approcci e politiche dedicati all'utilizzo di piante autoctone. Diversi autori sostengono che ci sia urgenza di definire delle linee giuda univoche a livello europeo per il ripristino vegetazionale idoneo al sito. In più, si dovrebbe migliorare la comunicazione con il pubblico, gli agricoltori, le aziende, i professionisti e gli enti che operano nel campo della conservazione e protezione dell'ambiente per accrescere in loro la sensibilità e la conoscenza verso l'impiego delle specie locali e per informarli dei risultati positivi di tali pratiche (Tischew *et al.*, 2011).

5. BIBLIOGRAFIA

Bassignana M., Madormo F., Spiegelberger T., 2015. *Le sementi locali nel restauro ecologico in montagna. Produzione e uso di miscele per la preservazione*. Institut Agricole Régional. Aosta.

Centro Flora Autoctona, Fondazione Minoprio, Regione Lombardia, 2011. *Riproduzione della flora autoctona per i ripristini ambientali*. Consorzio Parco Monte Barro. Lecco.

Cerabolini B., Ceriani R.M., De Andreis R. e Villa M., 2004. Il Centro per la Flora Autoctona della Regione Lombardia. *Informatore botanico italiano*. 36(1): 309-312.

Ceriani R.M., 2016. Progetto POA produzione Ottimizzata Autoctone – Produzione di fiorume autoctono certificato da prati ad alta biodiversità. Relazione tecnica finale inedita delle attività svolte dal Parco Monte Barro.

Commissione Europea, 2010. Direttiva 2010/60/UE della Commissione del 30 agosto 2010 che dispone deroghe per la commercializzazione delle miscele di sementi di piante foraggere destinate a essere utilizzate per la preservazione dell'ambiente naturale. Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea.

Consiglio della Comunità Europea, 1996. Direttiva 66/401/CEE del Consiglio del 14 giungo 1966 relativa alla commercializzazione delle sementi di piante foraggere. Gazzetta ufficiale delle Comunità Europee.

Core Development Team 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL http://www.R-project.org/.

De Vitis M., Abbandonato H., Dixon K.W., Laverack G., Bonomi C., Pedrini S., 2017. The European Native Seed Industry: Characterisation and Perspectives in Grassland Restoration. *Sustainability*. 9: 1682. DOI 10.3390/su9101682

Feucht B., Wieden M., Rieger E., Rieger-Hofmann GmbH, Verband deutscher Wildsamen und Wildpflanzeproduzente e. V. (Germany)., 2011. Agricultural seed-propagation and certification of native seed. *Proceedings of the International Conference on Using species rich semi-natural grassland to obtain seed for the restoration of degraded areas*. Legnaro (PD, Italy). 47-50.

Gusmeroli F., Della Marianna G., 2016. *Relazione attività della Fondazione Fojanini nell'ambito del progetto POA*. Relazione tecnica inedita concessa dal CFA.

Hufford K.M., Mazer S.J., 2003. Plant ecotypes: geneitc differentiation in the age of ecological restoration. *Trends in Ecology and Evolution*. 18(3): 147-154. DOI 10.1016/s0169-5347(03)00002-8

Knut R., Jorn-Frode N., Ingvild A., Inger A., Einar H., 2010. Recreating semi-natural grasslands: A comparison of four methods. *Ecological Engineering*. 36: 1672-1679. DOI 10.1016/j.ecoleng.2010.07.005

Krautzer B., Graiss W., Peratoner G., Partl C., Venerus S., Klug B., 2011. The influence of recultivation technique and seed mixture on erosion stability after restoration in mountain environment. *Natural Hazards*. 56: 547-557. DOI 10.1007/s11069-009-9491-z

Krautzer B., Hacker E., 2006. *Soil-Bioengineering: Ecological Restoration with Native Plant and Seed Material*. HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Irdning.

Krautzer B., Wittmann H., 2006. Restoration of alpine ecosystems. *Restoration ecology. The New Frontier*. Edited by Jelte van Andel and James Aronson. Blackwell Publishing. 208-220.

Ladouceur E., Jimenez-Alfaro B., Marin M., De Vitis M., Abbandonato H., P.M. Iannetta P., Bonomi C., Pritchard H.W., 2017. Native Seed Supply and the Restoration Species Pool. *Conservation letter*. 11(2): 1–9. DOI 10.1111/conl.12381

Lamo F., Measso S., Direzione Agroambiente Regione Veneto, 2011. Introducing use of seed from semi-natural grassland in professional practice in the Veneto Region. The measure 216, action 6 of the Veneto Rural Developement Programme "Extraordinary natural restoration of abandoned and degraded open mountain areas". *Proceedings of the International Conference on Using species rich semi-natural grassland to obtain seed for the restoration of degraded areas*. Legnaro (PD, Italy). 75-83.

Mezzanotte M., Carbonari A., Compagno M., Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste e Fauna, Servizio Conservazione della Natura e Valorizzazione Ambientale, 2011. Introducing use of seed from semi-natural grassland in professional practice in the autonomous Province of Trento. *Proceedings of the International Conference on Using species rich semi-natural grassland to obtain seed for the restoration of degraded areas*. Legnaro (PD, Italy). 70-74.

Mijnsbrugge K.V., Bischoff A., Smith B., 2008. A question of origin: Where and how to collect seed for ecological restoration. *Basic and Applied Ecology*. 11: 300-311. DOI 10.1016/j.baae.2009.09.002

Outreach Workshop 26-28 September 2016. MUSE di Trento. Presentazione concessa dal MUSE.

Pignatti S., 1982. *Flora d'Italia*. Edagricole. Bologna.

Sartori E., Salvadori M., Parco Paneveggio Pale di San Martino, 2011. Restoring with seed from semi-natural grassland in Italian natural parks. Experiences from the Paneveggio Pale di San Martino Park. *Proceedings of the International*

Conference on Using species rich semi-natural grassland to obtain seed for the restoration of degraded areas. Legnaro (PD, Italy). 66-69.

Scotton M., 2011. Salvere: a project to learn, how to obtain seed of native species from semi-natural grassland. *Proceedings of the International Conference on Using species rich semi-natural grassland to obtain seed for the restoration of degraded areas*. Legnaro (PD, Italy). 5-10.

Scotton M., Kirmer A., Krautzer B., 2012. *Manuale pratico per la raccolta di seme e il restauro ecologico delle praterie ricche di specie*. Cooperativa Libraria Editrice Università di Padova.

Scotton M., Marini L., Pecile A. e Rodaro P., 2005. *Tipologia dei prati permanenti del Trentino orientale*. Istituto Agrario di San Michele all'Adige.

Scotton M., Piccinin L., Coraiola M., 2010. *Metodi di rivegetazione in ambiente alpino. Restauro ecologico per la difesa del suolo contro l'erosione*. Quaderni del Parco, 10. Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino.

Society for Ecological Restoration International Science and Policy Working Group, 2004. *The SER International Primer on Ecological Restoration*. Available online: www.ser.org. Accessed on September 2017.

Tagliaferri A., Villa M., Regione Lombardia, Centro Regionale Flora Autoctona della Lombardia, 2011. Production and use of native ecotypes within the context of European and Italian regional legislation. *Proceedings of the International Conference on Using species rich semi-natural grassland to obtain seed for the restoration of degraded areas*. Legnaro (PD, Italy). 84-89.

Tischew S., Youtie B., Kirmer A., Shaw N., 2011. Farming for Restoration: Building Bridges for Native Seeds. *Ecological Restoration*. 29 (3): 219-222.

Török P., Vida E., Deak B., Lengyel S., Tothmeresz B., 2011. Grassland restoration on former croplands in Europe: an assessment of applicability of techniques and costs. *Biodiversity Conservation*. 20: 2311-2332. DOI 10.1007/s10531-011-9992-4

Touring Club Italiano, 1958. *La flora*. Milano.

United States Department of Agriculture, Plant Materials Center, 2015. *Native seed production manual*. Corvallis (Oregon).

United States Department of the Interior, Bureau of Land Management, 2009. *Native plant materials development program*. Available online: www.blm.gov/plants. Accessed on September 2017.

VWW Regiosaaten. *Native Seed Production in Germany. The International Network for Seed-based Restoration*. Available online: http://ser-insr.org/webinars/2016/11/17/native-seed-production-in-germany. Accessed on September 2017.

RINGRAZIAMENTI

Desidero rivolgere un ringraziamento particolare al Dott. Luca Giupponi del Ge.S.Di.Mont. per avermi seguito e aiutato durante lo svolgimento di questa tesi.
Ringrazio inoltre Silvia Assolari, Lino Zubani e Roberta Ceriani per la grande disponibilità mostrata e per le importanti informazioni fornite, che mi hanno permesso di arricchire questo lavoro.
Un grazie speciale alla mia famiglia, che mi sostiene nello studio e mi dona un grande esempio di vita.
Infine grazie all'Università della Montagna per avermi dato la possibilità di fare un percorso accademico di qualità, durante il quale ho acquisito nuove competenze e consolidato le mie passioni.