



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI
CORSO DI LAUREA IN
VALORIZZAZIONE E TUTELA DELL'AMBIENTE E DEL
TERRITORIO MONTANO

VALORIZZAZIONE DI PRATI DA SFALCIO IN VAL TROMPIA

Relatore: Prof. ALBERTO TAMBURINI

Elaborato finale di:

Sara Facchetti

Matricola: 890844

Anno accademico: 2018/2019

[...] commiato lacrimoso de la primavera,
su i gelsi e su gli olmi e su le viti
e su i pinidai novelli rosei diti
che giocano con l'aura che si perde,
e su 'l grano che non è biondo ancora
e non è verde,
e su 'l fieno che già patì la falce
e trascolora,
e su gli olivi, su i fratelli olivi
che fan di santità pallidi i clivi
e sorridenti. [...]

Tratto da "La sera fiesolana"
Gabriele D'Annunzio

INDICE:

1 RIASSUNTO	Pag. 5
2 INTRODUZIONE	Pag.8
2.1 Tipologia di coltivazione dei foraggi	Pag.8
2.1.1 Pascoli e prateria d'alta quota	Pag.8
2.1.2 Erbai	Pag.10
2.1.3 Prati da sfalcio permanenti	Pag.13
2.2 Le essenze foraggere più comuni per prati e pascoli	Pag.14
2.2.1 Graminacee	Pag.14
2.2.2 Leguminose	Pag.17
2.2.3 Altre famiglie	Pag.18
2.3 il taglio e le relative proprietà dei foraggi	Pag.19
2.4 Le analisi di laboratorio per la qualità dei foraggi	Pag.20
2.5 Le tipologie di conservazione dei foraggi	Pag.23
2.5.1 Fienagione	Pag.23
2.5.2 Insilamento	Pag.25
2.5.3 Disidratazione	Pag.27
2.6 I foraggi nelle razioni bilanciate (relazione con la qualità del latte)	Pag.27
3 SCOPO DELLA RICERCA	Pag.29
4 MATERIALE E METODI	Pag.30
4.1 L'area di studio	Pag.31
4.2 I rilievi floristici in campo	Pag.31
4.3 il campionamento della massa foraggera e dei fieni	Pag.32
4.4 l'impianto di essiccazione dei fieni	Pag.34
4.5 Analisi di laboratorio sui campioni	Pag.35
5 RISULTATI E DISCUSSIONE	Pag.37

5.1 Descrizione delle aree campionate	Pag.37
5.2 Erbario delle principali specie rilevate	Pag.48
5.3 Qualità dell'erba fresca e del fieno	Pag.63
5.4 Valutazione ipotetica di una razione con fieno della Val Trompia	Pag.69
5.5 Particolarità della tecnica di essiccazione del fieno	Pag.70
6 CONCLUSIONI (Suggerimenti per migliorare la qualità del raccolto)	Pag.72
7 BIBLIOGRAFIA	Pag.74
8 RINGRAZIAMENTI	Pag.76

1 RIASSUNTO

I foraggi sono la base dell'alimentazione del bestiame domestico e oggi vengono utilizzate diverse tipologie di coltivazione per la produzione di foraggi per il bestiame, possono essere coltivati in: erbai, prati da sfalcio permanenti e prati-pascoli d'alta quota. Negli erbai le essenze saranno a rapido sviluppo vegetativo, questo perché la coltivazione ha la durata massima di 1 anno, vengono classificati basandosi sulla composizione floristica, famiglia botanica di appartenenza, utilizzazione del foraggio e stagione in cui vengono coltivati. Per quanto riguarda i prati da sfalcio permanenti sono composti da colture foraggere poliennali o perenni, la cui produzione (fitomassa) viene tagliata almeno una volta per stagione vegetativa e vengono ulteriormente classificati in considerazione al numero di specie in polifiti, oligofiti e monofiti. I pascoli e le praterie d'alta quota sono una fitocenosi caratterizzata da una certa varietà di essenze. Per quanto riguarda la nutrizione animale le più importanti sono le graminacee importanti per l'apporto di fibre e le leguminose importanti per l'apporto di proteine nella dieta dei ruminanti, oltre a queste ci sono altre essenze che però hanno un valore foraggero non rilevante come quest'ultime. In queste aree la produzione di foraggio è utilizzata direttamente da animali erbivori per nutrirsi.

La qualità del foraggio dipende da molteplici fattori, i più importanti sono il periodo di taglio e la tecnica di conservazione. Di regola il taglio, per avere una buona qualità, deve essere effettuato a inizio spigatura per le graminacee e a bottone fiorale per le leguminose, che corrispondono ai periodi di sviluppo dove il potenziale nutritivo è elevato. Per quanto riguarda le tecniche di conservazione, la migliore è la disidratazione la quale tiene quasi inalterato il valore nutritivo, seguita dall'insilamento e da ultimo la fienagione che risulta qualitativamente inferiore, perché la massa foraggera è sottoposta a in parte inevitabili perdite.

Lo scopo dell'elaborato è stato quello di valutare la ricchezza floristica, la qualità dell'erba e del fieno derivato in campi destinati all'abbandono o semi abbandonate della Val Trompia, che grazie alle iniziative della Comunità Montana in questi anni sono stati in parte recuperati. La Comunità Montana ha attivato sul territorio diverse iniziative in favore di abitanti, dei nuovi residenti e dei potenziali investitori, al fine di ridurre l'isolamento e favorire buone pratiche di ritorno, promuovendo lo sviluppo locale sostenibile, valorizzando le risorse ambientali,

economiche, sociali e culturali del territorio, nonché legami di collaborazione, solidarietà ed appartenenza.

Le aree campionate si distribuivano ad un'altitudine da 200 m s.l.m. fino a 1260 m s.l.m. In Particolare Bovezzo 200 m s.l.m., Concesio 600 m s.l.m., Bovegno 630 m s.l.m., Pezzoro 930 m s.l.m., Irma 1190 m s.l.m., Vaghezza 1200 m s.l.m., Memmo 1260 m s.l.m. I dati raccolti, derivanti dalle località appena citate, sono stati riportati in tabelle e successivamente rielaborati per il calcolo degli indici di Shannon e di Valore Pastorale.

Dai rilievi floristici si è potuto notare un'abbondanza di graminacee rappresentate soprattutto dell'*Arrhenatherum elatius* presente in 6 campi su 9, con un picco dell'85% a Pezzoro, seguita dal 60% di *Dactylis glomerata* a Bovegno e 55% di *Festuca pratensis* a Concesio. In percentuale nettamente inferiore sono risultate le leguminose con un picco di *Vicia sativa* nell'area a Concesio con il 27% e percentuali minori di *Medicago sativa* a Bovezzo (5%) e infine 10% di *Trifolium pratense* presente a Memmo e Vaghezza.

Tra le essenze che non rientrano nelle famiglie di graminacee e leguminose ritroviamo in maggior percentuale la *Mentha spicata* e *Conyza canadensis*, rispettivamente con un'incidenza del 18% nell'area campionata di Irma, per quanto riguarda la prima e un'abbondanza simile a Bovegno per la seconda. La *Mentha spicata* è tipicamente indice di aree umide e ombreggiate, mentre la *Conyza canadensis* compare in aree in via d'abbandono. L'indice di Shannon ha assunto valori relativamente bassi, indice di prati e pascoli poco equilibrati e biodiversi. Anche l'equiripartizione è risultata bassa.

Oltre al rilievo floristico sono stati campionati gli appezzamenti asportando massa verde al momento dello sfalcio e successivamente campioni sulle rotoballe per valutare la qualità del fieno.

Le analisi effettuate con una strumentazione NIR (Aurora di Grainit) hanno evidenziato uno scarso valore foraggero medio. Sono risultati in media valori elevati di sostanza secca ($31,5 \pm 6,4$ % stq) e di NDF ($57,4 \pm 5,6$ % SS), mentre proteine grezze (PG $9,5 \pm 1,9$ % SS) e carboidrati non fibrosi (NFC) bassi, mentre le ceneri ($6,9 \pm 0,8$ % SS) sono risultate nella norma.

Questi valori denotano un problema di qualità dell'erba, dovuta all'eccessiva quantità di sostanza secca e di NDF a causa di imprevedibili ritardi negli sfalci, che ha comportato ad un aumento eccessivo della fibra a discapito di proteine e carboidrati non fibrosi. Anche i fieni

sono risultati mediamente mediocri, con valori elevati di NDF e ADF, mentre le PG sono risultate basse e le ceneri sopra la media. Da qui si può dedurre, come per il fieno ci sia stata una possibile contaminazione di terra.

Per migliorare la qualità del foraggio si consiglia uno sfalcio, quando le graminacee hanno quasi raggiunto la spigatura perché hanno un'elevata quantità di foglie rispetto alla quantità relativamente modesta di steli ricchi di tessuti di sostegno scarsamente digeribili. Il periodo della giornata, più adeguato, per effettuare lo sfalcio sarebbe a metà pomeriggio perché in quel momento della giornata sono più ricche di fotosintetici e quindi nutrienti. Un'ulteriore accortezza sarebbe quella di effettuare uno sfalcio a 6 cm dal terreno per evitare inquinamenti da terra.

Infine, è possibile utilizzare essiccatoi con un elevato contenuto tecnologico, che ci permettono di effettuare la fienagione in due tempi, in modo da apportare grandi miglioramenti nella qualità del fieno.

2 INTRODUZIONE

2.1 Tipologia di coltivazione dei foraggi

Oggi vengono utilizzate diverse tipologie di coltivazione per la produzione di foraggi per il bestiame, che presentiamo a partire da quelli posizionati a altitudini più elevate.

2.1.1 *Pascoli e prateria d'alta quota*

Sopra il limite della vegetazione arborea si trovano i pascoli e praterie d'alta quota, da sempre l'uomo li ha sfruttati come risorsa alimentare per il bestiame.

I pascoli sono cenosi vegetali la cui fitomassa viene utilizzata in parte o totalmente da animali che la prelevano direttamente dagli organismi vegetali che la hanno prodotta. Dunque, i pascoli sono individuabili essenzialmente per 2 caratteristiche (Cavallero et al. 2002, Ziliotto et al., 2004):

- sono un insieme di vegetali (una fitocenosi)
- la loro produzione è utilizzata direttamente da animali erbivori per nutrirsi.

I pascoli vengono classificati in modo diversificato in base alla composizione floristica che li identifica, alla durata e all'origine. La composizione floristica di un pascolo dipende dalle condizioni pedoclimatiche della zona in analisi, dalle specie presenti che entrano in competizione tra loro e quella che predominerà sulle altre che di conseguenza sarà anche quella che arricchirà quel determinato territorio.

Non bisogna dimenticare che anche il pascolamento degli animali domestici incide in modo positivo o negativo sulla presenza o assenza di specie floristiche diverse.

La durata delle culture è un'altra caratteristica di notevole importanza e in base a questa si possono suddividere i pascoli in permanenti, poliennali, annuali.

I pascoli permanenti comprendono le superfici pabulari che svolgono tale funzione in conseguenza delle caratteristiche ambientali dell'area in cui sono presenti oppure ininterrottamente da, almeno, vari decenni. Mentre i pascoli posti sopra il limite della vegetazione arborea sono infatti da considerare permanenti "da sempre", quelli presenti sotto tale limite altitudinale possono essere considerati permanenti a partire dalla fase in cui il bosco è stato eliminato per far posto appunto al pascolo (Ziliotto et al.,2004). Inoltre, è da

porre in evidenza che un tempo (fino a 40-50 anni fa) erano compresi in tale categoria quasi esclusivamente le superfici pabulari che presentavano vincoli ambientali severi, quali un clima proibitivo, una pendenza elevata, un terreno superficiale, una rocciosità affiorante, ecc. e cioè tutto ciò che impediva di mettere le stesse a coltura per cui la loro utilizzazione poteva essere possibile in due sole modalità e cioè con il pascolo o con il bosco (Cavallero et al., 2002,). Al giorno d'oggi vengono considerati pascoli permanenti anche aree di ex arativi o ex prati. Solitamente l'erba che caratterizza queste zone è spontanea, solo raramente si fanno interventi di risemina e trasemina, e in particolare solo in caso di fitocenosi alterata dalla presenza di malerbe (Cavallero et al., 2002).

I pascoli poliennali non risultano molto presenti nelle alpi perché richiedono interventi importanti come: preparare il letto di semina, concimazione, semina. Questi pascoli sono identificati da superfici pabulari che sono formate per svolgere la loro funzione per alcuni anni e quindi di massima seguono e precedono altre colture e pertanto rientrano tra le colture avvicendate; quasi sempre si parla di pascoli oligofiti o monofiti perché di facile gestione e risultati migliori. Su questi pascoli si usano particolari modalità di pascolamento, come quello turnato o razionato.

I pascoli annuali forniscono la produzione soltanto durante una stagione vegetativa, e dovrebbero presentare una produttività molto elevata che vada a compensare i costi degli interventi. Questo tipo di pascolo non è diffuso nelle zone montane, ma più adottato nelle zone mediterranee dove vengono sfruttati per il pascolamento anche erbai, superfici a maggese inerbito, stoppie o altri residui colturali (Bocchi, 2017).

I pascoli possono essere classificati anche in base all'origine, in naturali, spontanei e artificiali. I pascoli di origine naturale sono quelli presenti a quote più elevate del limite della vegetazione arborea. In relazione alle modalità di utilizzazione e di gestione a cui sono sottoposti possono mutare la loro composizione floristica quindi le caratteristiche quanti-qualitative della fitomassa prodotta. Tuttavia, in modo del tutto indipendente da tali variabili e quindi anche nel caso venga ridotto o sospeso il pascolamento di tali cenosi mantengono inalterata la loro caratteristica fondamentale e cioè quella di essere formati esclusivamente da specie erbacee o da queste ultime insieme ad alcune specie suffruticose e arbustive (Cavallero et al., 2002).

Oltre ai pascoli naturali, di non minore importanza sono quelli spontanei, che sono i pascoli presenti sotto il limite della vegetazione arborea, dove si sono formati in epoca più o meno recente in conseguenza a tre specifici fenomeni: il disboscamento, il successivo inerbimento spontaneo e l'utilizzo da parte di animali. Anche questi pascoli possono essere diversi tra loro per l'influenza di vari fattori quali l'ambiente, le modalità di utilizzo, la zona altitudinale di formazione. I motivi di trasformazione più rilevanti sono l'abbandono o la sottoutilizzazione (Cavallero et al., 2002).

Infine, i pascoli artificiali sono formati a partire dalla distribuzione, da parte dell'agricoltore, di semi appositamente scelti a tale scopo. I semi possono essere di una sola specie pascolo monofita, oppure a più specie e quindi generano il pascolo oligofita o polifita.

Le sementi derivano da interventi di selezione per il miglioramento genetico, per cui le piante che crescono sono più produttive a confronto con le specie locali. La composizione floristica difficilmente corrisponde a quanto seminato, perché durante la fase di germinazione germinano anche un numero più o meno elevato di semi di specie locali, che sono presenti nel terreno. Oltre a questo, con il passare degli anni si possono diffondere varie specie locali che nella maggior parte dei casi sono adatte a far parte di cenosi sottoposte a pascolamento (Cavallero et al., 2002).

2.1.2 Erbai

L'erbaio è definibile come coltivazione foraggera (detta anche ferrana) che non occupa un intero anno agrario, ma trova posto fra una coltura e l'altra della rotazione. Possono avere diverse classificazioni che si basano sulla composizione floristica seminata, alla famiglia botanica di appartenenza, sull'utilizzazione del foraggio e la stagione in cui vengono coltivati.

In base alla composizione floristica, più precisamente sul numero di colture coltivate, possiamo trovare la coltura pura o monofita che nasce dalla semina di una sola essenza, solitamente usata per gli erbai estivi, e se usata per insilamento è composta da graminacee. Vi sono anche miscugli di 2 essenze, quindi con la semina di 2 specie di essenze diverse, oppure oligofiti quindi con più essenze diverse ma di numero contenuto. Questa coltivazione è tipica degli erbai autunno-primaverili.

La famiglia botanica di appartenenza è uno dei fattori più importanti, in quanto da questa dipende le proprietà del prodotto finale che si vuole ottenere (Antongiovanni e Gualtieri, 1998).

Una delle famiglie più abbondanti tra i foraggi più coltivati sono le graminacee che sono caratterizzate dall'aver un'elevata produttività, una facile conservazione, e meccanizzazione quasi totale, e inoltre nei miscugli fanno da sostegno per le leguminose. A livello qualitativo hanno un'elevata quantità di fibre, e basse quantità di proteine. Queste qualità variano in relazione al periodo di sfalcio, fase molto importante, perché con l'avanzare del tempo, si ha una resa maggiore ma una qualità che va sempre diminuendo a causa dell'ispessimento degli steli e quindi dell'aumento della quota fibrosa lignificata meno digeribile (Succi, 1998).

Un'altra famiglia molto importante sono le leguminose, che presentano generalmente un elevato contenuto in proteine e in sali minerali e vitamine; più problematiche delle graminacee in quanto di norma hanno una produttività più scarsa, alcune specie non sono autoportanti e quindi devono essere per forza coltivate in miscuglio, devono essere raccolte a inizio fioritura per evitare la lignificazione dello stelo e la perdita delle foglie più basse, in quanto in esse sono contenute la maggior parte delle proteine e il minor contenuto in parete vegetale. Inoltre, le leguminose hanno problemi ad essere insilate a causa dell'elevato contenuto in proteine e che aumenta il potere tampone della massa foraggera (Circiofolo e Onofri, 2005).

Un'altra famiglia abbastanza importante per i foraggi è quella delle crucifere, che hanno un'elevata quantità di proteine e sono povere in fibra, hanno una discreta produttività ma non sono idonei agli attuali sistemi di alimentazione tutto conservato, come con i sistemi Unifeed. Se vediamo i foraggi come alimenti per i ruminanti, possiamo classificarli anche in base al sistema di utilizzo della massa foraggera, ed in particolare troveremo foraggi verdi o direttamente pascolati, oppure foraggi conservati in diversi modi, quali:

Pascolamento: gli animali si nutrono direttamente in campo, questo tipo di utilizzo trova una scarsa utilizzazione nelle regioni del meridione a causa della siccità estiva che diminuisce la massa foraggera a disposizione.

Foraggiamento verde: la massa vegetale viene prelevata e somministrata agli animali direttamente, quindi con alta concentrazione di acqua, facilmente fermentescibile. Questi

sono solitamente erbai composti da più essenze e raccolti a inizio fioritura, ma il problema di questa utilizzazione è la scarsa costanza qualitativa e la gestione del metodo che richiede molta manodopera.

Fieno: è il sistema tradizionale, molto praticato per i prati stabili o la medica, ma anche per erbai autunno-primaverili come trifogli, sulla, panico, loglio italico.

Insilamento: le specie che si prestano meglio sono i cereali raccolti alla maturazione cerosa o latteo-cerosa; questo tipo di conservazione del foraggio permette di avere una maggiore produttività, maggiore costanza qualitativa, maggior contenuto di energia e una semplificazione organizzativa.

Tabella 2.1 – foraggi più coltivati e caratteristiche di utilizzo

Famiglia	Specie	Coltura	Utilizzo
graminacee	AVENA	Pura/ consociazione con veccia	Fieno
graminacee	SEGALE	Pura	Verde, insilato
graminacee	ORZO	Pura	Verde, insilato
graminacee	FRUMENTO	Pura	Insilato
graminacee	TRITICALE	Pura	Verde, insilato
graminacee	LOGLIO ITALICO	Pura /miscuglio	Verde, fieno, insilato
leguminose	VECCIA	Pura/consociazione	
leguminose	PISELLO DA FORAGGIO	Consociazione con avena	
leguminose	FAVINO	Consociazione con avena o grano	Verde, insilato
leguminose	TRIFOGLI	Consociazioni varie	

A seconda della stagione di coltivazione e raccolta si possono distinguere in erbai autunno-primaverili: le principali specie di graminacee utilizzate sono i cereali autunnali, utilizzati come erba verde o fieno se raccolti presto o come insilato se raccolti alla maturazione cerosa.

Le leguminose utilizzate sono solitamente coltivate in consociazione con graminacee per aumentare l'apporto proteico del foraggio.

Gli erbai primaverili si seminano a fine inverno, mentre la raccolta viene effettuata entro il mese di giugno e tradizionalmente sono destinati al consumo di foraggio verde, e si giustificano per effettuare una continuità tra coltivazioni prative differenti. Le specie più utilizzate sono una consociazione di 1/3 di avena, 1/3 veccia, 1/3 pisello oppure trifoglio alessandrino (Bocchi, 2017).

Gli erbai primaverili-estivi si seminano tra aprile e giugno e sostituiscono le culture da rinnovo; le specie più importanti sono il mais, i sorghi e la bietola da foraggio.

Infine, gli erbai estivi sono erbai intercalari, si seminano subito dopo la raccolta della coltura principale e si raccolgono prima dell'arrivo dei freddi. Le specie utilizzate sono il mais per la produzione di silo-mais. Sorgo, panico e miglio e vari miscugli con varie leguminose come piselli, dolico.

2.1.3 Prati da sfalcio permanenti

I prati da sfalcio permanenti sono composti da colture foraggere poliennali o perenni, la cui produzione (fitomassa) viene tagliata almeno una volta per stagione vegetativa e, dopo il taglio, asportata dalla superficie di produzione per essere utilizzata altrove a scopo zootecnico come foraggio verde o, previo trattamento di conservazione, sotto forma di fieno, insilato d'erba o insilato di fieno.

Per essere sottoposte regolarmente al taglio, tali colture presentano un secondo aspetto specifico, e cioè quello di essere formate esclusivamente da specie vegetali di tipo erbaceo. I prati si possono classificare in base all'origine in naturali (presenti sopra il limite della vegetazione arborea); spontanei (presenti sotto il limite della vegetazione arborea dove si sono inerbiti spontaneamente); artificiali (formati dall'uomo con la distribuzione di un tipo di seme scelto per lo scopo finale che si vuole ottenere) (Gusmeroli, 2012).

Un'ulteriore classificazione viene fatta in considerazione al numero di specie, e infatti possiamo avere:

- polifiti (formati da molte specie; sono tali tutti i prati naturali, spontanei e, tra gli artificiali, quelli seminati con miscugli di semi di più specie);
- oligofiti (formati da poche specie, di massima sono tali quelli artificiali seminati con miscugli di semi appartenenti ad un numero limitato di specie);
- monofiti (formati, almeno inizialmente, da una sola specie; di regola sono tali quelli artificiali avviati con il seme di un'unica specie).

Le cenosi che compongono le specie prative si possono distinguere in base alla valenza ecologica delle stesse, ed è possibile dedurre le principali caratteristiche ambientali in cui il prato è presente e, di conseguenza, anche le sue possibili prestazioni.

I prati permanenti non possono essere considerati associazioni naturali perché l'intervento dell'uomo (tipi di gestione del cotico in base all'ambiente e composizione floristica) è fondamentale per il mantenimento o l'evoluzione di una tipologia prativa.

I prati, infine, in base alla risorsa idrica possono essere considerati irrigui oppure asciutti.

2.2 Le essenze foraggere più comuni per prati e pascoli

I foraggi sono una categoria di alimenti per i ruminanti, considerati l'alimento base che costituisce la razione giornaliera. All'animale i foraggi possono essere somministrati come foraggio verde (fitomassa raccolta e somministrata immediatamente) oppure come foraggio conservato, tramite la fienagione o l'insilamento, e in alcuni casi grazie alla disidratazione. In base alla localizzazione geografica, alle proprietà del suolo, all'altitudine e quindi alla temperatura si possono sviluppare essenze diverse. Le famiglie più importanti a livello nutrizionale per il bestiame sono qui riassunte.

2.2.1 Le graminacee

La famiglia delle graminacee costituisce la più importante tra le Fanerogame per il numero di specie presenti. Esistono piante annue che vengono utilizzate per coltivare gli erbai e per la produzione di granella, oppure i cereali da foraggio, e piante perenni che costituiscono pascoli naturali o sono coltivate in prati o anche erbai, di essi fanno parte le graminacee da prato. Tra

le essenze più conosciute si trovano: *Lolium multiflorum italicum*, *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, *Phleum pratense*, che in genere vengono raccolte e conservate sottoforma di fieno. La pratica della somministrazione allo stato verde è stata ormai abbandonata perché è una tecnica che richiede troppo tempo da parte dell'allevatore, ma soprattutto si è notato come la somministrazione abbondante di erba fresca alle bovine possa provocare ripercussioni negative sull'animale, per il brusco cambio della dieta, dato dall'alterazione sull'equilibrio della popolazione microbica presente nel rumine che non riesce ad abituarsi velocemente alla variazione di alimenti. Inoltre, può esserci una minor efficienza digestiva da parte dell'animale che può anche incorrere in diverse patologie.

Grazie alla buona quantità di zuccheri fermentescibili la famiglia delle graminacee è ottima da sottoporre a insilamento. Inoltre, le graminacee possiedono una buona presenza di parete vegetale (la componente fibrosa) che garantisce il normale funzionamento digestivo e le principali fermentazioni ruminali (Succi, 1998).

Le principali graminacee che possiamo trovare nei prati-pascoli sono:

- *Loiessa (Lolium multiflorum italicum)*, fino a quote di 1400 m s.l.m. tra il livello montano-sub alpino (Acta plantarum). È un'essenza di tipo prativo che trova un'ampia utilizzazione anche in costituzione di erbai autunno-primaverili in successione col mais. La raccolta con un unico sfalcio a maggio, consente di anticipare la semina della coltivazione successiva, con un ulteriore guadagno in produttività. Dato che il periodo di sfalcio non favorisce sempre la fienagione si preferisce effettuare un insilato anche perché la *Loiessa* è piuttosto ricca di zuccheri fermentescibili (13% della SS). Al giorno d'oggi questa essenza viene sempre di più trasformato in insilato dopo un preappassimento e grazie alle sue caratteristiche nutritive (oltre 0,8 UFL/kg SS) ha contribuito alla sua diffusione in erbaio (Antogiovanni e Gualtieri, 1998)
- *Erba mazzolina (Dactylis glomerata)*, essenza molto rustica e di grande adattabilità, resiste al freddo e alla siccità, soffre di ristagni di acqua, si trova fino ai 1600/1800 m s.l.m. nella fascia tra il subalpino e alpino (Acta plantarum). Ha una taglia molto elevata in genere fino a 110-130 cm, produce raccolti abbondanti concentrati per l'80% nel primo taglio (maggengo), e si presta molto bene alle consociazioni. Il fieno ha un tenore proteico tra 9-11% SS e basso tenore di carboidrati solubili, quindi non adatto

all'insilamento, con buona appetibilità ma deve essere sfalciato tempestivamente, perché ha una velocità di lignificazione dello stelo molto elevata (Succi, 1998).

- Fleolo (*Phleum pratense*), ha una rusticità meno spiccata a confronto con la *Dactylis*, è resistente al freddo e ai terreni acidi tipici delle zone di montagna, sensibile alla siccità e alle alte temperature, essenza usata per la fienagione, deve essere sfalciato precocemente anche questo come la *Dactylis* lo si trova nella fascia subalpina-alpina (Succi, 1998).
- Festuca (*Festuca arundinacea*), è una delle foraggere più rustiche, si trova al massimo fino ai 1200-1400 m s.l.m. con grande adattabilità, fornisce produzioni elevate ma risulta molto spesso non tanto appetibile dalle bovine per la sua grossolanità ed è caratterizzata dall'aver un tasso di proteine elevato (Succi, 1998).
- La *Festuca pratensis* (Huds) ha caratteristiche diverse dalla *Festuca arundinacea*, è meno rustica, meno produttiva, di taglia inferiore, non resiste alla siccità, tollera maggiormente il freddo, più appetibile dalle bovine si spinge fino al limite tra la zona sub alpina e alpina. L'area della festuca dei prati si trova nei climi freschi e temperati soprattutto in montagna, è adatta a consociazioni con leguminose non troppo aggressive, per prati pascoli di qualità. Le cultivar europee attualmente disponibili sono 45 (Acta plantarum) e coprono una gamma di precocità di circa due settimane e si differenziano per attitudine al pascolo e allo sfalcio.
- Avena altissima (*Arrhenatherum elatius*), specie poliennale spontanea, dove costruisce gli arrenatereti, associazioni naturali tipiche dei fondivalle alpini e delle pendici appenniniche fino a 1800 m s.l.m. (Acta plantarum), viene usata solo in miscuglio, solitamente per la costituzione di prati-pascoli o pascoli in zone di montagna.

Anche se non riguarda le essenze presenti nei prati pascoli di montagna sembra opportuno citare il silomais, perché è il foraggio di mais insilato più utilizzato per la nutrizione che ha avuto un'ampia diffusione soprattutto nelle zone di zootecnia intensiva per la produzione di latte e carne. Mais (*Zea mays*), può essere usato come erbaio in successione al frumento o dell'orzo, chiamato granturchino (semina fitta 30/50 piante per m²) che viene sfalciato all'emissione delle inflorescenze maschili, esso è caratterizzato da un basso tenore in SS (12-

15%), però è molto gradito dai bovini per la sua percentuale di zucchero (3-6%). La tecnica foraggera più diffusa per il mais è l'insilamento, dal quale si ottiene il silomais, tramite la raccolta intera della pianta alla maturazione latte-cerosa o cerosa della granella e la veloce trinciatura (a 1-2 cm di lunghezza) e pressatura in sili capienti ed adatti. In questo stadio di maturazione la pianta possiede il 32-35% di SS (Succi, 1998).

Il mais ha avuto ampia diffusione e utilizzazione grazie alla alta produzione di UFL (unità foraggiere latte) per unità di superficie coltivata e con un costo tra i minori in assoluto. La densità di semina è di 7-8 piante per m², tenendo in considerazione che con diverse cultivar o ibridi commerciali, hanno esigenze diverse. Oggi grazie ad un'alta selezione di varietà e ibridi porta a tempi di maturazione diversi in relazione alle diverse classi FAO (400, 500, 600, 700) che sono più o meno precoci. Il grado ottimale di SS per il mais da insilare è intorno al 35%. Un valore di SS maggiore del 36% renderebbe difficile la compressione della massa foraggera all'insilamento e quindi una difficoltosa fuoriuscita di aria dalla massa (Succi, 1998).

Il contenuto in NDF del silomais è circa 45-50%, risulta inferiore il tenore in ADF come quello delle proteine grezze (PG) 7-9% SS. Il valore del silomais è data dall'alto contenuto di carboidrati non strutturali, rappresentati dall'amido. Esistono anche gli insilati di sola spiga, privata dalle brattee, o di sola granella e sono i pastoni di mais, considerati veri concentrati energetici (Succi, 1998).

2.2.2 Le leguminose

Oltre alla famiglia delle graminacee una parte dei prati-pascoli è rappresentata dalle Leguminose, questa famiglia ha la caratteristica, confronto alle precedenti, di avere una percentuale di proteine maggiore; tra le varie essenze che caratterizzano questa famiglia possiamo trovare: i trifogli (*Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L.), Ginestrino (*Lotus corniculatus* L.), Veccia comune (*Vicia sativa* L.), erba medica (*Medicago sativa* L.)

I 2 trifogli principali in Italia sono: il violetto (*Trifolium pratense* L.) e quello bianco (*Trifolium repens* L.). Il primo, e molto simile all'erba medica e si trova fino al limite della fine fascia subalpina, il secondo è diffuso anche più in altro rispetto al primo e lo si può trovare anche a 1800 m s.l.m. nella zona alpina (Acta plantarum,), ovviamente va ricordato che più in alto ci si spinge più le piante avranno dimensioni ridotte influenzate dall'altitudine e quindi alle

temperature inferiori. I trifogli oggi sono spesso inseriti nelle rotazioni agronomiche come prati monofiti o polifiti. Hanno un altro valore proteico (16-20% SS) ed energetico, circa (0,80 UFL/Kg SS). Un'altra leguminosa molto diffusa nei prati-pascoli è il Ginestrino comune (*Lotus corniculatus* L.) del quale possiamo trovare la variante alpina che è più piccolo, quindi lo possiamo trovare fino alla fascia alpina (Acta plantarum), caratterizzato da un'inflorescenza di 5/7 fiori di colore giallo. Inoltre, possiamo trovare la Veccia comune (*Vicia sativa* L.) la quale però colonizza i parti pascoli che si trovano più in basso fino alla zona subalpina (Acta plantarum), è un'ottima essenza da foraggio se raccolta a inizio fioritura, ricca di proteine (18% SS), molto appetibile e digeribile. Adesso la veccia viene usata molto come cultura da sovescio o coltivata in miscugli oligofiti. La più conosciuta però resta la "regina delle foraggere" l'Erba medica (*Medicago sativa* L.), cresce fino ai 1200/1400 m s.l.m. (Acta plantarum), predilige climi caldi e terreni calcarei, resiste bene al freddo, coltivata come foraggera poliennale 3-4 anni, solitamente la medica fornisce in apporto proteico del 15-24% SS e un NDF 45-55% SS ovviamente questo dipende dall'epoca di taglio. Un particolare da tenere in considerazione è il rapporto Ca:P che è estremamente elevato e va corretto in modo adeguato durante la composizione della razione per la bovina, ecco perché la medica non può essere l'unico foraggio somministrato (Succi, 1998).

2.2.3 Altre famiglie

Oltre alla Graminacee e le Leguminose possiamo trovare altre famiglie, sicuramente in percentuale minore confronto alle prime, alcune con scarso interesse foraggero e altre che incidono negativamente su esso. La presenza o assenza di una specie rispetto ad un'altra dipende dalle condizioni ambientali, meteorologiche, altitudinali, dalle caratteristiche dei suoli e non meno importante lo sfruttamento. Bisogna ricordare che al giorno d'oggi i prati-pascoli in abbandono sono in numero crescente e senza l'intervento dell'uomo il bosco prende il sopravvento in più si possono insediare essenze floristiche invasive dovute all'abbandono, o alla non giusta gestione del pascolo (come ad esempio zone nitrofile o povere).

Una famiglia consistente, almeno per numero di specie, è quella delle composite, che riveste tuttavia una funzione più estetica che produttiva, grazie alle vistose fioriture, apprezzate soprattutto nei pascoli. Gran parte di esse è rizomatosa, per cui le foglie, quasi tutte in rosette

basali, sfuggono facilmente allo sfalcio e allo stesso prelievo degli animali. Nonostante molte specie siano ben appetite (part. *Achillea millefolim*, *Leontodon spp* e *Taraxacum officinale*), una loro forte presenza è dunque sempre indesiderabile. Ancor più sgraditi sono gli esponenti della famiglia delle ranunculacee, spesso velenosi allo stato verde, e gran parte di quelli delle poligonacee e plantaginacee, poco appetiti ed espressione di degrado, rispettivamente, per abnorme carico azotato e forte compattazione del suolo. Fanno eccezione alcuni elementi, propri però di cotici in buono stato: *Polygonum bistorta*, *P. viviparum* e *Rumex acetosa* tra le poligonacee (anche se per *Rumex*, un'eccessiva presenza comporta rischi per la salute del bestiame per dell'elevato tenore in acido ossalico), *Plantago lanceolata* tra le plantaginacee. Interessante invece dal punto di vista foraggero è la famiglia delle ombrellifere, che comprende specie molto aromatiche in grado, laddove non troppo abbondanti, di migliorare sensibilmente l'appetibilità del foraggio. È il caso, in particolare, di *Carum carvi*, *Ligusticum mutellina* e *Pimpinella major*. Altre componenti, quali *Anthriscus silvestris*, *Chaerophyllum hirsutum* e *Herachleum sphondylium*, sono invece molto avidi di azoto e ad elevato vigore vegetativo, ciò che li porta ad esercitare un'eccessiva competizione nei confronti delle migliori foraggere. Diverse altre famiglie completano i profili floristici dei cotici alpini. Si possono ricordare le boraginacee, le ciperacee, le campanulacee, le cariofillacee, genzianacee, labiate, liliacee, juncacee, rosacee, rubiacee, scrofulariacee e altre ancora. Normalmente hanno scarso o nullo significato foraggero, salvo taluni esponenti, ben appetiti, del genere *Phyteuma* tra le campanulacee, *Alchemilla*, *Sanguisorba* e *Potentilla* tra le rosacee. Talvolta sono tossiche, come l'equisetacea *Equisetum palustre*, l'euforbiacea *Euphorbia cyparissias*, l'hypolepidacea *Pteridium aquilinum*, la labiata *Colchicum autumnale* e le scrofulariacee dei generi *Euphrasia*, *Pedicularis* e *Rhinanthus*. Molte si fanno notare per le belle e vistose fioriture, soprattutto le campanulacee, le genzianacee e le liliacee (Gusmeroli, 2012).

2.3 il taglio e le relative proprietà dei foraggi

I prati e prati-pascoli sono caratterizzati dall'aver una composizione botanica molto variabile in funzione di fattori di diversa natura, come l'altitudine, il clima, caratteristiche del terreno e la pressione di pascolamento. I foraggi verdi hanno un elevato contenuto in acqua ed un medio e valore energetico ma le loro caratteristiche nutritive variano in funzione della specie

botanica, lo stadio vegetativo durante il quale le erbe vengono utilizzate, l'andamento climatico, la concimazione etc. La principale fonte di variazione dei valori nutritivi si individua durante l'accrescimento, la sintesi di carboidrati strutturali e di lignina necessarie per il consolidamento dei tessuti meccanici determinano un aumento della fibra grezza che porta ad un calo delle proteine grezze, questo si verifica maggiormente sulle graminacee dopo la fioritura. Anche il contenuto di minerali diminuisce, in particolare il calcio, con la maturazione della pianta questo dipende molto dalla natura del terreno, dalle concimazioni effettuate, se sono effettuate, e dall'andamento climatico. La digeribilità e il valore nutritivo dei foraggi è al suo picco negli stadi giovanili e dipende dal rapporto foglie/steli; nelle graminacee in stadio giovanile la digeribilità degli steli è elevata addirittura maggiore delle foglie, ma con la maturazione la digeribilità delle foglie cala molto lentamente, mentre quella degli steli cala bruscamente. Nelle leguminose le differenze tra stadio giovanile e maturo sono tuttavia minori, soprattutto nelle specie che mantengono un buon rapporto foglie/steli; in genere rispetto alle graminacee presentano una migliore velocità di degradazione ruminale dei componenti strutturali nonostante la discreta lignificazione, forse dovuta a una differente disposizione spaziale della lignina nelle pareti cellulari. Da queste considerazioni bisognerebbe somministrare i foraggi verdi in uno stadio precoce di vegetazione, ma nella realtà in particolare quando si vuole conservarli mediante la tecnica della fienagione o insilamento, bisogna valutare bene il rapporto tra qualità e resa che sono inversamente proporzionali, quindi il periodo di sfalcio deve essere un compromesso tra i due. Questo compromesso viene tradotto con uno sfalcio a inizio fioritura nelle leguminose e inizio spigatura nelle graminacee. Inoltre, non è da sottovalutare che le condizioni climatiche possono influenzare il momento dello sfalcio (Succi, 1998).

2.4 Le analisi di laboratorio per la qualità dei foraggi

Le analisi classiche effettuate dai laboratori comprendono la SS (sostanza secca), CEN (ceneri), PG (protidi grezzi), LG/EE (lipidi grezzi o estratto etereo), FG (fibra grezza) e gli EI (estrattivi inazotati, calcolati per differenza). Tutte queste analisi vengono effettuate secondo la metodica classica proposta da 2 ricercatori tedeschi della Stazione Sperimentale di Weende. L'obiettivo era quello di separare gli alimenti nei principi nutritivi necessari all'animale,

facendo un'ulteriore divisione per i carboidrati in 2 frazioni: gli EI (di facile utilizzo) e la FG (di non completo utilizzo). Con tale divisione però è molto imprecisa perché non tutta la fibra della parete vegetale si ritrova nella FG, infatti mediamente le pectine, metà delle emicellulose, più della metà della lignina e una parte della cellulosa vengono perse durante l'analisi classica delle FG e vengono quindi incluse in modo errato negli EI (Succi, 1998).

Analizziamo le singole analisi di laboratorio:

-**Sostanza secca (SS)**: il campione, precedentemente pesato, viene messo in stufa per 4 ore a 105°C, poi il campione viene ripesato e la differenza tra il peso iniziale e quello finale identifica l'umidità. Fanno eccezione gli insilati perché la loro SS è formata anche da sostanze organiche volatili che verrebbero perse con l'essiccazione portato ad una sottostima tra 2-15%, per questo per gli insilati è meglio effettuare una determinazione diretta tramite distillazione con toluene, oppure effettuare una correzione sul valore determinato con l'essiccazione. Molto importante è il grado di umidità perché esso influenza il grado di conservabilità dei foraggi (Succi, 1998).

-**Protidi grezzi (PG)**: la quantità totale di sostanze azotate presente negli alimenti è calcolata sulla quantità di azoto con il metodo di Kjeldahl, ovvero con un trattamento con acido solforico concentrato che trasforma tutto l'azoto (tranne i nitrati e i nitriti) in solfato di ammonio, poi questo viene trattato con soda caustica, che libera ammoniaca, titolata per via colorimetrica con acido borico. Infine, si calcolano le PG moltiplicando l'azoto per 6,25, perché le proteine negli alimenti sono costituite mediamente dal 16% da N (Succi, 1998).

-**Lipidi grezzi o estratto etereo (LG o EE)**: con lipidi grezzi vengono in realtà considerate tutte le sostanze estratte attraverso un solvente organico (etere etilico o etere di petrolio); il grasso è solubile in etere, ma lo sono anche altre sostanze minori come cere, resine, acidi organici, alcoli, steroli e vitamine liposolubili, inoltre ci sono alcuni lipidi che non vengono estratti. Un altro problema è che l'etere estrae male i saponi, la loro presenza rende necessario una prima idrolisi acida prima di eseguire l'estrazione vera e propria (Succi, 1998).

-**Ceneri (CEN)**: le ceneri vengono calcolate bruciando il campione in muffola a 550°C, finché tutto il carbonio presente non sia stato rimosso mediante ossidazione. Ovviamente prima e dopo l'incenerimento si pesa il campione per poi sapere per differenza la quantità di ceneri presenti nel campione. Dal punto di vista nutrizionale il contenuto in ceneri non ha un grande

significato, ma serve a calcolare per differenza il contenuto di sostanza organica dell'alimento stesso (Succi 1998), anche se spesso un alto contenuto in ceneri soprattutto nei fieni, può essere ricondotto ad una contaminazione con terra.

-Fibra grezza (FG): il metodo di Weende prevede due idrolisi successive, prima con acido solforico e la seconda con potassa. Per gli alimenti con contenuto lipidico superiore all'8% è meglio fa precedere le idrolisi da un'estrazione con etere, per rimuovere le sostanze lipidiche. Gli EI (estrattivi inazotati) corrispondono al risultato dell'equazione:

$$EI = 100 - CEN - PG - FG - LG,$$

e questi rappresenterebbero secondo il metodo di Weende le parti più facilmente digeribili dei carboidrati totali, ma come già segnalato una percentuale di emicellulose, lignina e le pectine vengono perse con le idrolisi.

Oggi a conoscenza di questo errore si usa un'altra metodica più specifica per i carboidrati per distinguere meglio quelli totalmente utilizzati da quelli usati più lentamente o quelli non utilizzati. Vengono così introdotte nuove analisi, sperimentate da van Soest (Succi, 1998) con l'utilizzo di detergenti per dividere la sostanza secca degli alimenti in 3 classi con diversa disponibilità degli alimenti e dei suoi costituenti rispetto all'analisi con il metodo di Weende. La metodica di van Soest è la seguente:

-Fibra Neutro Detersa (NDF): il campione viene fatto bollire in soluzione neutra per 1 ora (composta da sodi laurilsolfato+EDTA), e con questo procedimento quasi tutte le sostanze contenute nel succo cellulare (minerali, vitamine, proteine, AA, acidi organici, lipidi, pigmenti, vitamine) e le pectine finiscono in soluzione, allontanandosi dal campione. Queste sostanze sono considerate digeribili al 98%. Quello che resta, ovvero la fibra neutro detersa comprende le emicellulose, cellulosa, lignina, cutina e silice a rappresentanza della parete cellulare vegetale cioè quell'insieme di sostanze nutritive non rapidamente né totalmente disponibili per il bovino. L'NDF esprime inoltre l'ingombro ruminale, ovvero se diamo a una bovina del fieno molto maturo avrà un ingombro ruminale elevato dato dalla quantità maggiore di NDF, invece se somministriamo alimenti concentrati l'ingombro ruminale sarà nettamente inferiore dovuto alla quantità più bassa di NDF contenuta. Il vantaggio di stimare il valore di NDF a confronto delle FG è derivato dal fatto che con le FG non possiamo valutarne la loro digeribilità, invece con l'NDF oltre a stimare la quantità di fibra determiniamo anche la qualità

di essa. Ad esempio, se confrontiamo un fieno di festuca con uno di medica possono avere la stessa quantità di FG (pari a circa 33% sulla SS), ma nel caso della festuca il contenuto di NDF corrisponderebbe al 75% della SS mentre per la medica il contenuto di NDF risulterebbe inferiore a circa il 45% della SS. Quindi a parità di FG la medica è qualitativamente migliore perché la vacca nutrendosi di essa avrà un ingombro minore, dovuto a un più basso contenuto di NDF, e quindi potrà mangiare di più, in relazione a ciò sarà più produttiva (Succi, 1998).

-Fibra Acido Detersa (ADF): il residuo di NDF viene fatto bollire con acido solforico 0,5M con CTAB, così da solubilizzare le proteine della parete e le emicellulose e rimangono come residuo cellulosa, lignina, cutina e silice (fibra acido detersa). Questo metodo si può applicare sul residuo di NDF oppure direttamente sul campione di partenza, e in tal caso l'ADF contiene una parte di pectine.

-Lignina Acido Detersa (ADL): questo trattamento viene fatto trattando il residuo di ADF con acido solforico al 72%, che consente la solubilizzazione della cellulosa e quindi lascia intatta la lignina, la cutina e silice che sono la parte indigeribile della cellula vegetale.

2.5 Le tipologie di conservazione dei foraggi

La conservazione dei foraggi ha l'obiettivo di trasformare l'erba fresca, che al momento dello sfalcio è instabile, sia dal punto di vista microbico sia chimico, in un prodotto che sia il più stabile possibile e che quindi si possa conservare, diminuendo le alterazioni che subirebbe l'erba fresca. Bisogna però ricordare che qualsiasi tipo di conservazione porta ad una inevitabile perdita di nutrienti a confronto con il contenuto del foraggio verde. I metodi di conservazione utilizzati al giorno d'oggi sono tre: fienagione, disidratazione e insilamento.

2.5.1 Fienagione

Questa tecnica che è la più antica e conosciuta, prevede, dopo lo sfalcio, un essicamento in campo grazie al sole che riscalda e al vento che facilita l'evaporazione dell'acqua; non esiste un tempo prestabilito di essicamento, perché esso dipende dal clima, dall'ambiente e dai vari e numerosi spostamenti della massa erbosa, che effettua il contadino come arieggiamenti, rivoltamenti, andanature e spandimenti. Tutte queste azioni facilitano l'evaporazione dell'acqua, e si concludono una volta che la massa erbosa ha raggiunto circa il 12-15 % di

umidità (Pignedoli et al., 2017) quando il fieno può essere imballato o in rotoballe o in balle a parallelepipedo di varie dimensioni.

Un fattore molto importante che incide sulla qualità del fieno è il periodo di sfalcio, poiché i ritardi portano ad una eccessiva maturazione delle essenze, e quindi a perdite di valore nutritivo, in genere per l'aumento della quantità di fibra e quindi del contenuto di NDF.

Il periodo ottimale per la raccolta sarebbe con tagli precoci ma questo porterebbe a rese basse, e quindi per ovviare al problema si è cercato di trovare un compromesso tra la qualità e quantità. In particolare, il periodo di sfalcio ottimale sarebbe a inizio spigatura per le graminacee e inizio fioritura per le leguminose.

A seconda dello stadio vegetativo al momento dello sfalcio devono evaporare dai 3 ai 5 kg di acqua per kg di sostanza secca di foraggio verde, per trasformarlo in fieno (Succi 1998). La perdita di acqua dalla pianta è limitata da resistenze interne, dovute alla presenza di cuticola e alla pressione osmotica delle cellule morte. La perdita di acqua è maggiore nel periodo subito dopo lo sfalcio, per un paio di ore, perché l'acqua riesce a fuoriuscire dagli stomi, dopo questo primo periodo la fuoriuscita di acqua diminuisce perché, non passa più attraverso gli stomi, ma deve passare attraverso le cellule epidermiche e la cutina, che formano una barriera più resistente. In condizioni ottimali di fienagione nelle prime ore si perdono circa 0,5 kg di acqua per kg di sostanza secca all'ora, poi la fuoriuscita di acqua diminuisce sotto 0,1 kg di acqua. C'è da ricordare che le foglie riescono prima a liberare l'acqua, mentre gli steli hanno tempi più lunghi.

Come già accennato precedentemente sono inevitabili, durante la fienagione, le perdite di sostanza secca e di valore nutritivo. Le perdite sono dovute a svariati fattori come la meccanizzazione che comporta durante tutti gli spostamenti subiti dalla fitomassa di perdite di foglie, soprattutto delle leguminose che hanno un picciolo più debole, nelle quale sono contenuti più nutrienti che nello stelo; perdite per lisciviazione dovuti alla pioggia che asporta composti solubili e inoltre aumenta il tempo di essiccazione dovuto all'aumento di umidità; perdite per respirazione cellulare dove la pianta per un certo tempo dopo lo sfalcio continua la respirazione cellulare e i processi metabolici consumando zuccheri (Succi, 1998).

Al giorno d'oggi con le nuove tecnologie è possibile effettuare la fienagione in 2 tempi, questa tecnica permette di accorciare la permanenza in campo della fitomassa. Una volta sfalciata,

l'erba viene fatta pre-appassire in campo e poi trasportata sfusa o imballata in locali appositi con una ventilazione forzata di aria calda, che permette il raggiungimento ottimale di umidità per la conservazione (Lombardi, 2018). Questo processo è vantaggioso perché si possono accorciare i tempi di permanenza in campo della fitomassa, evitando così temporali improvvisi e ristagni di umidità che favoriscono l'insorgere di muffe, inoltre evitando la perdita di nutrienti dovuti ai continui spandimenti, rivoltamenti e andature. L'unico importante svantaggio della fienagione in 2 tempi è il costo di acquisto e di gestione dell'impianto a areazione calda forzata.

2.5.2 Insilamento

Questa è una tecnica di conservazione che sfrutta le modificazioni chimiche indotte da una fermentazione lattica, controllata su foraggi ed altri prodotti ricchi di acqua e zuccheri fermentescibili in condizioni anaerobiche. Questo processo può avvenire grazie alla presenza di microorganismi naturali (batteri lattici) che trasformano, mediante fermentazioni degli zuccheri solubili della pianta in acidi organici, che abbassano il pH della fitomassa e impediscono l'attività putrefattiva di altri microorganismi (Succi, 1998).

Una volta sfalciato il foraggio, e soprattutto per il mais trinciato in pezzi più corti per aumentare la superficie di contatto, nel più breve tempo possibile deve essere stivato in trincee ricoperte con un telo impermeabile, oppure se foraggi lunghi come i prati, raccolto in rotoballe fasciate. I sili a trincea, le rotoballe fasciate oppure i sili a torre o i tubi flessibili, hanno il comune che la fitomassa venga compressa e isolata dall'aria, per dare inizio al più presto possibile alle fermentazioni lattiche positive. Subito dopo aver stivato la massa in maniera corretta, cominciano a proliferare e svilupparsi batteri, muffe e lieviti soprattutto aerobi, che consumano ossigeno auto inibendosi. Successivamente si crea una condizione pressoché anaerobia che faciliterebbe la proliferazione degli enterobatteri, anaerobi facoltativi, i quali producono acido acetico, etanolo e anidride carbonica, ma che vengono inattivati al raggiungimento del pH 4,3. A questo punto si sviluppano i batteri lattici, anaerobi facoltativi ma che riescono a sopravvivere a pH anche inferiore a 4. Questi batteri producono attraverso fermentazioni omolattiche e eterolattiche, acido lattico, acido acetico, alcoli e anidride carbonica, partendo da glucosio. Questa fermentazione provoca un repentino calo

di pH, che se avviene troppo lentamente c'è il rischio che germinino anche le spore dei clostridi (*Clostridium tyrobutyricum*) (Succi 1998), introdotte con la presenza di terra durante la raccolta, producono acido butirrico e anidride carbonica a partire dal glucosio e dall'acido lattico, il tutto con una notevole dispersione di calore e notevole consumo di sostanza secca. Così facendo i clostridi provocano un innalzamento del pH e un rigonfiamento per la quale può esserci anche una successiva contaminazione con aria esterna. Da questo possibile inquinamento di aria possono svilupparsi i clostridi proteolitici che degradano gli AA in ammoniaca, acidi grassi volatili e ammine che possono essere la causa della tossicità dell'insilato (Succi, 1998).

Per fare un buon insilato bisogna quindi avere una buona quantità di zuccheri fermentescibili, e stivare il prima possibile la fitomassa in condizioni anaerobiche per far avvenire il prima possibile le fermentazioni che abbassano il pH. In relazione all'abbassamento di pH, si deve tener conto del potere tampone del foraggio, che deriva dal contenuto di proteine e di minerali, e quindi da questo si può dedurre che le leguminose siano più difficili da insilare a confronto con le graminacee.

Il migliore foraggio da insilare risulta quindi essere il mais, che alla maturazione latteo-cerosa ha la quantità ottimale di zuccheri fermentescibili e l'umidità opportuna, oltre ad avere un basso potere tampone. Per facilitare invece quelle essenze che hanno un elevato potere tampone o una quantità di zuccheri fermentescibili scarsa, si usa dare un aiuto per avviare la fermentazione, innestando batteri omolattici, che velocizzino l'attività di abbassamento di pH. Inoltre, è consigliabile aggiungere composti con zuccheri, come il melasso, in modo da fornire nel più breve tempo substrato fermentescibile ai batteri lattici. Un altro accorgimento atto a diminuire il contenuto in spore di clostridi è quello di cercare di insilare senza la presenza di terra, la quale può essere fonte di inquinamento di clostridi.

Anche con la tecnica di insilamento, se pur migliore della fienagione, ci sono inequivocabilmente delle perdite di valore nutritivo, dovuti alla respirazione cellulare iniziale, inevitabile perché utile per l'instaurarsi delle condizioni anaerobiche, perdite dovute alla fermentazione sono relativamente basse se si instaurano quelle lattiche, invece più dispendiose sono quelle a opera delle fermentazioni a opera dei clostridi, che si possono evitare se il pH si abbassa velocemente.

I vantaggi dell'insilato, soprattutto del mais sono: una minore dipendenza dalle condizioni climatiche, standardizzazione dell'alimentazione, intera meccanizzazione nell'intero processo produttivo, alta resa e qualità elevata (Succi, 1998).

2.5.3 Disidratazione

Questa tecnica di conservazione del foraggio prevede entro poche ore dopo lo sfalcio, di sottoporre la fitomassa a ventilazione con aria molto calda, per un'essiccazione rapida dell'erba fino al raggiungimento di meno dell'8-15% di umidità. Con questa procedura di riducono le perdite (<8% della SS in totale) e si conserva quasi inalterato il valore nutritivo del foraggio fresco. Esistono 2 principali tipi di disidratatori, quelli a bassa temperatura e ad alta temperatura. I primi consistono nella ventilazione a 130/200°C del foraggio. Nel secondo caso il foraggio viene messo in un cilindro rotante con temperatura interna dell'aria di 800/1000°C per pochi secondi. Il vantaggio di questa tecnica di conservazione è che il valore nutritivo resta quasi inalterato ma il problema sono i costi di impianto per raggiungere le temperature con l'uso di carburanti. Si possono diminuire i consumi operando un preappassimento in campo. Questa tecnica di conservazione viene effettuata solo per essenze foraggiere da elevato pregio a livello nutrizionale, come la medica (Succi, 1998).

2.6 I foraggi nelle razioni bilanciate (relazione con la qualità del latte)

Il fattore più importante per la produzione qualitativa e quantitativa del latte è l'alimentazione della bovina che si basa su una razione equilibrata che soddisfi i fabbisogni dell'animale. In base agli alimenti e alle percentuali di essi combinati tra loro possiamo ottenere una razione ottimale con la quale possiamo influire positivamente, se adeguata, o negativamente se è inadeguata, sulla qualità e la produzione di latte.

La formulazione della razione viene fatta in base al giusto rapporto tra foraggi e concentrati, in base allo stadio fisiologico degli animali, al livello produttivo e alla qualità dei foraggi somministrati. I parametri più importanti per capire la qualità dei foraggi sono la fibra espressa in NDF, il contenuto in PG e in UFL (Unità Foraggiere Latte) espresse sulla SS.

Per parete vegetale è meglio concentrarsi sulle frazioni fibrose: NDF (che esprime l'ingombro e quindi correlata all'ingestione alimentare), ADF (questa comprende tutte le frazioni meno digeribili della componente fibrosa e quindi incide negativamente sul valore nutritivo).

Tutti questi parametri poi possono variare in funzione principalmente nelle varie fasi di lattazione della bovina. Il massimo dell'efficienza sarebbe modificare giornalmente la razione ad ogni singola bovina ma risulterebbe troppo dispendioso, e quindi generalmente si procede facendo una media relativa al maggior numero di bovine che si presentino nella stessa fase di lattazione. Al giorno d'oggi esistono delle tecnologie di somministrazione e modificazione della razione giornaliera per singolo animale, dove il carrello che somministra la razione riconosce individualmente ogni singolo animale, e quindi somministra o miscela il corretto quantitativo di alimenti, ma il sistema è ancora in fase iniziale e quindi risulta molto costoso. Un aiuto molto importante è dato dal sistema di somministrazione della razione denominato "Unifeed", che prevede una somministrazione di un unico alimento miscelato, così che le bovine non possano scegliere i singoli ingredienti della razione, consumandone in quantità maggiori alcuni a discapito di altri, ma sono costrette a mangiare l'intera razione, grazie alla perfetta miscelazione e trinciatura. Questo sistema, di uso comune in molte aziende anche in montagna, apporta molti vantaggi come l'aumento dell'ingestione di SS (circa il 5-10%) ed aumentando così la produzione di latte, l'utilizzazione e efficienza degli alimenti, ma può migliorare anche il contenuto lipidico e proteico nel latte, e spingere verso una maggiore persistenza della curva di lattazione (Succi, 1998).

3 SCOPO DELLA RICERCA

Scopo del lavoro è stato quello di valutare la qualità foraggera di prati, in passato semi abbandonati, e poi riattivati da parte della Comunità Montana di Valle Trompia, nel tentativo di valorizzare e tutelare il territorio, anche per la produzione del formaggio Nostrano Val Trompia DOP.

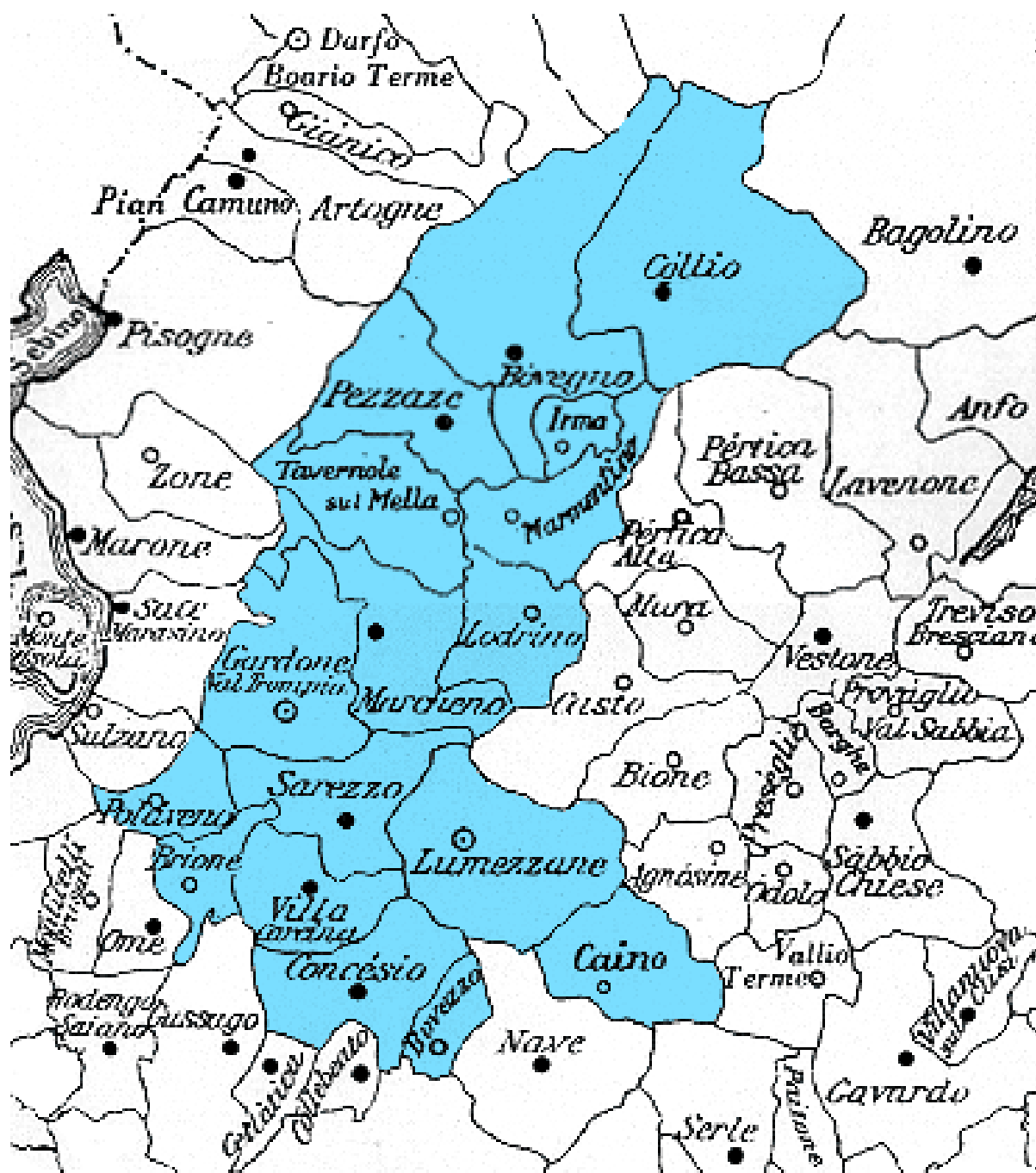
Lo scopo della ricerca è stato in particolare quello di Individuare le principali essenze floristiche che caratterizzavano alcuni prati, e valutare il valore nutritivo di erba fresca e dei relativi fieni, parzialmente essiccati con l'utilizzo di essiccatori specifici.

4 MATERIALE E METODI

Il seguente elaborato è stato fatto in conclusione dell'attività di tirocinio proposto dall'università in collaborazione con la Comunità Montana della Val Trompia.

Il tirocinio è stato effettuato a partire da maggio 2018 e si è concluso a settembre 2018.

Figura 4.1 Cartina Val Trompia



L'attività prevedeva una osservazione e valutazione floristica di alcune aree prative, seguita da una serie di campionamenti di erba nel momento stesso dello sfalcio e di campionamenti anche sul fieno ottenuto, mediante carotaggio dei balloni essiccati.

4.1 L'area di studio

L'area dove si è svolta l'attività di tirocinio è la Val Trompia (figura 4.1), la più piccola delle tre valli del Bresciano. Le zone di campionamento sono sparse sul territorio da zone con altitudine di circa 2020 m s.l.m. fino a zone che raggiungono circa i 1200 m s.l.m.

I campi che sono stati campionati si trovavano nelle seguenti località:

Bovezzo (200 m s.l.m.), Concesio (220 m s.l.m.), Vaghezza (1100 m s.l.m.), Bovegno (680m s.l.m.); Pezzoro (900 m s.l.m.), Irma (800 m s.l.m.), Memmo (980m s.l.m.). Queste altitudini non sono rappresentative dei campi campionati, ma sono per avere un'idea delle possibili quote raggiunte. Le reali altitudini sono state rilevate per ogni campo, nel momento e nel luogo del campionamento di erba.

4.2 I rilievi floristici in campo

I rilievi floristici venivano effettuati secondo la seguente metodica:

Una volta in campo dopo un'accurata osservazione si stimava approssimativamente la percentuale delle diverse essenze presenti in maggior numero, notando anche la distribuzione spaziale sul territorio, uniformità o la presenza di zone con concentrazione maggiore di una specie, come è evidente nella figura 4.2. In seguito, si passava al campionamento vero e proprio ovvero si sono prelevate le principali essenze presenti in campo, questo per il riconoscimento vero e proprio e per allestire un erbario (capitolo 5.3).

Le informazioni e i dati raccolti comprendevano: zona e data di prelievo, coordinate geografiche, appezzamento in m², il numero di essenze campionate con le diverse percentuali suddivise per Leguminose, Graminacee e "Altro".

Da questi dati poi sono stati calcolati gli indici di Shannon, ricchezza floristica ed equiripartizione.

Figura 4.2 Distribuzione non uniforme di un'area



4.3 il campionamento della massa foraggera e dei fieni

Dopo aver effettuato il rilievo floristico, si passava al campionamento rappresentativo della massa foraggera, attraverso l'individuazione di più zone dello stesso campo che unite potessero rappresentarlo. Si procedeva nel misurare in queste zone prestabilite un'area di 1 m², con l'ausilio di paletti e metro per delineare il punto di prelievo, fatto ciò si prelevava la massa foraggera con l'aiuto di un piccolo tagliaerba manuale (figura 4.3), stando molto attenti a prelevare a circa 5 cm dal suolo per non inquinare i campioni di terra.

Figura 4.3 Area di campionamento



La massa, una volta prelevata, veniva posta in sacchi di plastica identificabile da data di prelievo e luogo, successivamente questi campioni venivano conservati in freezer fino al momento dell'analisi in laboratorio.

Oltre al rilievo della massa foraggera in campo veniva effettuato un campionamento sul fieno, visibile nella figura 4.4. Il prelievo avveniva sulle balle di fieno con un carotatore apposito, facendo tre trivellazioni per balla (un ballone per ogni campo) seguendo i piani X, Y, Z. Questi campioni venivano conservati in sacchetti ben chiusi, fino al momento della analisi, per evitare perdite di umidità.

Figura 4.4 Carotaggio di una rotoballa



4.4 l'impianto di essiccazione dei fieni

La Comunità Montana aveva in dotazione un essiccatoio (figura 4.5) per il fieno, di installazione recente. Questo impianto si trova nella località di Tavernole (BS) ed è un essiccatoio a celle, ovvero il fieno già imballato viene posto in celle dove viene essiccato, tramite una ventilazione forzata d'aria calda. L'essiccazione veniva effettuata tramite un'insufflazione dall'alto di aria calda, con una capacità fino a 8 rotoballe, contemporaneamente disposte su 2 piani.

Questo impianto è stato fondamentale nella stagione 2018, in quanto le abbondanti piogge avrebbero reso veramente difficile la conservazione adeguata, con la giusta percentuale di umidità di conservazione.

Figura 4.5 Essiccatoio Val Trompia



4.5 Analisi di laboratorio sui campioni

Le analisi sui campioni di foraggio e di fieno sono state effettuate con uno strumento NIR (Aurora di Grainit) con curve di calibrazione adeguate per erba fresca di prato e fieni.

Il NIR portatile è uno strumento di facile utilizzo che sfrutta le onde infrarosse per darci informazioni nutrizionali del campione analizzato. Con il NIR viene misurata la riflessione di un fascio di luce dell'infrarosso che trapassa il campione, sapendo che ogni componente chimico contenuto nel campione ha uno specifico spettro di assorbimento della luce infrarossa e quindi di riflessione, questo permette di distinguere le diverse sostanze contenute e costruire una curva di predizione per specifiche matrici e componenti chimiche (Pratesi, 2019).

È uno strumento molto accurato, siccome il NIR prende in esame solo la superficie dei campioni è molto importante durante l'analisi la preparazione del campione in modo da avere una superficie perfettamente analizzabile preparando il campione in modo che sia il più uniforme possibile. La procedura era la seguente:

Per quanto riguarda l'erba verde si procedeva scongelando il campione almeno 24 ore prima dell'analisi. Una volta scongelata la massa di erba veniva posta su una superficie perfettamente piatta e si distendeva in modo uniforme e si passava alla lettura dei valori con il NIR, si facevano 4 letture per campione girando la massa di erba, per avere una accuratezza migliore. La medesima procedura veniva applicata anche per i fieni con l'unica differenza che il fieno veniva posto in una scatola di legno appositamente studiata per permettere l'agevole uso dello strumento NIR. Anche per i campioni di fieno si effettuavano 4 misurazioni per singolo campione. Tutti i dati raccolti relativi sia al foraggio verde che al fieno sono stati elaborati successivamente.

5 RISULTATI E DISCUSSIONE

Di seguito verranno riportate le informazioni più dettagliate riguardanti le aree di campionamento e i dati raccolti e rielaborati, riguardanti la qualità del foraggio verde in campo e della successiva conservazione sottoforma di fieno.

5.1 Descrizione delle aree campionate

Le aree campionate si distribuivano da un'altitudine di circa 200 m s.l.m. fino a 1200 m s.l.m. Si è effettuato solo il primo taglio, perché le condizioni climatiche della stagione non sono state favorevoli, con precipitazioni costanti, e questo ha comportato alterazioni tempistiche di sfalcio, posticipando di molto il primo taglio. Le zone campionate sono risultate in totale 7.

Bovezzo

Figura 5.1 - zona di studio 1



- altitudine: 200 m s.l.m.
- longitudine: 10,25
- latitudine: 45,59
- appezzamento m²: 33.000

Questo campo è quello che si trova altitudinalmente più in basso, quest'area campionata si trovava in mezzo ad altri campi che però non erano a carico della Comunità Montana, zona pressoché pianeggiante e di perimetro rettangolare. In mezzo al campo c'era la presenza di qualche albero con un lieve dislivello tra parte superiore e inferiore, le essenze erano distribuite uniformemente su tutta l'area, ed è prevalsa l'Avena altissima (*Arrhenatherum elatius*) accompagnata da una bassa percentuale di *Agropyron repens* e *Vicia sativa*.

Concesio

Figura 5.2 - zona di studio 2



- altitudine: 600 m s.l.m.
- longitudine: 10,22
- latitudine: 45,62
- appezzamento m²: 8.500

Questa area era localizzata in zona Val Piana a Concesio, il campo si trovava alla fine di una strada sterrata, leggermente in pendenza, più o meno uniforme con la presenza principale di *Festuca (Festuca pratensis)* tranne che per la presenza, sotto gli alberi che delimitavano il confine superiore, di macchie cromatiche color lilla date dalla veccia (*Vicia sativa*) come si può notare nella figura 5.3.

Figura 5.3 - zone con presenza di *Vicia sativa*



Vaghezza

- altitudine: 1200 m s.l.m.
- longitudine: 10,3
- latitudine: 45,75
- appezzamento m²: 27.612

Questa zona era caratterizzata da essere molto estesa, e divisa in due da una strada sterrata (figura 5.4). La zona che stava sopra la strada era particolarmente ripida, come si può notare nella figura 5.5, tanto da dover utilizzare un robot telecomandato e cingolato per effettuare lo sfalcio. La composizione floristica era omogenea su tutto l'appezzamento caratterizzata dalla presenza di Avena altissima (*Arrhenatherum elatius*) e di trifoglio (*Trifolium pratense*) con la presenza sporadica di (*Centaurea nigrescens*).

Figura 5.4 - zona di studio 3



Figura 5.5 – sistema di sfalcio telecomandato per pendenze importanti



Bovegno

Figura 5.6 - zona di studio 4



altitudine: 630 m s.l.m.

longitudine: 10,27

latitudine: 45,79

appezzamento m²: 6.240

Questo campo si trovava a ciglio strada caratterizzato dall'aver in mezzo una vecchia cascina ristrutturata per l'alloggio estivo. La parte da sfalciare comprendeva il versante ripido che si nota nella figura 5.6.

Queste 2 aree erano molto diverse tra di loro per composizione floristica, e si poteva notare come la parte che stava dietro l'abitazione era stata lasciata inselvaticire, con la presenza di macchie bianche date dalla *Conyza canadensis* (figura 5.8) che un'essenza tipica di zone abbandonate.

Nella parte in pendenza che costeggia l'abitazione la composizione floristica era più o meno omogenea, con la presenza di qualche macchia di piccole dimensioni di tarassaco (*Taraxacum*) e erba medica (*Medicago sativa*) mostrate in figura 5.7.

Figura 5.7 *Taraxacum* e *Medicago sativa*



Figura 5.8 *Conyza canadensis*



Pezzoro

- Altitudine: 940 m s.l.m.
- longitudine: 10,21
- latitudine: 45,75
- appezzamento m²: 7.429 + 13.000

Nella località di Pezzoro si è campionato 2 campi diversi che distavano tra loro circa 100 m.

Il primo campo (figura 5.9) era situato dietro una abitazione e la parte sfalciabile era delimitata da una zona tenuta come giardino della casa, terreno in una pendenza non troppo significativa di forma irregolare. Le essenze più importanti sono state l'avena altissima (*Arrhenatherum elatius*) e la Festuca (*Festuca rubra*).

Il secondo campo (figura 5.10) si trovava sempre dietro un'abitazione, delimitato da una staccionata che divideva il giardino dell'abitazione con il campo (figura 5.9), caratterizzato dall'aver un andamento ondulatorio. In quest'area è prevalsa come essenza principale l'avena altissima (*Arrhenatherum elatius*).

Figura 5.9 -zona di studio 5



Figura 5.10 - zona di studio 5



Memmo

- altitudine: 1260 m s.l.m.
- longitudine: 10,3
- latitudine: 45,82
- appezzamento m²: 31.100

Un'aera molto estesa, come si può notare nell'immagine 5.11, è interessata da un grosso appezzamento che identifica un'abbondante quota di versante con la particolarità di essere disposta su più piani e con la presenza di alberi e una strada che divideva a metà l'area adibita a sfalcio.

L'essenza principale è risultata l'Avena altissima (*Arrhenatherum elatius*), con macchie sporadiche in particolare vicino alla strada e sotto gli alberi di *Anthoxanthum odoratum*, più una piccola quota anche di *Lotus corniculatus*.

Figura 5.11 - zona di studio 6



Irma

Figura 5.12 zona di studio 7



- altitudine: 1190 m s.l.m.
- longitudine: 10,3
- latitudine: 45,77
- appezzamento m²: 29.000

Zona collocata vicino ad un paio di abitazioni e di una casa ristrutturata che ora ha la funzione di una piccola trattoria con prodotti tipici a gestione familiare. Il campo era caratterizzato da una lieve pendenza e delimitato dal bosco, con la presenza anche il campo di alberi (figura 5.12). Campo non omogeneo, prevalentemente con la presenza di *Agrostis capillaris*, caratterizzato dall'aver macchie di colore viola, date dall'essenza *Mentha spicata* che tappezzano il campo soprattutto nelle aree marginali del campo (figura 5.13).

Figura 5.13 macchie di *Mentha spicata*



5.2 Erbario delle principali specie rilevate

LEGUMINOSE

Figura 5.1 *Trifolium pratense* L.

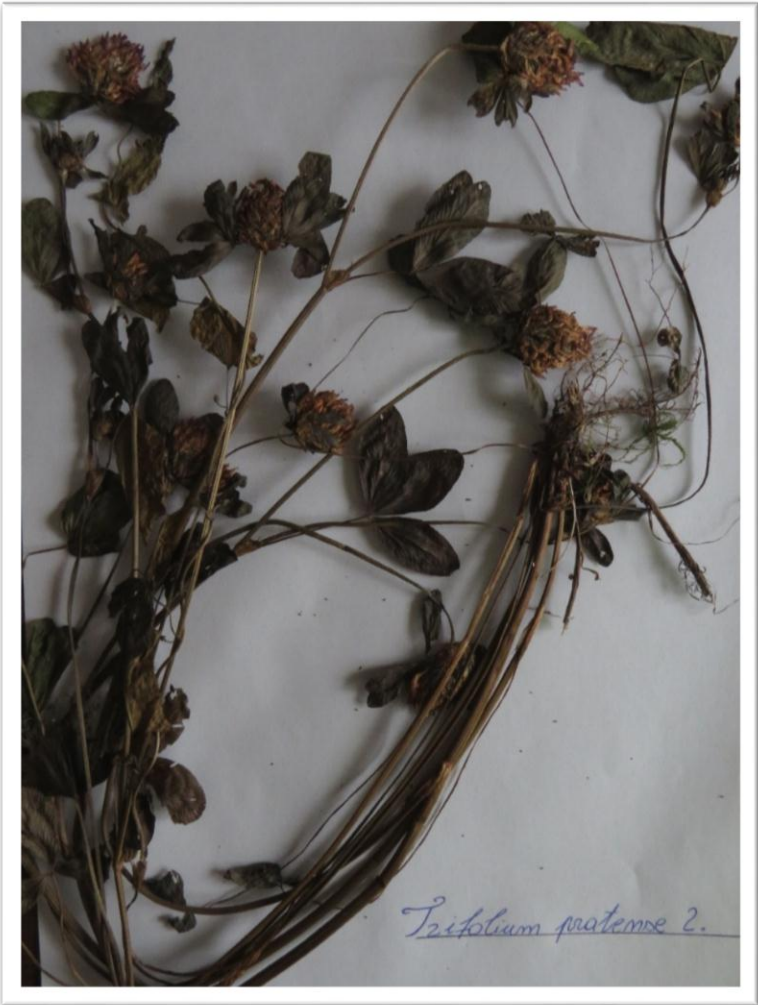


Figura 5.2 *Medicago sativa* L.



Figura 5.3 *Vicia sativa* L.



Figura 5.4 *Lotus corniculatus* L.



Gramineae

Figura 5.5 *Arrhenatherum elatius* L.



Figura 5.6 *Festuca pratensis* (Huds)



Figura 5.7 *Dactylis glomerata* L.



Figura 5.8 *Brachypodium sylvaticum* (Hund)



Figura 5.9 *Holcus lanatus* L.



Figura 5.10 *Agropyron repens* L.



Figura 5.11 *Festuca rubra* L.



Figura 5.12 *Anthoxanthum odoratum* L.



Figura 5.13 *Agrostis capillaris* L.



Altre

Figura 5.14 *Agrimonia agrimonoides* L.



Figura 5.15 *Galium verum* L.



Figura 5.16 *Salvia pratensis* L.



Figura 5.17 *Pteridium aquilinum* L.



Figura 5.18 *Centaurea nigrescens* (Willd)



Figura 5.19 *Silene vulgaris* (Moench)



Figura 5.20 *Conyza canadensis* L.



Figura 5.21 *Dianthus carthusianorum* L.



Figura 5.22 *Hypericum perforatum* L.



Figura 5.23 *Ranunculus acris* L.



Figura 5.24 *Taraxacum* spp.



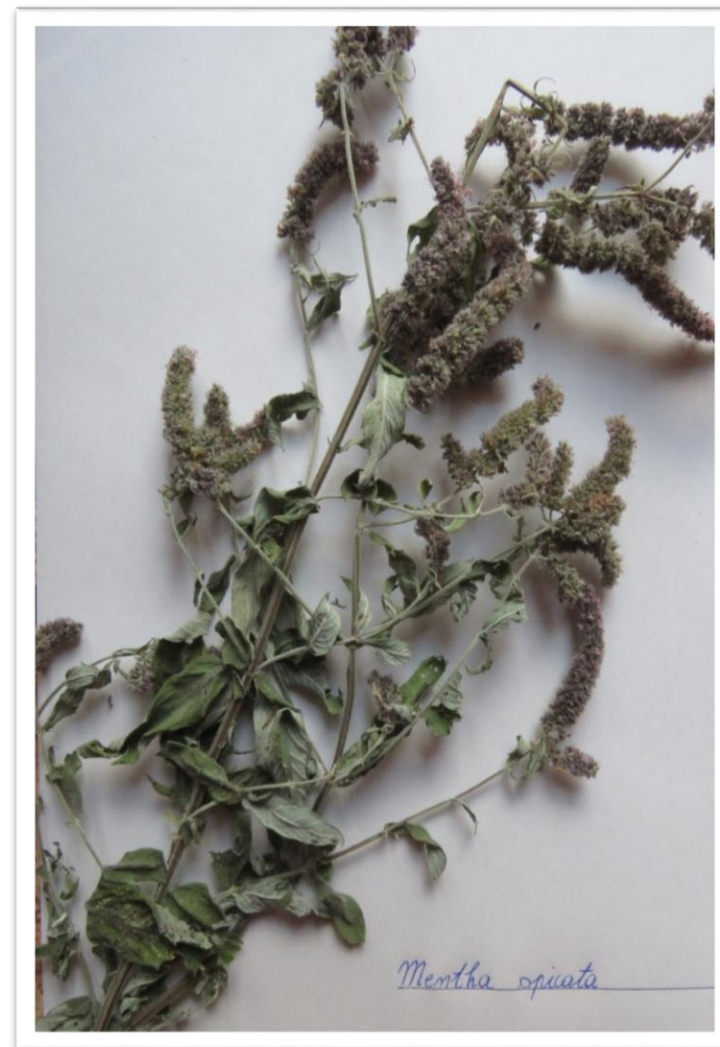
Figura 5.25 *Pastinaca* spp.



Figura 5.26 *Achillea millefolium* L.



Figura 5.27 *Mentha spicata* L.



5.3 Qualità dell'erba fresca e del fieno

Nella tabella 5.1 si possono vedere i dati delle aree campionate, per il rilievo floristico. Le essenze sono state divise per famiglie, in particolare quelle più rappresentative per il valore nutrizionale dei foraggi, ovvero le leguminose e le graminacee, mentre tutte le altre sono state denominate con la voce "altro".

Come si può notare la percentuale maggiore è stata raggiunta dalle graminacee. In particolare, dall'*Arrhenatherum elatius* con un picco dell'85% a Pezzoro, seguito dal 60% di *Dactylis glomerata* a Bovegno e 55% di *Festuca pratensis* a Concesio. In percentuale nettamente inferiore sono risultate le leguminose con un picco di *Vicia sativa* nell'area a Concesio con il 27% e percentuali minori di *Medicago sativa* a Bovezzo (5%) e infine 10% di *Trifolium pratense* presente a Memmo e Vaghezza.

Tra le essenze che non rientravano nelle famiglie di graminacee e leguminose ritroviamo in maggior percentuale *Mentha spicata* e *Conyza canadensis*. Rispettivamente hanno avuto un'incidenza del 18% nell'area campionata di Irma, per quanto riguarda la prima, e un'abbondanza simile a Bovegno per la seconda. *Mentha spicata* è tipicamente indice di aree umide e ombreggiate, mentre *Conyza canadensis* compare in aree abbandonate dall'uomo. Nei dati rielaborati successivamente presenti nella tabella 5.2 si è assegnato a ciascuna specie che è stata rilevata nei campionamenti la relativa abbondanza sul totale, espressa come media e deviazione standard. L'attributo "numero" presente nella tabella ci dice in quanti dei campioni che sono stati fatti è stata ritrovata quella determinata specie. La media di graminacee presenti sul totale è risultata pari al 74,4% con una deviazione standard di 8,7%. Tra tutte le graminacee incontrate la più abbondante è stata l'*Arrhenatherum elatius* con una media del 65% e una deviazione standard del 18%. Le leguminose sono presenti con una media e deviazione standard rispettivamente dell'8,9 e 8,5%. La più rappresentativa è risultata *Vicia sativa* con media di 15% e deviazione standard di 16%.

Mentre tutte le altre essenze ricoprono la rimanente parte con una media di 16% e una deviazione standard di 9%.

Tabella 5.1 - rilievi floristici

	RILIEVO 1	RILIEVO 2	RILIEVO 3	RILIEVO 4	RILIEVO 5 (campo1)	RILIEVO 5 (campo2)	RILIEVO 6	RILIEVO 7	RILIEVO 8
Zona	Bovezzo	Concesio	Vaghezza	Bovegno	Pezzoro	Pezzoro	Memmo	Irma	Bovezzo
Data	09/06/2018	16/06/2018	11/07/2018	19/07/2018	24/07/2018	24/07/2018	01/08/2018	17/08/2018	29/08/2018
Altitudine	200	600	1200	630	950	920	1260	1190	200
Longitudine	10,25	10,22	10,3	10,27	10,21	10,21	10,3	10,3	10,25
Latitudine	45,59	45,62	45,75	45,79	45,76	45,75	45,82	45,77	45,59
superficie m²	33000	8500	27612	6240	7429	13000	31100	29000	33000
FIENO OTTENUTO (t)	10,0	3,0	11,5	2,0	4,0	6,5	12,0	10,5	8,5
fieno (t/ha)	3,03	3,53	4,16	3,21	5,38	5,00	3,86	3,62	2,58
<i>SPECIE:</i>									
GRAMINACEE	83	62	72	60	78	85	80	72	78
Arrhenatherum elatius (L.)	80		70		45	85	40		70
Agropyron repens (L.)	3								3
Festuca pratensis (Huds.)		55							
Brachypodium sylvaticum (Huds.)		5							
Dactylis glomerata (L.)		2		60				6	
Holcus lanatus (L.)			2					6	
Festuca rubra (L.)					33				
Anthoxanthum odoratum (L.)							35		
Agrostis capillaris (L.)							5	60	
Setaria									5
LEGUMINOSE	5	27	10	3	17	0	10	3	5
Medicago sativa (L.)	5			3					5
Vicia sativa (L.)		27						3	
Trifolium pratense (L.)			10		7		10		
Lotus corniculatus (L.)					10				
ALTRO	12	11	18	37	5	15	10	25	17
Erigeron annuus (L.)	7								7
Achillea millefolium (L.)	5		2	2			2		5
Agrimonia agrimonoides (L.)		2					3		
Galium verum (L.)		2							
Salvia pratensis (L.)		2							
Pteridium aquilinum (L.)			2						
Centaurea nigrescens (Willd.)			12	3					
Silene vulgaris (Moench)							2		
Conyza canadensis (L.)				18					
Pastinaca				7					
Dianthus carthusianorum (L.)				2					
Hypericum perforatum (L.)					5			2	
Ranunculus acris (L.)						5			
Taraxacum				5		10	3		
Mentha spicata								18	
Urtica dioica (L.)								2	
Plantago lanceolata (L.)								3	
Heracleum sphondylium									3
Soldago gigantea									2
ALTRO		5	2						
TOTALE	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabella 5.2 - media delle essenze

<i>SPECIE:</i>	numero	media	DS
GRAMINACEE	10	74,4	8,78
Arrhenatherum elatius (L.)	6	65	18,4
Agropyron repens (L.)	2	3	0
Festuca pratensis (Huds.)	1	55	
Brachypodium sylvaticum (Huds.)	1	5	
Dactylis glomerata (L.)	3	22,6	32,4
Holcus lanatus (L.)	2	4	2,82
Festuca rubra (L.)	1	33	
Anthoxanthum odoratum (L.)	1	35	
Agrostis capillaris (L.)	2	32,5	38,9
Setaria	1	5	
LEGUMINOSE	4	8,9	8,48
Medicago sativa (L.)	3	4,3	1,15
Vicia sativa (L.)	2	15	16,9
Trifolium pratense (L.)	3	9	1,73
Lotus corniculatus (L.)	1	10	
ALTRO	20	16,7	9,5
Erigeron annuus (L.)	2	7	0
Achillea millefolium (L.)	5	3,2	1,68
Agrimonia agrimonoides (L.)	2	2,5	0,71
Galium verum (L.)	1	2	
Salvia pratensis (L.)	1	2	
Pteridium aquilinum (L.)	1	2	
Centaurea nigrescens (Willd.)	2	7,5	6,36
Silene vulgaris (Moench)	1	2	
Conyza canadensis (L.)	1	18	
Pastinaca	1	7	
Dianthus carthusianorum (L.)	1	2	
Hypericum perforatum (L.)	2	3,5	2,12
Ranunculus acris (L.)	1	5	
Taraxacum	3	6	3,61
Mentha spicata	1	18	
Urtica dioica (L.)	1	2	
Plantago lanceolata (L.)	1	3	
Heracleum sphondylium	1	3	
Soldogo gigantea	1	2	
ALTRO	2	3,5	2,12

Nella tabella 5.3 vengono espressi per ogni rilievo la ricchezza floristica, l'indice di Shannon e l'equiripartizione. Si definisce ricchezza floristica come il mero elenco delle specie presenti in un sistema. Per analizzare anche la struttura delle specie dobbiamo far riferimento alla loro abbondanza relativa. Essa indica, in genere, il ricoprimento in termini percentuali di ciascuna specie o la frequenza con cui essa viene rilevata. Ecco perché dobbiamo considerare anche la struttura che ci permette di misurare la ripartizione delle specie. Gli indici di dispersione più conosciuti per la misura della biodiversità derivano dalle formulazioni generalizzate di ordine α di Rényi (Gusmeroli, 2012). Uno dei più conosciuti ed usati è l'indice di Shannon; il quale assume valore pari a zero con la presenza di una sola specie, tende a infinito con l'aumento delle specie e della loro ripartizione.

Un altro indice che sintetizza in modo interessante i due precedenti è l'indice di equiripartizione delle specie, che svincola la ripartizione specifica dalla ricchezza. L'indice varia da 0 (ripartizione non equa) a 1 (ripartizione massimamente equa).

Questi 3 indici sono stati utilizzati per sintetizzare in termini numerici la biodiversità delle aree di interesse. Nei casi in analisi notiamo come l'indice di Shannon abbia assunto valori relativamente bassi, da un minimo di 0,75 ad un massimo di 2,14, segnale che i prati e pascoli sono risultati poco equilibrati e poco biodiversi. Anche l'indice di equiripartizione ha mostrato valori molto bassi, da un minimo di 0,47 ad un massimo di 0,80, con prati e pascoli con essenze poco ripartite.

Tabella 5.3 - indici di biodiversità delle aree campionate

	Rilievo 1	Rilievo 2	Rilievo 3	Rilievo 4	
	Bovezzo	Concesio	Vaghezza	Bovegno	
RF (Ricchezza floristica)	5	8	7	8	
Shannon	1.11	1.87	1.51	1.90	
Equiripartizione	0.48	0.62	0.54	0.63	
	Rilievo 5	Rilievo 5	Rilievo 6	Rilievo 7	Rilievo 8
	Pezzorolo1	Pezzorolo2	Memmo	Irma	Bovezzo
RF (Ricchezza floristica)	5	3	8	8	8
Shannon	1.86	0.75	2.14	1.90	1.69
Equiripartizione	0.8	0.47	0.71	0.63	0.56

Nella tabella 5.4 si vuole esplicitare una riflessione sui rapporti che si instaurano alle diverse quote, in particolare, sono state suddivise le aree in due gruppi. Le prime, con una quota mediamente bassa (in media pari a 477 m s.l.m.) sono state caratterizzate da una presenza del 11,7% di leguminose, e del 68,3% di graminacee e la restante parte da essenze di altre famiglie. I prati a quota più elevata, (mediamente a 1104 m s.l.m.), hanno mostrato minori quantità di leguminose (pari all'8 %), mentre hanno presentato maggiore abbondanza di graminacee (pari al 77,4%).

Un'altra informazione che si può notare osservando la tabella riguarda la presenza di un maggior numero di essenze con più basso valore foraggero nelle aree a bassa quota.

Infine, la resa in fieno si è aggirata intorno alle 3 tonnellate ad ettaro in "bassa altitudine" e a circa 4,5 tonnellate a ettaro in "alta altitudine".

Tabella 5.4 - confronto per altitudine

	Bassa	Alta
Altitudine (m)	477	1104
Superficie totale (m²)	15913	21628
Fieno ottenuto (t)	5,0	8,9
Fieno (t)/ha	3,254	4,405
Graminacee	68,3	77,4
Leguminose	11,7	8,0
Altro	20,0	14,6

Per quanto riguarda le analisi del valore nutritivo dell'erba e del relativo fieno (tabella 5.5), si può notare un elevato contenuto in sostanza secca (SS) e in NDF, indicatori di un invecchiamento dell'erba rispetto al momento ottimale di raccolta. In particolare, la sostanza secca alla raccolta ha avuto valori minimi a Vaghezza con 24,4 % stq e massimi a Pezzoro con 43,7 % stq, mentre l'NDF ha avuto valori minimi a Bovegno con 47,3 % SS e massimi a Pezzoro con 64,3 % SS.

Le proteine grezze (PG) sono risultate mediamente basse ($9,5 \pm 1,9$ % SS), mentre l'ADF è risultato mediamente corretto ($32,5 \pm 3,7$ % SS) così come le ceneri ($6,9 \pm 0,8$).

Questi valori denotano un problema nella qualità dell'erba che è da considerare di scadente qualità fin dalla raccolta, a causa del ritardo nello sfalcio che ha comportato un aumento eccessivo della fibra a discapito di proteine e fibre non strutturali.

Per quanto riguarda il fieno (tabella 5.5) possiamo mediamente considerarlo "mediocre", a causa di valori PG troppo bassi ($7,8 \pm 1,9$ % SS) e NDF troppo elevati ($64,4 \pm 5,4$ % SS).

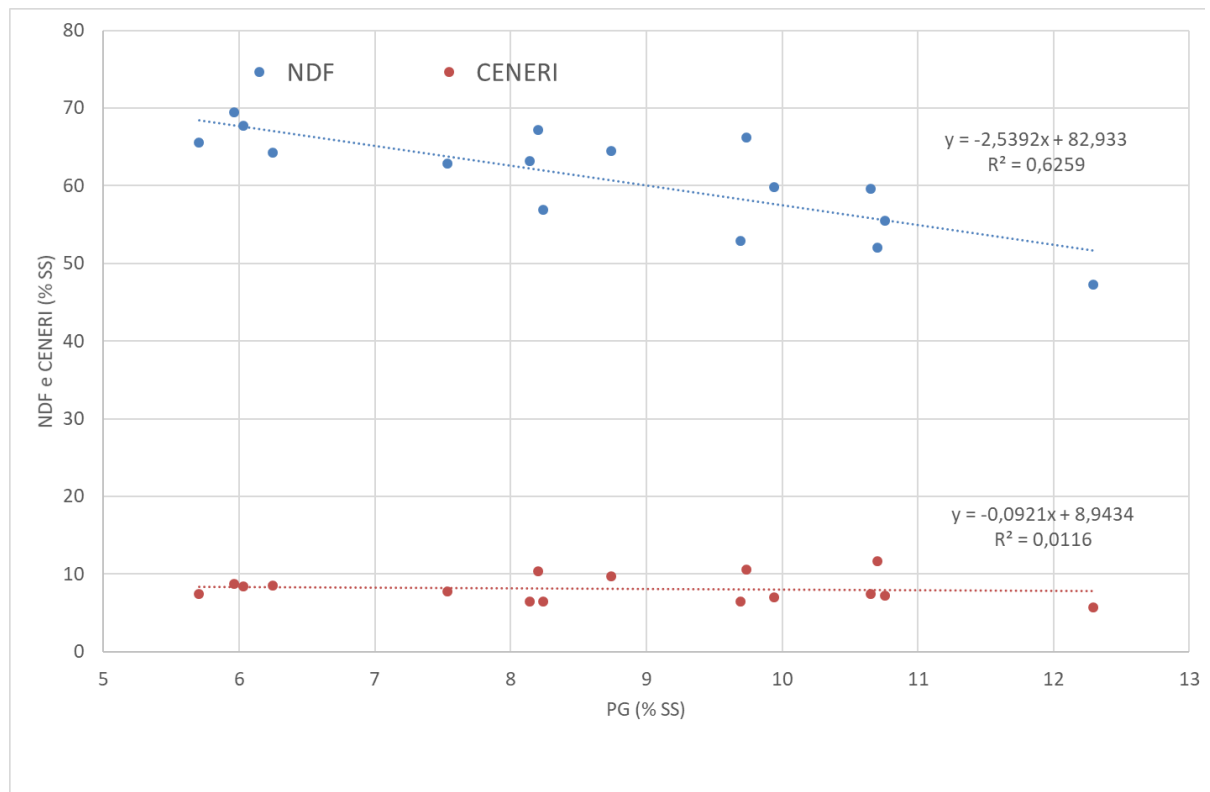
Inoltre, il contenuto in ceneri è risultato sopra la media e pari a $9,4 \pm 1,5$ % SS. Oltre al periodo di sfalcio non ottimale e alla presenza di piante a scarso valore foraggiero, hanno inciso per le ceneri una possibile contaminazione di terra.

Come si può notare nella figura 5.28, l'aumento dell'NDF è relazionabile con una diminuzione del contenuto in PG ($r^2=0,63$), mentre non sembra evidente una relazione tra ceneri e proteine ($r^2=0,01$).

Tabella 5.5- analisi chimiche (NIR) dell'erba e del fieno

	Bovegno	Bovezzo	Concesio	Irma	Memmo	Pezzoro 1	Pezzoro 2	Vaghezza	media	DS
Media di SS										
ERBA	26,9	30,7	32,7	37,8	26,6	29,4	43,7	24,4	31,5	6,4
FIENO	91,7	89,3	84,5	86,5	87,2	91,8	91,4	91,1	89,2	2,8
Media di PG										
ERBA	12,3	8,2	10,7	9,9	10,8	9,7	6,2	8,1	9,5	1,9
FIENO	6,0	7,5	10,7	9,7	8,2	6,0	5,7	8,7	7,8	1,9
Media di NDF										
ERBA	47,3	56,9	59,6	59,8	55,5	52,9	64,3	63,2	57,4	5,6
FIENO	69,5	62,8	52,0	66,2	67,2	67,8	65,6	64,5	64,4	5,4
Media di ADF										
ERBA	27,2	32,7	34,8	36,2	30,6	28,2	37,8	32,7	32,5	3,7
FIENO	42,5	41,3	33,2	37,4	38,3	38,6	38,8	35,7	38,2	2,9
Media di Ceneri										
ERBA	5,7	6,5	7,5	7,1	7,2	6,5	8,5	6,5	6,9	0,8
FIENO	8,8	7,8	11,7	10,6	10,4	8,4	7,5	9,8	9,4	1,5
Media di NFC										
ERBA	30,7	24,3	18,3	19,2	22,5	27,0	17,0	18,2	22,1	4,9
FIENO	11,8	18,4	22,6	9,5	10,2	13,8	17,2	13,1	14,6	4,5

Figura 5.28 – relazione tra PG e NDF e ceneri



5.4 valutazione ipotetica di una razione con fieno della Val Trompia

Utilizzando il sistema di razionamento CPM Dairy, è stato possibile inserire i valori medi delle analisi ottenuti sui fieni in questa sperimentazione in una razione tipo, studiata per bovine di razza Bruna da latte a media produzione (28 kg/d di latte con 3,9 % di grasso e 3,4 % di proteine). In particolare (tabella 5.6) è possibile evidenziare come la razione contenente 2 kg/d di fieno di medica (al 17 % di PG SS) e 11,2 kg/d di fieno di prato “medio” (al 10 % di PG SS), integrato con 5 kg/d di farina di mais, 3 kg/d di farina di estrazione di soia e 1 kg/d di polpe di bietola, abbia apportato 19,8 kg di sostanza secca ingerita.

Si può notare come a parità di alimenti, la razione con fieno della Valle Trompia apporta molte meno proteine, per cui il bilanciamento delle proteine metabolizzabili (PM) sia negativo (-34,8 g/d), ma anche il bilancio dell’energia metabolizzabile si abbassi da 3 a 0,6 MJ al giorno.

Per poter compensare quindi tale razione bisognerebbe diminuire la quota di fieno di prato ed aumentare sia la farina di mais che la farina di estrazione di soia.

Tabella 5.6 – analisi della razione per bovine con fieno normale e fieno della Val Trompia

	FIENO NORMALE	FIENO VAL TROMPIA
Costo razione (€/d)		4.26
IOFC (€/d)		9.74
Ingestione SS (kg/d)	19.8	19.8
Bilancio EM (mJoule)	3.0	0.6
Bilancio PMI (g)	7.3	-34.8
PG (%)	16.0	14.8
RUP (% PG)	34.5	34.4
ADF (%)	32.1	26.2
NDF (%)	43.9	42.6
peNDF (%)	40.1	38.8
ADL (%)	3.7	3.6
NFC (%)	33.7	34.6
EE (%)	3.1	3.1
CENERI (%)	6.4	7.5

5.5 Particolarità della tecnica di essiccazione del fieno

Viste le difficoltà che si è incontrato durante la stagione tra maggio e settembre 2018, dovute alle condizioni meteorologiche che non permettevano di scegliere con facilità i momenti di taglio si è utilizzata, in alcuni casi, la cosiddetta fienagione in due tempi. Più specificatamente questo è dovuto all'impossibilità di raggiungere in campo l'umidità relativa adeguata del 12-15%. Si è quindi installato un impianto di essiccazione da parte della comunità montana di Valle Trompia, permettendo così di ottenere un migliore prodotto finale, più o meno soddisfacente. L'impianto è situato nel comune di Tavernole sul Mella, e si tratta di un essiccatoio modulare per rotoballe di foraggio, costituito da un generatore (alimentato a gasolio) d'aria calda deumidificata che viene confluita, attraverso speciali maniche a moduli in due rotoballe collegate in serie tra loro, fino a un massimo di 8 rotoballe.

I moduli sono situati uno al di sopra dell'altro, e garantiscono anche una buona resistenza agli urti nelle fasi di carico e scarico da parte dei trattori. Completate le operazioni di carico si comincia con l'immissione di aria nella rotoballa sia da sopra che da sotto, obbligandola a passare attraverso il fieno, e garantendo un rapido essiccamento dei foraggi. Si tratta di

macchine reversibili che permettono di convogliare l'aria in direzioni diverse in base alle necessità. La casa produttrice segnala che i vantaggi sul prodotto con l'utilizzo di questo impianto potrebbero essere di avere foraggi con più proteine, betacaroteni intatti, assenza di tossine, aumento del numero degli sfalci, assenza di polveri e muffe, indipendenza dalle avversità meteorologiche ed eliminazione dei processi fermentativi.

6 CONCLUSIONI

Dai dati raccolti e dalla loro successiva rielaborazione si è potuto notare come la qualità dei foraggi sia risultata nell'annata 2018 molto scarsa. Questo può essere dovuto a molteplici fattori come le condizioni meteo sfavorevoli dell'intera stagione, che è stata molto piovosa e ha compromesso i periodi di sfalcio posticipandoli, e questo ha comportato un accrescimento in quantità di massa foraggera, ma un forte ritardo nella raccolta, che ha abbassato la qualità (aumentando la quantità di fibra indigeribile e diminuendo le proteine grezze).

Inoltre, l'assenza di sole ha prolungato il tempo di essiccazione del foraggio con anche la presenza di pioggia che ha avuto un effetto dilavante nei confronti dei nutrienti e la possibile insorgenza di muffe che possono alterare il prodotto finito.

Un'altra causa può essere stata rappresentata da tecniche di taglio non corrette, magari effettuando uno sfalcio troppo vicino al terreno, che ha inquinato così il foraggio con terra.

Non meno importante sono tutte quelle operazioni eseguite in campo, relative alla movimentazione della massa, che vanno dall'andatura ai vari rivoltamenti e infine al trasporto, e che portano quindi a perdite inevitabile di materiale e quindi a un abbassamento qualitativo del prodotto finito.

Per migliorare la qualità del fieno, è importante il periodo di sfalcio che deve essere effettuato quando le graminacee sono quasi alla spigatura perché hanno un'elevata quantità di foglie rispetto alla quantità relativamente modesta di steli ricchi di tessuti di sostegno scarsamente digeribili (Lombardi, 2018).

Il periodo della giornata, più adeguato, per effettuare lo sfalcio sarebbe a metà pomeriggio perché in quel momento della giornata sono più ricche di prodotti di fotosintesi e quindi di nutrienti.

Un'ulteriore accortezza sarebbe quella di effettuare uno sfalcio ad almeno 6 cm dal terreno per evitare inquinamenti da terra. Inoltre, è necessario movimentare la massa foraggera, senza eccedere in spostamenti, per minimizzare le perdite.

Ai giorni d'oggi con l'innovazione tecnologica, abbiamo a disposizione essiccatoi specifici, che permettono di effettuare la fienagione in due tempi. Questa tecnica permette di accorciare la permanenza del foraggio in campo, diminuendo il rischio dell'effetto dilavamento delle piogge

e la contaminazione di muffe nel fieno dovuto a ristagni d'umidità. Questa tecnica prevede dopo lo sfalcio, un periodo di pre-appassimento in campo di 1-2 giorni e il successivo trasporto in essiccatoio, della massa foraggera in rotoballe o sfuso.

Molto deve essere ancora migliorato per l'ottimizzazione della produzione di fieno, e molti studi potranno trovare altri rimedi utili soprattutto per il miglioramento qualitativo, a vantaggio di tutti gli allevatori.

7. Bibliografia

- Gusmeroli F., 2012, Prati, pascoli e paesaggio alpino, pp. 1-263 (156,157, 191,192)
http://www.sozooalp.it/fileadmin/superuser/altre_pubblicazioni/prati_pascoli_paesaggio_alpino_ld.pdf
- Succi G., 1998, Zootecnia speciale, pp. 1-507 (68-73, 92, 131, 132-134, 138-141, 150, 152, 157, 158)
- Antongiovanni M., Gualtieri M., 1998, Nutrizione e alimentazione animale, pp. 1-332 (204, 219)
- Bocchi S., 2018, Dispensa del corso di Agronomia.
- Pierik M., 2016, Dispense del corso Biodiversità e agrobiodiversità: concetti e metodi di analisi, pp.1-62 (34-39)
- Cavallero A., Rivoira G., Talamucci P., 2002. Pascoli. In Baldoni R., Giardini L. Coltivazioni erbacee.
- Ziliotto U., Andrich O., Lasen C., Ramanzin M., 2004. Trattati essenziali della tipologia veneta dai pascoli. https://www.regione.veneto.it/static/www/agricoltura-e-foreste/Tipologie_pascoli.pdf
- Succi G., Sandrucci A., Tamburini A., 1995. Tabelle della composizione dei principali alimenti per il bestiame. In: Succi G. (ed.), Zootecnia speciale. CittàStudiEdizioni. Milano, pagg.: 497-507
- Ciriofolo E., Onofri A., 2005, La conservazione dei foraggi, pp. 36
<http://www.casaonofri.it/SistemiForaggeri/Presentations/Parte%20II%20-%20Conservazione%20dei%20foraggi.pdf>
- Acta plantarum, 2005
Lolium multiflorum, https://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=4800
Dactylis glomerata L., https://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=2543
Festuca pratensis, https://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=3205
Arrhenatherum elatius, https://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=921
Trifolium pratense L., https://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=7926
Trifolium repens L., https://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=7932
Lotus corniculatus L., https://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=4844
Vicia sativa L., https://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=8247

Medicago sativa L., https://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=5005

-Pratesi S., 2019, Cos'è la NIRS. http://www.nirs.unifi.it/index_file/nirs_info.htm

-Ziliotto U., Scotton M., Da Ronch F., I pascoli alpini: aspetti ecologici e vegetazionali.

Quaderni SoZooAlp 1, 11-26.

http://www.sozooalp.it/fileadmin/superuser/quaderni/quaderno_1/Quaderno_SZA1_Completo.pdf

-Enciclopedia Treccani, visitato 9/06/2019

<http://www.treccani.it/enciclopedia/erbaio/>

-Pignedoli S., Pacchioli M., Davolio R., 2017, Fienagione: La modernità della più tradizionale tecnica di conservazione dei foraggi, *Informatore zootecnico*, 5-2017, 27-31

http://www.crupa.it/media/documents/crupa_www/Settori/Foraggicol/Download/Archivio2017/IZ-2017-5-pag27.pdf

-Lombardi G., 2018, Colture erbacee zootecnia, migliorare i processi di fienagione per migliorare la qualità dei fieni.

<http://www.oataitalia.it/migliorare-i-processi-di-fienagione-per-migliorare-la-qualita-dei-fieni/>

8 RINGRAZIAMENTI

Desidero ricordare tutti coloro che hanno contribuito sostenendomi e aiutandomi ad affrontare questo percorso.

Anzitutto ringrazio il professore Albero Tamburini, relatore, a cui va tutta la mia gratitudine, il quale mi ha affiancato nella stesura dell'elaborato finale, con suggerimenti, critiche e osservazioni, senza il suo supporto non sarebbe stato possibile concludere questo percorso.

Un riconoscimento alla comunità montana della Val Trompia, dove ho svolto l'attività di tirocinio, in particolare a Giacomo Remedio, Alice Tanfoglio e Francesco Pasolini che mi hanno seguito durante l'attività in campo.

Proseguo rendendo grazie a tutti i professori del corso, in particolare al professore Luca Giupponi, che è stato il principale riferimento per la parte di sistematica vegetale.

Un ringraziamento speciale va ai miei genitori che mi hanno sempre sostenuto in qualsiasi situazione.

Ringrazio Samuele per aver creduto in me, per l'aiuto e il sostegno sempre presenti.

Un caloroso ringraziamento ad Antonio Del Vecchio, professore delle superiori, che mi ha sempre spronato e creduto in me.

Ad Alessandro, che in questi 3 anni mi ha sopportato e spalleggiato con infinita pazienza.

Infine, un GRAZIE al team Pagaröla senza il quale questa avventura non sarebbe mai stata così piena e intensa.