

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

ALLEVAMENTO INTENSIVO ED ESTENSIVO DELLE VACCHE DA LATTE: DIFFERENZE QUALI- QUANTITATIVE DELLA PRODUZIONE

Relatore
Prof. Franco Tagliapietra
Correlatore
Dott.ssa Selene Massaro

Laureando
Ludovico Galeazzo
Matricola n. 1220824

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

INDICE

<i>Riassunto</i>	1
<i>Abstract</i>	3
1. Le aziende di bovini da latte	5
1.1 Cenni storici	5
1.2 Dimensioni medie delle aziende da latte	5
1.3 Allevamento intensivo	7
1.3.1 Allevamento specializzato	7
1.4 Allevamento semi-estensivo ed estensivo	8
1.4.1. Allevamento tradizionale	8
1.4.2. Piccolo allevamento	8
1.4.3. Allevamento specializzato di montagna	9
1.5 Alimentazione e foraggi	10
1.5.1. Alimentazione	10
1.5.2. I foraggi.....	13
2. Foraggio fresco e secco: differenze quali-quantitative del latte	19
2.1 Il latte bovino	19
2.2 Qualità del latte	23
2.3 Differenze quali-quantitative del latte prodotto in stalla o al pascolo	24
3. Caratteristiche e tutela degli alpeggi	31
3.1 Caratteristiche degli alpeggi	31
3.2 Abbandono e perdita dei pascoli nelle zone alpine	32
3.3 Confronto sulla convenienza tra allevamenti intensivi e al pascolo	36
4. Conclusioni	41
Bibliografia	45

RIASSUNTO

La produzione di latte bovino è una parte del settore zootecnico molto importante per l'economia italiana e comprende anche la lavorazione di molti formaggi con denominazione d'origine.

Il latte deriva principalmente da stalle con sistema intensivo, mentre le aziende estensive e di montagna producono solo una piccola quantità rispetto al totale. Ciò è dovuto principalmente al tipo di alimentazione a cui gli animali sono sottoposti.

Lo scopo di questa tesi è approfondire come l'alimentazione con foraggi freschi forniti prevalentemente al pascolo, oppure con foraggi secchi utilizzati soprattutto negli allevamenti intensivi, possa influenzare le caratteristiche quali-quantitative del latte, evidenziandone quindi le differenze a livello chimico ed organolettico nelle due forme di allevamento. Oltre all'aspetto alimentare, saranno presi in considerazione anche il ruolo e l'importanza della biodiversità nei pascoli per la conservazione di un buono stato di salute delle vacche e dell'ambiente. La biodiversità vegetale del pascolo permette agli animali di avere una dieta più variegata e influenza le caratteristiche qualitative del latte. Tuttavia, a causa dei cambiamenti climatici e dell'aumento delle temperature, alcune specie tipiche dell'alpeggio tendono a spostarsi ad altezze sempre maggiori o a sparire del tutto, provocando così una perdita di biodiversità. A ciò si aggiunge che negli ultimi decenni si è verificato un progressivo abbandono degli alpeggi con il ritorno di zone boschive. La mancata gestione dei territori montani favorisce l'insorgenza di problemi di dissesto idrogeologico e problemi di regimentazione delle acque che colpiscono sia le zone montane che le sottostanti valli.

Dall'analisi bibliografica effettuata per la stesura di questo lavoro di tesi si è evidenziato e sottolineato che è necessario attuare delle iniziative di tutela e gestione di questi habitat naturali, tramite leggi ed investimenti pubblici che permettano agli agricoltori e agli allevatori di gestire e prendersi cura dei prati e dei pascoli.

ABSTRACT

The production of cow's milk is a very important part of the livestock sector for the Italian economy and includes the processing of many cheeses with designation of origin. The milk comes mainly from stables with an intensive system, while the extensive and mountain farms produce only a small amount compared to the total. This is mainly due to the type of feeding to which the animals are subjected.

The purpose of this thesis is to investigate how feeding with fresh fodder, typical of pasture, or with dry fodder, typical of intensive farming, can influence the qualitative-quantitative characteristics of milk, thus highlighting the chemical and organoleptic differences in the two forms of farming system. In addition to the food aspect, the role and the importance of biodiversity in the pastures will also be taken into consideration for the conservation of a good state of health of the cows and the environment. Plant biodiversity in pasture allows the animals to have a more variety in the diet and it influences the qualitative characteristics of the milk. However, due to climate change and rising temperatures, some species typical of the mountain pastures tend to move to ever greater heights or disappear altogether, thus causing a loss of biodiversity. In recent decades there has been a progressive decay of the mountain pastures with the return of wooded areas. The lack of management of mountain territories favors the onset of problems of hydrogeological instability and problems of water regulation that affect both the mountain areas and the underlying valleys.

The bibliographic analysis carried out for the drafting of this thesis has pointed out that is necessary to implement initiatives for the protection and management of these natural habitats, through laws and public investments to allow farmers and breeders to manage and take care of meadows and pastures.

1. Le aziende di bovini da latte

1.1 Cenni storici

La comparsa di aziende specializzate nella produzione di latte bovino, in Italia, è relativamente recente. In passato, infatti, i bovini da latte avevano molteplici funzioni, tra cui fornivano lavoro, carne e deiezioni usate allo scopo di fertilizzare il terreno e migliorare le produzioni agricole. Per questo motivo, nel nostro Paese, la produzione di latte è sempre stata considerata parte integrante all'interno dell'azienda agraria.

Le razze allevate un tempo erano prevalentemente quelle a duplice attitudine, presenti soprattutto nei territori alpini e prealpini oppure ai margini delle realtà agrarie, come l'azienda mezzadrile e diretta-coltivatrice nella Pianura Padana o il latifondo nel Mezzogiorno.

Dal 1950 in poi si sono sviluppate le prime realtà intese a realizzare il processo selettivo, che hanno poi portato allo sviluppo di animali sempre più produttivi e specializzati. Ciò ha contribuito in maniera importante alla comparsa dell'allevamento intensivo in Italia (Bittante et al., 2005).

1.2 Dimensioni medie delle aziende da latte

Oggigiorno in Italia le vacche da latte sono circa 1.6 milioni. Tale numero ha subito una progressiva riduzione a partire dagli anni '80.

Il settore oggi è caratterizzato principalmente da aziende di piccole dimensioni: più dell'80% degli allevamenti ha una media di vacche pari a 20, come si può notare in figura 1.

Inoltre, come si può evincere dai numeri riportati nella tabella 1, si tratta di una caratteristica tipicamente italiana. Infatti, le realtà dei paesi del nord Europa sono molto diverse, con meno aziende e molti più capi per stalla come rappresentato in tabella 1 (Bittante et al., 2005).

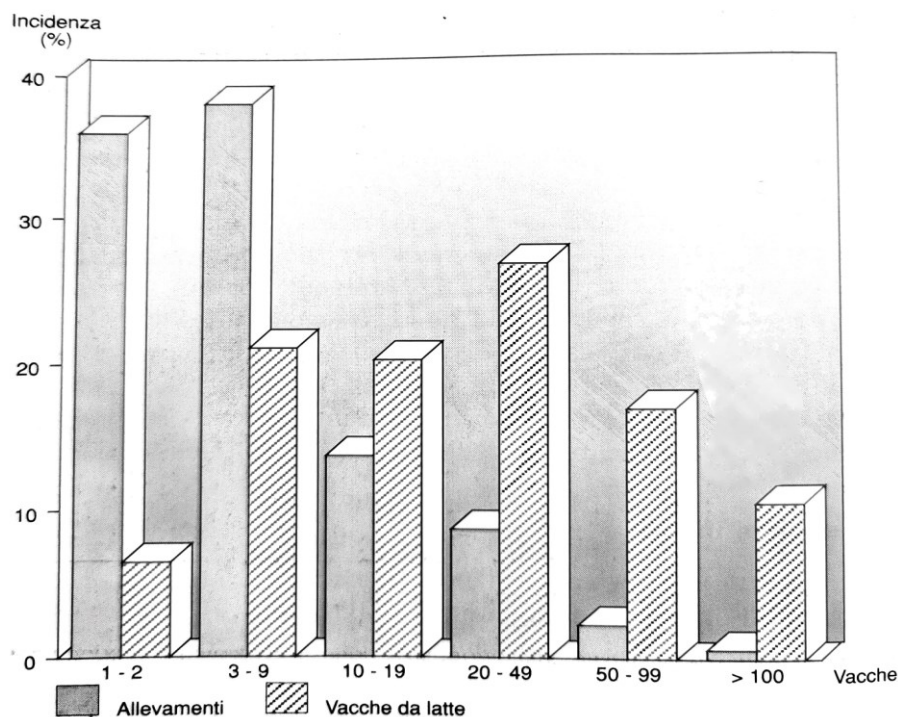


Figura 1: Incidenza percentuale degli allevamenti e delle vacche da latte in funzione del numero di vacche per allevamento (Bittante et al., 2005)

	Allevamenti (migliaia)	Vacche per allevamento	Allevamenti (%) con		
			< 20 vacche	20-40 vacche	> 40 vacche
Italia	342	9	86	10	4
Belgio	34	26	43	36	21
Danimarca	23	33	37	34	29
Francia	246	20	56	33	11
Germania	293	17	68	22	10
Irlanda	57	25	58	18	24
Paesi Bassi	49	39	24	47	29
Regno Unito	45	63	16	21	63

Tabella 1: Numero di allevamenti di vacche da latte e numero di vacche per allevamento nei principali Paesi della Comunità Europea (Bittante et al., 2005)

1.3 Allevamento intensivo

Nella letteratura scientifica non è presente una definizione univoca del concetto di allevamento intensivo, perché le sue caratteristiche e il livello di intensività variano da azienda ad azienda, sulla base del Paese di appartenenza ed in particolare dalle condizioni socioeconomiche, dalle leggi e dalle normative emanate che ne stabiliscono e regolamentano i limiti e le condizioni.

Tuttavia, è possibile individuare degli aspetti comuni tra gli allevamenti intensivi, come ad esempio un'elevata meccanizzazione delle operazioni che permette di ridurre al minimo la mano d'opera e un aumento dell'efficienza produttiva con l'obiettivo di massimizzare la produzione, il profitto e ridurre gli sprechi (Monetti P.G., 2001).

Thornton et al. (2007), ha definito in modo molto semplice gli allevamenti industriali come altamente intensivi, che usano risorse naturali non provenienti dalla zona d'allevamento.

1.3.1 Allevamento specializzato

Gli allevamenti specializzati di vacche da latte sono il 3% di tutte le aziende presenti in Italia, ma detengono più di 1/4 dei capi allevati e 1/3 della produzione nazionale di latte.

Le razze di vacche generalmente allevate in Italia sono la Frisona e la Bruna di selezione nordamericana.

Le stalle moderne sono strutturate per avere una zona a stabulazione libera con zone di riposo a cuccetta o a lettiera permanente; sono inoltre dotate di zona di alimentazione e corsie di movimentazione con asportazione automatica delle deiezioni (Bittante et al., 2005).

Le bovine vengono munte in sala di mungitura. Le sale di mungitura ad oggi sono molte e diverse tra loro. La scelta, infatti, dipende principalmente dal tipo di allevamento e dal numero di capi in lattazione. Possono essere a spina di pesce, parallele oppure a tandem. Troviamo anche sale di mungitura dotate di giostra oppure robotizzate negli allevamenti più grandi e con più capi in lattazione. Le sale di mungitura sono dotate di stacchi automatici del gruppo portacapezzoli e di cisterna di refrigerazione del latte per la conservazione dello stesso fino al conferimento.

Gli animali in stalla sono suddivisi in base al livello produttivo, alla curva di lattazione, e alla vicinanza al parto in più gruppi che vengono alimentati con razioni diverse.

Gli alimenti vengono preparati con un carro miscelatore trinciante di tipo unifed e forniti agli animali sotto forma di dieta completa.

La fecondazione è eseguita artificialmente dall'allevatore o da un dipendente, con seme di tori miglioratori dal Nordamerica o dall'Italia.

Dopo il parto le vitelle vengono svezzate ed allevate per essere fecondate giovani in modo tale da effettuare una rimonta volontaria, mentre i vitelli vengono venduti subito dopo lo scolostramento.

Le stalle, solitamente, sono inserite in aziende agricole con terreni irrigui destinati alla produzione delle foraggere che verranno fornite agli animali. Le colture principali che possiamo trovare sono: il mais ceroso da insilato, le graminacee e/o le leguminose da foraggio. Per quanto riguarda i concentrati, questi vengono principalmente acquistati dalle industrie mangimistiche o dai Consorzi Agrari.

Gli animali sono iscritti al Libro Genealogico della razza di appartenenza. Gli allevatori sono tecnicamente preparati, usufruiscono dell'assistenza tecnica fornita dalle Associazioni degli Allevatori e tengono una registrazione sufficientemente analitica dei principali dati sia tecnici che economici. Questa tipologia di azienda si avvale di livelli di meccanizzazione elevata (Monetti P.G., 2001).

1.4 Allevamento semi-estensivo ed estensivo

1.4.1. Allevamento tradizionale

La realtà più diffusa in Italia è quella dell'allevamento tradizionale inserito in aziende medio-piccole, con un numero di vacche allevate minore rispetto al sistema intensivo.

Le razze principali utilizzate in questa forma di allevamento sono le Frisone e le Pezzate Rosse e le Brune. All'interno delle stalle sono presenti qualche decina di capi, allevati a stabulazione fissa, con rimozione automatizzata del letame. La mungitura avviene alla posta, l'alimentazione è fornita separata dei vari alimenti. D'estate vengono utilizzati anche foraggi freschi, se l'azienda ne dispone. I mangimi concentrati, di produzione industriale, vengono distribuiti in modo differenziato in base al livello produttivo dell'animale.

La fecondazione effettuata artificialmente ricorre al veterinario di zona, oppure può avvenire naturalmente con il toro aziendale. Il seme utilizzato in quella artificiale, di solito, è di tori miglioratori nazionali di costo contenuto. I terreni aziendali sono utilizzati per la produzione dei foraggi, che poi vengono conservati con metodi tradizionali. Molto spesso gli animali non sono iscritti al Libro Genealogico, l'allevatore è tipicamente anziano e presenta una formazione tradizionale (Bittante et al., 2005).

1.4.2. Piccolo allevamento

In questa tipologia di allevamento troviamo al massimo una decina di capi in stalla, solitamente razze autoctone oppure frutto di incroci. Gli animali sono tenuti a stabulazione fissa con corsia

di foraggiamento e l'asportazione delle deiezioni avviene manualmente. La mungitura è effettuata alla posta, manualmente o con mungitrici a secchio o a carrello.

L'alimentazione è tradizionale, basata sulla somministrazione di foraggi freschi o secchi in base alla disponibilità. I concentrati e gli integratori vengono forniti, ma in misura modesta.

La fecondazione può essere artificiale, ricorrendo al veterinario della zona, oppure naturale attraverso il toro aziendale. Il seme utilizzato nella fecondazione artificiale, solitamente, è di basso costo.

I vitelli maschi e femmine vengono spesso ingrassati per la produzione della carne, per consumo diretto dell'allevatore oppure per essere venduti. La rimonta interna avviene con l'acquisto di vitelle.

Le stalle sono, generalmente, inserite in aziende di piccole dimensioni con indirizzo polifunzionale, nelle quali si trovano molte colture, dai cereali al frutteto fino alla produzione di barbabietole da zucchero. Gli animali sono raramente iscritti al Libro Genealogico e l'allevatore, spesso anziano, non tiene alcuna registrazione di dati funzionali (Bittante et al., 2005).

1.4.3. Allevamento specializzato di montagna

L'allevamento specializzato di montagna è diffuso nell'arco alpino e rappresenta una forma particolare del medio allevamento. Le bovine allevate sono principalmente di razza Bruna, Pezzata Rossa oppure di gruppi etnici autoctoni dell'arco alpino come Valdostana, Rendena e Grigia alpina.

Le stalle, solitamente, sono a stabulazione fissa, con sistema automatizzato per la raccolta del letame. Sono presenti impianti di mungitura a lattodotto o a carrello.

La fecondazione è artificiale, effettuata dal veterinario della zona utilizzando seme di tori miglioratori nazionali o esteri. Raramente è presente un giovane toro aziendale in prova di progenie. Le fecondazioni vengono effettuate, nella maggior parte dei casi, seguendo la stagionalizzazione dei parti nel primo trimestre dell'anno, in modo tale da concentrare i parti nel periodo autunnale e invernale.

Una delle pratiche tipiche di questa forma di allevamento anche se sempre meno frequente, sia per questioni di ordine gestionale organizzativo che per massimizzare le rese di latte per vacca, è la stagionalità dei prati. In primavera, viene introdotto nell'alimentazione il foraggio fresco e anche la possibilità di pascolare nei terreni aziendali. In estate, gli animali che si trovano verso la fine della mungitura e quelli in asciutta, vengono avviati all'alpeggio nelle malghe di alta

montagna. Gli allevamenti più produttivi preferiscono tenere le vacche sempre in azienda e limitare gli alpeggi solo per le manze e le vitelle.

Nei mesi invernali l'alimentazione si basa sul fieno e sul mangime commerciale, distribuiti manualmente o con gli autoalimentatori alla posta.

I vitelli maschi vengono venduti subito dopo lo scolostramento, mentre le vitelle sono utilizzate per la rimonta interna. L'età di fecondazione è spesso condizionata dalla stagionalità dei prati. Nella maggioranza dei casi queste tipologie di aziende sono autosufficienti nella produzione dei foraggi necessari (fieni, insilati, pascolo) e il livello di meccanizzazione è buono. Gli animali sono quasi sempre iscritti al Libro Genealogico e sottoposti ai controlli funzionali. Gli allevatori sono abbastanza preparati tecnicamente e sono anche assistiti dai tecnici delle Associazioni degli Allevatori (Bittante et al., 2005).

1.5 Alimentazione e foraggi

1.5.1. Alimentazione

L'alimentazione ha un ruolo di primaria importanza negli allevamenti di vacche da latte, incidendo per il 40-50% del costo totale della produzione. In parte, grazie allo sviluppo di nuove tecniche di alimentazione e a razioni sempre più oculate, si sono raggiunti gli attuali livelli produttivi. L'alimentazione è importante per il buon funzionamento della "macchina animale". Una riduzione dell'efficienza produttiva è spesso causata da squilibri alimentari, che inizialmente non permettono una piena attività ruminale. Il protrarsi di ciò nel tempo provoca delle alterazioni metaboliche causando, nelle situazioni più gravi, un indebolimento del sistema metabolico-immunitario degli animali (Monetti P.G., 2001).

È possibile suddividere gli alimenti forniti agli animali allevati in due grandi categorie: i foraggi ed i concentrati (probiotici e i prebiotici non sono da considerarsi tali come illustrato in figura 2).

Questi alimenti vengono scelti tramite un programma di razionamento e vengono inseriti nella dieta delle vacche con le quantità e le proporzioni di concentrati e foraggi che soddisfano i loro fabbisogni (Antogiovanni et al., 2019).

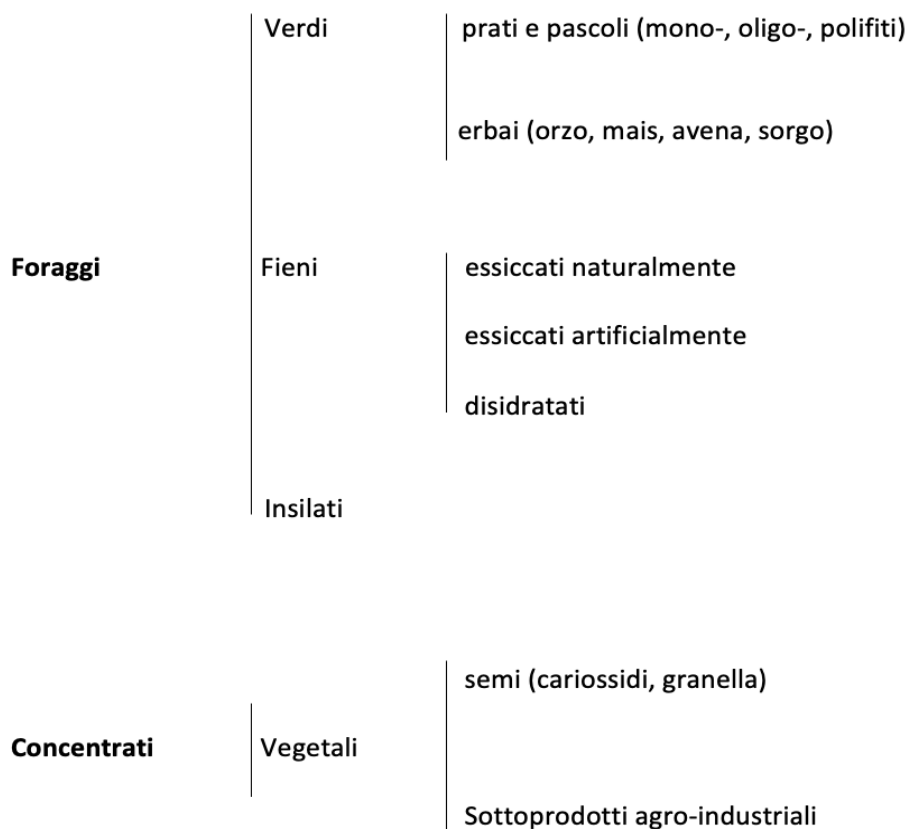
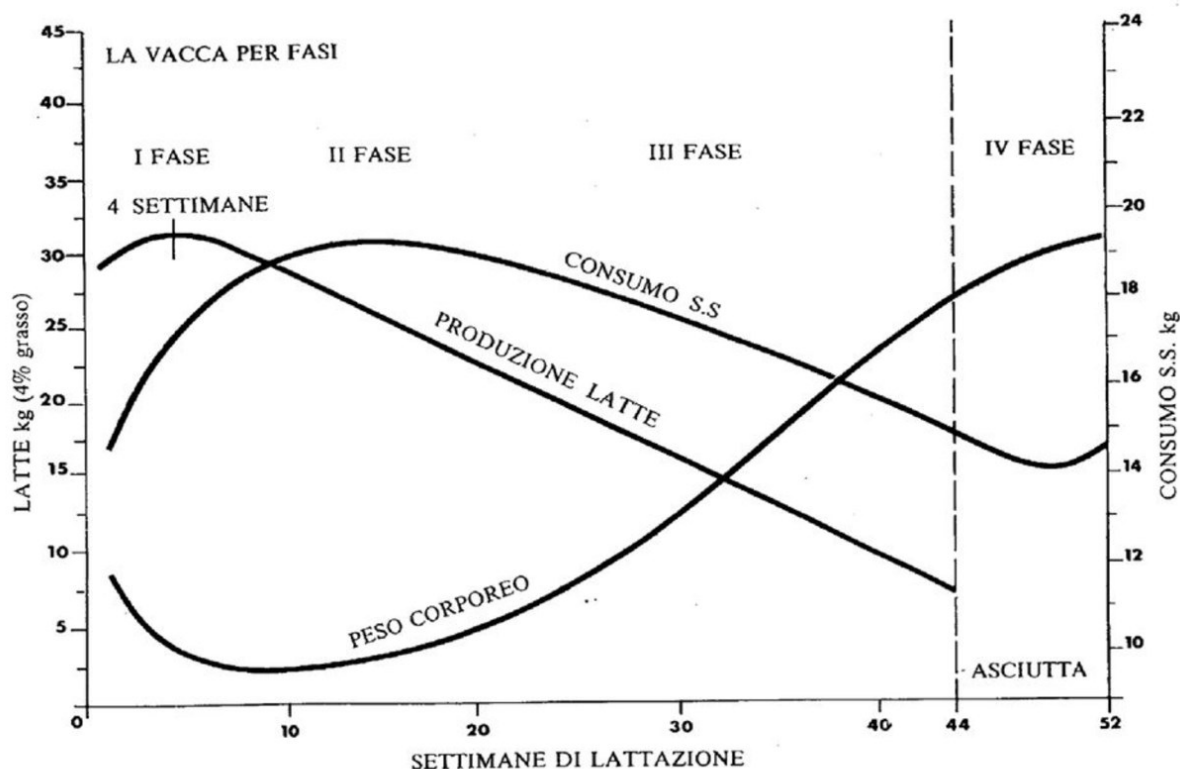


Figura 2: *Gli alimenti zootecnici (Antogiovanni et al., 2019)*

L'obiettivo principale nell'alimentazione della vacca da latte è l'ottimizzazione dell'efficienza produttiva degli animali. Infatti, è grazie ad elevati rendimenti che gli allevatori riescono a conseguire un'adeguata redditività ed a far sì che gli animali abbiano una buona funzionalità digestivo-metabolica.

Le energie derivanti dalle sostanze nutritive ingerite dall'animale, dopo aver soddisfatto i fabbisogni di mantenimento, possono essere ripartite in due processi di sintesi differenti: uno è l'accrescimento con conseguente accumulo adiposo, l'altro è la produzione del latte. Il prevalere di uno o dell'altro dipende, oltre che dalla predisposizione genetica dell'animale, dall'orientamento delle fermentazioni ruminali e dall'età dell'animale stesso. Ad esempio, una bovina alla prima lattazione è un animale che ancora sta crescendo, quindi le energie verranno ripartite in maniera più o meno eguale tra l'accrescimento e la produzione di latte; d'altro canto, un animale alla seconda lattazione è un animale già adulto, per cui l'energia derivante dall'alimentazione verrà indirizzata verso il mantenimento e la produzione di latte.

Inoltre, quando l'animale viene fecondato e si ha la diagnosi di gravidanza, si aggiunge una quarta via di utilizzazione delle energie derivanti dall'alimentazione, ovvero il soddisfacimento dei fabbisogni di gestazione.



Il picco di lattazione si verifica dalla 3^a alla 6^a settimana;
quanto più sarà precoce e alto → tanto più elevata sarà la persistenza
della lattazione

Figura 3: Fabbisogni alimentari delle vacche durante il periodo di lattazione (Antogiovanni et al., 2019)

La somministrazione di alimenti con un grande contenuto amilaceo, porta alla sintesi ruminale di acido propionico che determina un sensibile aumento della glicemia con un conseguente innalzamento della concentrazione ematica dell'insulina, che indirizza gli animali verso l'ingrassamento riducendo la sintesi del latte. Un parametro, quindi, che bisogna tenere in considerazione è il rapporto foraggio/concentrato, per consentire un buon trasferimento dei nutrienti nel latte. Un buon contenuto di foraggi non deve essere inferiore al 40-50% della sostanza secca. Quest'ultimi sono ricchi di carboidrati strutturali a lenta degradazione, mentre i concentrati sono ricchi di carboidrati non strutturali a fermentazione molto più rapida (zucchero, amido, ecc.). Il giusto rapporto foraggi/concentrati permette di stimolare la

fermentazione dei carboidrati strutturali e limitare quella dei carboidrati non strutturali, così facendo assicura una intensa, equilibrata ma costante attività fermentativa ruminale.

Un ulteriore rapporto importante è quello tra proteine e carboidrati fermentescibili, perché una carenza delle prime rispetto ai secondi deprime la capacità fermentativa e la crescita dei microrganismi ruminanti. Da ciò ne consegue una minor produzione di proteine microbiche (che hanno un elevato valore biologico per la produzione del latte) e dall'altro una insufficiente digestione ruminale degli alimenti in particolar modo dei foraggi. Al contrario un eccesso di proteina microbica comporta uno spreco, con produzione di ammoniaca eliminata attraverso le pareti ruminali, con possibili problemi di salute degli animali (Bittante et al., 2005).

1.5.2. I foraggi

I foraggi si distinguono dai concentrati per l'elevato contenuto di acqua, che può superare l'80%. Un'altra differenza è riscontrabile nel contenuto energetico, molto più basso nei foraggi, che si aggira attorno agli 8-10 MJ di energia metabolizzabile per kg di sostanza secca rispetto a 15-18 MJ di energia metabolizzabile per kg di sostanza secca dei concentrati

I prati naturali sono risorse alimentari permanenti, dove sono presenti diverse essenze che variano dalla locazione del prato che può essere in collina, in montagna o in pianura. Risulta complicato definire i valori nutrizionali dei foraggi raccolti dai prati naturali. Tuttavia, è innegabile che il valore aggiunto di questi foraggi stia nell'elevata biodiversità vegetale presente, che permette agli animali di avere una dieta più diversificata, grazie all'apporto di sostanze nutritive non presenti nelle specie foraggere tradizionalmente utilizzate.

Un'altra fonte di foraggi sono i prati artificiali. Nel nostro Paese vengono coltivate principalmente essenze appartenenti alle famiglie botaniche delle leguminose e delle graminacee come viene illustrato in figura 4.

Leguminose	erba medica
	trifoglio
	lupinella
	sulla
Graminacee	mais
	avena
	orzo
	frumento
	loiessa
	sorgo
	erba mazzolina

Figura 4: Le foraggere più diffuse (Antogiovanni et al., 2019)

Le caratteristiche nella composizione chimica variano in funzione di fattori diversi come: la famiglia botanica, l'andamento climatico, la natura del terreno, le concimazioni e lo stadio vegetativo delle colture. Ad esempio, per quanto riguarda le famiglie botaniche, le leguminose sono più ricche di proteine delle graminacee, mentre, lo stadio vegetativo modifica il rapporto foglie:steli influenzando i contenuti di NDF (Fibra Neutro Detersa), ADF (Fibra Acido Detersa) e ADL (Lignina Acido Detersa) nonché di proteine come si può vedere in tabella 2.

	Nx6,25	NDF	ADF	Ca	P
Leguminose					
erba medica	15-25	30-65	20-45	1,5-2	0,2-0,3
trifoglio ladino	15-20	30-45	25-30	1,5-2	0,2-0,3
lupinella	15-16	35-40	30-35	1,5-1,8	0,2-0,5
Graminacee					
mais	6	48-60	30-33	0,3-0,8	0,2-0,3
avena	6	65-70	37-39	0,3-0,4	0,2-0,3
orzo	8	58-60	36-38	0,1-0,2	0,2-0,4
frumento	8	56-60	38-40	0,3-0,4	0,2-0,5

Tabella 2: Principali differenze di composizione chimica fra foraggiere leguminose e graminacee, percentuali sulla sostanza secca (Antogiovanni et al., 2019)

I foraggi freschi, per poter essere conservati più a lungo e consumati successivamente, devono subire delle lavorazioni. Le tecniche di conservazione più comuni sono: la fienagione, l'insilamento, la fasciatura e la disidratazione.

La fienagione tradizionale consiste nell'esposizione all'aria e al sole del foraggio fresco fino a raggiungere un'essiccazione parziale con un contenuto di sostanza secca pari all'85-90%. Anche se questa pratica permette di conservare per un lungo periodo i foraggi, purché siano mantenuti in locali ben areati e freschi, presenta delle problematiche connesse alle lavorazioni che subiscono i fieni, come si può notare in tabella 3.

Innanzitutto, l'erba tagliata per essere affienata continua a respirare durante la fase di essiccazione fino a raggiungere un'umidità del 30-40%, causando un consumo di carboidrati. In secondo luogo, l'esposizione al sole del foraggio fa decadere la concentrazione dei pigmenti come la provitamina A e il β -carotene, anche se può far aumentare la vitamina D2. Inoltre, il foraggio lasciato in campo, durante la fase di essiccazione, è esposto ad eventuali piogge che dilavano i nutrienti delle piante. L'elevata umidità aumenta il rischio di sviluppo dei funghi, alcuni dei quali responsabili della sintesi di micotossine pericolose per la salute degli animali. Altre perdite possono essere causate da lavorazioni meccaniche, come la ranghinatura che provoca una scomparsa della sostanza secca fino al 15-30%. In particolare, in questa lavorazione vengono principalmente perse le foglie, contenenti la maggior parte dei nutrienti.

Infine, se le rotoballe non sono ben conservate si possono sviluppare dei microrganismi che, fermentando abbassano la qualità dei foraggi consumando i nutrienti presenti (Antogiovanni et al., 2019).

	Sost. Secca	Ceneri	Nx6,25	NDF	ADF
Medica					
foraggio verde	31	7	15	44	35
fieno	93	9	16	51	43
Phleum pratense					
foraggio verde	26	8	9	61	40
fieno	85	10	15	64	37

Tabella 3: Cambiamenti chimici dopo la fienagione di una leguminosa e di una poacea. Tutti i valori sono espressi come percentuali sulla sostanza secca (Antogiovanni et al., 2019)

L'insilamento è una tecnica di conservazione che, rispetto alla fienagione, consente di limitare le perdite materiali ed energetiche.

Il foraggio viene insilato in recipienti chiusi che permettono la produzione di metaboliti fermentativi, sintetizzati dai microrganismi anaerobi che si sono naturalmente selezionati all'interno dei sili. Questa tecnica garantisce un ambiente anossico, che non permette la respirazione dell'erba e di conseguenza riduce le perdite di carboidrati non strutturali. L'insilamento prevede la raccolta immediata del foraggio dopo lo sfalcio, eliminando la ranghinatura che causa grandi perdite meccaniche nella fienagione.

Inoltre, la produzione di insilati blocca la crescita di funghi e clostridi, per via di una selezione naturale verso i microrganismi anaerobi. Questo permette di ottenere foraggi conservati di qualità nutrizionali migliori rispetto ai fieni.

Vantaggio dell'insilamento è consentire una buona automazione delle fasi di raccolta, stoccaggio e distribuzione riducendo i tempi lavorativi e massimizzando l'efficienza. I microrganismi utili in questo processo sono i lattobacilli e gli streptococchi che fermentano gli zuccheri a temperature comprese fra 20 e 30°C, producendo soprattutto acido lattico che abbassa il pH a 4-4.4 garantendo così la conservabilità dei foraggi.

Per concludere, possiamo dire che la pratica dell'insilamento è più efficiente, riducendo le perdite del 5-10% della sostanza secca contro il 15-20% della fienagione.

Analizzando le fermentazioni che avvengono durante l'insilamento, possiamo distinguere due principali tipologie di microrganismi positivi: i batteri lattici omofermentativi e i batteri lattici eterofermentativi. I primi utilizzano i monosaccaridi, come fruttosio e glucosio, per produrre acido lattico; mentre i secondi utilizzano come substrato il fruttosio, il glucosio e degli zuccheri pentosi per produrre metaboliti come l'acido lattico, l'etanolo, l'anidride carbonica e l'acido acetico. I microrganismi negativi, invece, sono i clostridi che si sviluppano a temperature maggiori di 40°C, ed entrano in competizione con i batteri lattici utili. I clostridi si possono suddividere in: clostridi saccarolitici e clostridi proteolitici. I saccarolitici utilizzano l'acido lattico e i monosaccaridi, per produrre acido butirrico, anidride carbonica ed idrogeno. I proteolitici, invece, utilizzano gli aminoacidi come, ad esempio, l'alanina e la glicina formando acido acetico, ammoniaca e anidride carbonica. Per evitare lo sviluppo di questi microrganismi indesiderati bisogna tenere conto delle principali condizioni ambientali e della composizione chimica dei foraggi da insilare. L'erba deve avere un contenuto di carboidrati solubili maggiore del 10% della sostanza secca, un rapporto zuccheri/proteine maggiore di 1, un potere tampone, per il controllo del pH, basso. In aggiunta incidono anche le dimensioni ed il tipo di silo, insieme alla raccolta e alla tipologia di insilamento ed infine l'impiego di additivi (tabella 4) (Antogiovanni et al., 2019).

Foraggio	Carboidrati solubili %ss	Zuccheri/proteine	Potere tampone meq
Erba medica	10	0,3	120-180
loietto	23	1,3	70-110
mais	12	1,7	55-75

Tabella 4: Informazioni utili per la previsione del buon esito dell'insilamento (Antogiovanni et al., 2019)

Per concludere, quindi, possiamo dire che un buon insilato deve avere una percentuale di sostanza secca compresa fra il 20 ed il 35%, un pH inferiore a 4, un valore di acido lattico di almeno 70 g/kg di sostanza secca, una quantità di acido acetico inferiore di 25 g/kg di sostanza secca e l'acido butirrico presente in tracce. Altri parametri da considerare sono l'etanolo non superiore ai 10 g/kg di sostanza secca, l'azoto ammoniacale che deve essere meno del 5%

dell'azoto totale nelle graminacee e meno del 10% dell'azoto totale nelle leguminose (Antogiovanni et al., 2019).

Il fieno-silo, o fasciato, è un'alternativa al fieno e all'insilato. Il foraggio, dopo essere stato tagliato, subisce un pre-appassimento in campo. Successivamente viene costipato e racchiuso in rotoballe fasciate. La fasciatura garantisce l'assenza di aria, permettendo così la fermentazione lattica dei batteri lattobacilli all'interno delle rotoballe. Come nell'insilamento, anche in questo metodo di conservazione dei foraggi rimane il problema della quantità troppo elevata di proteine nelle leguminose.

La disidratazione dei foraggi può avvenire anche artificialmente, tramite un sistema industriale che prevede il riscaldamento dell'aria utilizzata per l'essiccazione totale dell'erba. Questa tecnica di conservazione permette di ridurre le perdite meccaniche e respiratorie, connesse alla raccolta e lo stoccaggio. Per via del costo energetico elevato, questo trattamento si effettua solo per i foraggi con un valore nutritivo alto. Ad esempio, una specie che viene disidratata è l'erba medica, che raggiunge valori di proteina grezza del 20% contro il 14-16% di quando è affienata (Antogiovanni et al., 2019).

2. Foraggio fresco e secco: differenze quali-quantitative del latte

2.1 Il latte bovino

Il latte bovino è il secreto delle ghiandole mammarie prodotto dalle vacche per alimentare il vitello, proprio per questo motivo è un alimento completo. La secrezione mammaria del latte inizia subito dopo il parto, ed è composto principalmente da: acqua, zuccheri, lipidi, proteine e minerali, come illustrato nella tabella 5.

L'acqua è l'elemento più abbondante, la sua quantità si aggira intorno ai 7-10 g/g di sostanza secca. Inoltre, il lattosio e gli elementi minerali presentano una variabilità abbastanza ridotta, perché sono presenti in forma di soluti, e la pressione osmotica, che è determinata principalmente da questi composti, è in equilibrio con quella del sangue e, quest'ultima, è abbastanza costante nei bovini.

Composto nutritivo	Contenuto (g/Kg)	Valore calorico (KJ)	
		Per grammo	complessivo
Acqua	877	0	0
Lattosio	50	16	800
Lipidi	35	40	1400
Proteine	31	23	713
Ceneri	7	0	0
Totale	1000		2913

Tabella 5: Contenuto medio di energia del latte di vacca. 1KJ = 0.239 Kcal (Bittante et al., 2005)

La digeribilità del latte supera il 90%, di conseguenza l'energia digeribile che se ne ricava è molto prossima all'energia lorda. La composizione chimica del latte bovino è simile a quella umana, tranne per quanto riguarda il tenore proteico che è sensibilmente maggiore in quello delle vacche.

L'energia fornita dal latte dipende sostanzialmente dal suo tenore lipidico; infatti, come illustrato in tabella 5 i grassi forniscono la metà delle calorie. La restante metà viene fornita dal lattosio e dalle proteine, mentre, pur essendo importanti per la nutrizione, l'acqua e i minerali non apportano energia (Monetti P.G., 2001).

La composizione del latte bovino presenta una considerevole variabilità chimica, determinata da: razza bovina, stadio della lattazione, dall'orario e dalle modalità di mungitura, dalle condizioni climatico-ambientali e dal regime alimentare.

Negli ultimi anni molte persone hanno adottato una dieta priva di latte e suoi derivati, perché convinti di una relazione tra malattie cardiovascolari e obesità con il consumo di latte e derivati. Un altro motivo di riduzione del consumo di latte è l'intolleranza al lattosio, che molte persone sviluppano con la crescita. Con le nuove tecniche di lavorazione del latte è possibile rimuovere il lattosio, mantenendo gli altri nutrienti. Inoltre, come vedremo meglio successivamente, la composizione degli acidi grassi può essere variata nel latte con una dieta diversa degli animali, così riducendo i problemi di obesità (Althoman et al., 2019).

Il grasso ha un ruolo importante nel latte, in quanto conferisce delle proprietà fisico-chimiche ai prodotti lattiero caseari come la durezza, la spalmabilità, la fusione e la lavorabilità, oltre a donare differenti note aromatiche al latte e ai formaggi. Il grasso del latte è composto all'incirca da 400 diversi acidi grassi con catene di lunghezza differenti. Principalmente sono grassi saturi, mentre in minor quantità troviamo quelli monoinsaturi e polinsaturi.

È stato dimostrato che nel latte sono presenti gli acidi grassi trans-vaccenico e gli isomeri dell'acido linoleico, utili contro il diabete e l'obesità. In più nel grasso del latte è presente l'omega-3, gli acidi eicosapentaenoico (EPA) e docosaesaenoico (DHA) che hanno un ruolo importante nel funzionamento fisiologico del corpo umano (Althoman et al., 2019). Analizzando più nello specifico la composizione chimica del latte si rileva che i lipidi sono costituiti principalmente da trigliceridi. La restante parte è formata da sostanze liposolubili che svolgono attività metaboliche molto importanti, queste sono: i fosfolipidi, le vitamine liposolubili (A, D, E, K) e gli steroli. A quest'ultimo gruppo appartengono anche alcuni ormoni quali il progesterone e gli estrogeni.

Se vengono rimossi i lipidi dalla composizione del latte, quello che rimane è il residuo secco magro, nel quale il componente più rilevante è il lattosio. Il lattosio l'unico carboidrato in quantità apprezzabile nel latte. Infatti, è un disaccaride formato da una molecola di glucosio e una di galattosio. Come è illustrato nella tabella 5, presenta dei valori energetici notevoli simili a quelli del saccarosio, ma con un potere dolcificante molto più basso.

Le sostanze azotate sono prevalentemente proteine, mentre una piccola parte sono NPN (sostanze azotate non proteiche) fra le quali troviamo l'urea, l'ammoniaca e gli amminoacidi.

Le proteine sono la componente di maggior valore, sia nutrizionale che economico, del latte per via della loro elevata digeribilità.

Sono suddivisibili in due gruppi: le caseine e le proteine del siero. Le prime sono quelle che, durante i processi di caseificazione, assieme al grasso, danno origine al formaggio grazie a particolari legami che si creano. Le caseine si suddividono ulteriormente in α_{S1} caseina, β -caseina e K-caseina. Quest'ultima è particolarmente importante per la rapidità della formazione del coagulo del latte e, di conseguenza, l'efficienza del processo di caseificazione. Delle K-caseine sono presenti due varianti genetiche distinte A e B, di conseguenza le vacche sono ripartite fenotipicamente in tre gruppi: KAA, che producono latte con K-caseine A, KBB, che producono latte con K-caseine B e quelle eterozigoti KAB, che producono latte sia con K-caseine A che B. Il latte con K-caseina B avrà un valore di proteine maggiore del fenotipo A, presenterà una caseificazione più efficiente e una resa in formaggio generalmente più elevata (Monetti P.G., 2001). Le sieroproteine invece sono: α -lattoalbumina, β -lattoglobulina, lattoferrina, immunoglobine, lisozima, enzimi e ormoni.

In figura 5 possiamo vedere la composizione del latte e le varie frazioni di composizione in un schema.



Figura 5: Composizione chimica dettagliata del latte bovino (Althoman et al., 2019)

2.2 Qualità del latte

La qualità del latte viene valutata misurando i parametri che ne indicano sia l'idoneità al consumo o alla trasformazione in prodotti lattiero-caseari, sia lo stato sanitario delle vacche o della mandria che produce il latte.

Per quanto concerne la salute degli animali il parametro principale, utilizzato a livello internazionale, è la conta delle cellule somatiche (SCC) per millilitro di latte. In molti paesi questo parametro viene utilizzato nei programmi di salute animale come criterio per i regimi di pagamento del latte sfuso. In Italia, a livello normativo, il limite massimo è di 400000 cellule/mL.

Oltre alla SCC, per determinare la qualità del latte, viene usato il parametro di misurazione della popolazione microbiologica, tramite la conta batterica totale (TBC), o la presenza di specifici tipi di batteri. I batteri nel latte possono provenire dalla mammella, dall'ambiente, dalle attrezzature e dal personale dell'allevamento. La preoccupazione primaria, per quanto riguarda la presenza di batteri nel latte, fa riferimento indiscutibilmente alla salute del consumatore ma anche al fatto che la loro presenza può determinare una maggiore velocità di deperimento del prodotto. La TBC viene solitamente applicata come standard di pagamento o di rifiuto in parallelo con la SCC del latte (Kelly et al., 2011). In Italia, per il regolamento CE 853/2004, il tenore massimo a 30°C è di 100000 UFC/mL (Unità Formanti Colonia).

Il concetto di qualità viene utilizzato anche per distinguere un latte prodotto per essere trasformato in formaggio oppure per consumo fresco. Una maggior resa casearia del latte è determinata da un valore più alto di grassi e proteine qualificandolo di alta qualità per la produzione di formaggio. Mentre, per il latte alimentare un elevato contenuto di grassi può non essere apprezzato ed un maggior valore proteico può essere associato a costi economici non convenienti per l'allevatore (Katz et al., 2016). Questi concetti di qualità ci permettono di capire che è stata posta attenzione a molteplici aspetti, come quello sanitario degli animali, al reddito alla convenienza economica dell'allevatore e alla salubrità del latte per il consumo umano. Inoltre, possiamo dire che questi parametri per definire la qualità del latte sono intrinseci e sono serviti negli anni, dal secondo dopo guerra in poi, per fornire latte e altri alimenti, con determinati standard, ad un basso prezzo.

Nell'Unione Europea, inoltre, la qualità del latte si valuta attraverso parametri estrinseci, aggiungendo la tutela dell'ambiente come una prerogativa alla produzione agricola e quindi anche alla produzione di latte e derivati. La crescente attenzione alla tutela ambientale la si può

ritrovare nel Regolamento n. 848 emanato dall'Unione Europea nel 2018, che sottolinea: “La produzione biologica è un sistema globale di gestione dell'azienda agricola e di produzione alimentare basato sull'interazione tra le migliori prassi in materia di ambiente ed azione per il clima, un alto livello di biodiversità, la salvaguardia delle risorse naturali e l'applicazione di criteri rigorosi in materia di benessere degli animali e norme rigorose di produzione confacenti alle preferenze di un numero crescente di consumatori per prodotti ottenuti con sostanze e procedimenti naturali. La produzione biologica esplica pertanto una duplice funzione sociale, provvedendo, da un lato, a un mercato specifico che risponde alla domanda di prodotti biologici da parte dei consumatori e, dall'altro, fornendo al pubblico beni che contribuiscono alla tutela dell'ambiente, al benessere degli animali e allo sviluppo rurale”.

In conclusione, il Regolamento sottolinea l'importanza di investire in pratiche agricole sostenibili, per salvaguardare l'ambiente, la biodiversità, il benessere animale e lo sviluppo rurale.

Nei prossimi capitoli verrà valutato se le pratiche del pascolamento e della transumanza hanno le caratteristiche descritte dal Regolamento e se esiste una convenienza economica e gestionale del pascolamento.

2.3 Differenze quali-quantitative del latte prodotto in stalla o al pascolo

Nei Paesi europei con territori alpini la transumanza è una pratica tradizionale che prevede il trasferimento delle vacche dalla stalla all'alpeggio durante il periodo estivo, dove gli è permesso il pascolamento. È una pratica economicamente vantaggiosa per il settore lattiero-caseario alpino in quanto fornisce un'ulteriore quantità di foraggio agli animali, valorizza le vecchie pratiche e permette di conservare e tutelare la biodiversità e gli habitat montani.

Inoltre, si pensa che il latte e i formaggi siano più salutari per via della composizione di acidi grassi diversa rispetto a quelli prodotti in stalla e il consumatore è maggiormente invogliato all'acquisto di questi alimenti. È necessario fare attenzione alle condizioni di salute delle vacche all'alpeggio, perché la diversa alimentazione, le condizioni ambientali e l'adattamento alla nuova forma di allevamento incidono sulla BCS (Body Condition Score) e riducono la produzione dei formaggi anche di 2 kg/d (Saha et al., 2019). Lo studio di Saha et al. (2019) ha permesso di avere ulteriori informazioni sulle differenze, fra due gruppi di vacche con caratteristiche abbastanza simili, prima durante e dopo la transumanza e nel periodo di allevamento permanente in stalla. Si è visto che la transumanza incide negativamente sulla BCS degli animali, sia per un'alimentazione più carente di concentrati, anche se integrata, sia perché

gli animali si muovono molto di più in terreni con pendenze elevate causando un maggior consumo energetico. La produzione di latte e formaggio è inferiore durante il periodo di alpeggio, ma con il ritorno in stalla le quantità tornano ai valori iniziali. Come si può notare in tabella 6, il grasso nel latte aumenta durante la transumanza. Questo aumento viene fornito dalla mobilitazione dei lipidi corporei degli animali, mentre le proteine diminuiscono.

Traits	Variables	Mean \pm SD
BCS and milk traits	BCS	3.09 \pm 0.21
	Milk yield, kg/d	25.71 \pm 8.04
	Fat, %	3.89 \pm 0.72
	Protein, %	3.78 \pm 0.31
	Lactose, %	5.01 \pm 0.21
	SCS (somatic cell score)	3.49 \pm 1.62
Single-point MCP ²	RCT, min	21.99 \pm 5.80
	k ₂₀ , min	4.53 \pm 1.57
	a ₃₀ , mm	30.14 \pm 16.44
	a ₄₅ , mm	42.43 \pm 9.14
CF _t parameters ³	RCT _{eq} , min	22.77 \pm 5.70
	k _{CF} , %/min	10.74 \pm 3.14
	k _{SR} , %/min	0.96 \pm 0.38
	CF _{max} , mm	46.29 \pm 7.80
	t _{max} , min	46.36 \pm 8.94
%CY, %	Curd	16.06 \pm 1.82
	Solids in curd	6.62 \pm 0.70
	Water in curd	9.44 \pm 1.42
REC, %	Fat	83.18 \pm 4.35
	Protein	78.61 \pm 1.67
	Solids	50.34 \pm 3.39
Daily yield of curd	dCY, kg/d	4.16 \pm 1.30

Tabella 6: Statistiche descrittive per punteggio della condizione corporea (BCS) e caratteristiche del latte, proprietà di coagulazione del latte (MCP), parametri modellizzati delle MCP (CF_t parameters), rese, recuperi e resa giornaliera della caagliata (Saha et al., 2019)

Lo studio effettuato da Agradi et al. (2020) ha determinato e descritto la composizione degli acidi grassi nel latte e nel formaggio di vacche di razza Bruna all'alpeggio e di quelle in stalla, dimostrando ulteriormente la differenza tra i due sistemi di allevamento. Inoltre, è stata evidenziata la relazione esistente tra gli acidi grassi presenti nei prodotti caseari collegati alle fermentazioni ruminanti, gli acidi grassi da *de novo* sintesi nella ghiandola mammaria e la composizione della dieta. L'obiettivo di questo studio, oltre ad evidenziare la differenza degli acidi grassi del latte e dei formaggi nelle due forme di allevamento, era quello di creare un modello che potesse facilmente discriminare un latte o un formaggio prodotto all'alpeggio o in stalla. Come si può notare in figura 5, la composizione degli acidi grassi del latte e dei formaggi all'alpeggio, identificati dai pallini di colore grigio, presenta una variabilità più ampia rispetto ai punti neri. Tale variabilità è imputabile alla dieta non costante, determinata a sua volta dalla stagionalità del pascolo. Per quanto riguarda i valori del latte e dei formaggi prodotti in stalla, identificabili con i punti di colore nero in figura 5, presentano una variabilità minore determinata dalla dieta costante che viene fornita agli animali. I valori degli animali all'alpeggio sono, principalmente, positivi e quindi nel quadrante 1 (in alto a destra), mentre quelli del latte e del formaggio prodotto in stalla gli troviamo nel terzo quadrante (in basso a sinistra).

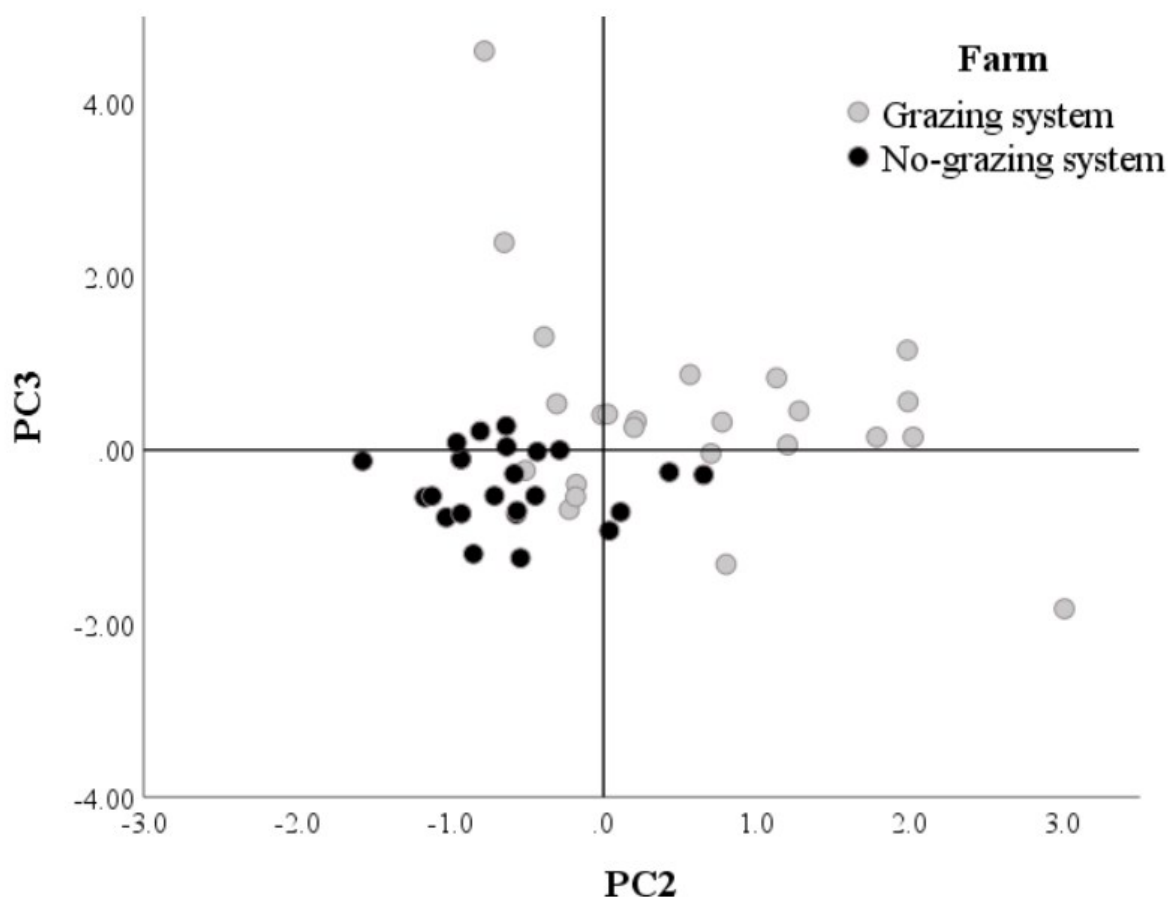


Figura 6: Mappe fattoriali dell'analisi delle componenti principali (PCA) (Agradi et al., 2020)

La concentrazione di grassi nel latte prodotto in stalla è inferiore rispetto al latte di pascolo, perché la razione prevede un maggior contenuto energetico che va a ridurre la *de novo* sintesi di acidi grassi a catena lunga nel latte. Inoltre, troviamo principalmente acidi grassi a catena corta perché sono derivati dalla dieta energetica somministrata in stalla. Mentre l'energia fornita al pascolo è di molto inferiore, di conseguenza si ha un maggior stimolo alla *de novo* sintesi di acidi grassi a catena lunga nella mammella determinato anche dalla mobilizzazione dei lipidi corporei degli animali (Althoman et al., 2019).

Il collegamento tra la sintesi proteica e l'alimentazione degli animali è riconducibile alla dieta che condiziona direttamente il contenuto di aminoacidi e il funzionamento ruminale. Il rumine, quindi, con i suoi prodotti metabolici influisce nel processo di sintesi proteica nella ghiandola mammaria e di conseguenza nella quantità di proteine nel latte.

Anche se la quantità di proteine è inferiore, il latte prodotto al pascolo presenta una lavorabilità migliore di quello prodotto in stalla per via di un rapporto proteine/grasso diverso, così

riducendo il tempo di coagulazione. Inoltre, si è visto che al pascolo si ha un incremento di sieroproteine, come β -lattoglobulina e lattoferrina che hanno un impatto positivo sulla salute umana (Althoman et al., 2019).

Altri composti di natura lipofila sono influenzati dal sistema di alimentazione delle vacche in modo simile alla variazione dei lipidi. I foraggi forniti al pascolo sono, solitamente, una buona fonte di vitamine e antiossidanti che vengono trasferiti alla ghiandola mammaria e successivamente al latte. Questo spiega il maggior contenuto di β -carotene, terpeni, luteina, vitamine A (retinolo), vitamina E (tocoferolo) e fitolo (un derivato della clorofilla) nel latte prodotto al pascolo. La presenza di tali composti liposolubili dipende e deriva dalla dieta e soprattutto dallo stadio vegetativo dei foraggi (Althoman et al., 2019).

Dallo studio di Carafa et al. (2020) è stato dimostrato che il latte prodotto in alpeggio presenta una carica microbica differente da quello prodotto in stalla. L'alpeggio ha un forte impatto sulla composizione microbica del latte crudo, aumentando significativamente la carica microbica e la relativa abbondanza di gruppi batterici con segnalate proprietà tecnologiche (lattobacilli e lattococchi) o salutistiche (bifidobatteri e propionibatteri). Ad un mese dalla fine della transumanza, i cambiamenti osservati nel microbiota del latte alpino sono regrediti a valori simili ai campioni di stalla, confermando che le transumanze d'alpeggio in malga è il principale fattore del cambiamento microbico (Carafa et al., 2020).

Nello studio di Natrella et al. (2020) sono state confrontate le sostanze volatili e le caratteristiche organolettiche del latte e della mozzarella provenienti da vacche in stalla o al pascolo. È stato dimostrato che i composti organici volatili del latte erano significativamente differenti: acetone e alcol isopropilico caratterizzano il latte prodotto dalle vacche in stalla, mentre acidi pentanoico e decanoico, esanale, acetato di etile, toluene e dimetilsolfuro sono tipici del latte proveniente dal pascolo (figura 6).

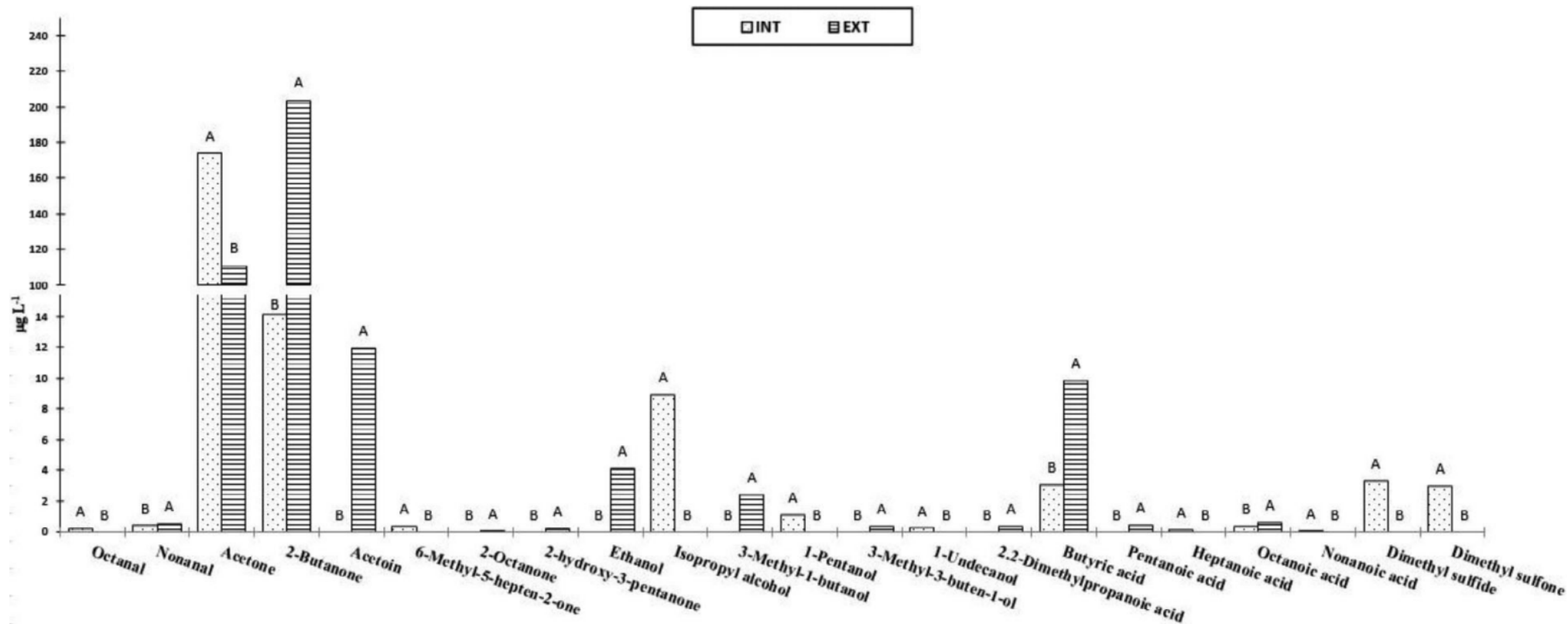


Figura 7: Possibili marcatori molecolari del latte di vacche al pascolo (EXT) e non al pascolo (INT) (Natrella et al., 2020).

Per quanto riguarda le caratteristiche sensoriali del latte e dei formaggi, lo studio di Natrella et al. (2020) ha riscontrato differenze tra il latte prodotto da vacche al pascolo e quello prodotto in stalla. Infatti, il latte prodotto al pascolo presenta un colore più giallo e un aroma più intenso rispetto a quello proveniente dalla stalla. Mentre non sono state riscontrate diversità olfattive tra mozzarelle derivanti dai due sistemi di allevamento, si può ipotizzare che i composti aromatici originati durante la lavorazione abbiano ampiamente superato quelli del latte (Natrella et al., 2020).

3. Caratteristiche e tutela degli alpeggi

3.1 Caratteristiche degli alpeggi

La catena montuosa alpina è lunga 1200 km e larga 200 km e si estende per 8 Paesi Europei. Le caratteristiche climatiche delle alpi sono influenzate dall'esposizione, dall'altitudine, dalle caratteristiche locali e dalla posizione dei rilievi. Tutto ciò determina un clima unico che, a sua volta, permette lo sviluppo di habitat e di specie assai diverse tra loro.

Circa il 25% della vegetazione alpina è caratterizzata da praterie e pascoli, i quali sono per lo più naturali dopo secoli di attività antropiche. Questi terreni forniscono molti servizi socioeconomici, sia per chi abita in quelle zone sia per chi vive in città. Ad esempio, possiamo trovare servizi culturali (turismo), produzione di materiale energetico (legname), produzione di cibi locali, servizi ambientali per mitigare e limitare le emissioni dei gas serra e di conservazione come la prevenzione e riduzione di incendi (fasce tampone).

Sicuramente un ruolo rilevante, tra i servizi elencati precedentemente, è ricoperto dall'attività zootecnica, che permette agli agricoltori e agli allevatori di avere un reddito tramite la commercializzazione di prodotti lattiero-caseari con caratteristiche diverse. Risulta importante, quindi, monitorare e tutelare i pascoli alpini, tenendo in considerazione che la gestione del bestiame e il carico di animali possono influenzare la presenza e la distribuzione delle specie vegetali.

Negli ultimi decenni, le zone montane hanno subito notevoli cambiamenti come: l'abbandono delle terre, la riduzione delle pratiche agricole e l'urbanizzazione. Questi fenomeni combinati tra loro hanno determinato un degrado dei sistemi pastorali con una conseguente invasione di Poacee sgradevoli, di specie arbustive e rimboschimento. Inoltre, a queste problematiche di tipo gestionale, si aggiunge quella del cambiamento climatico che ha visto un aumento della temperatura media, dal 1981 al 2010, di 0.8°C con una previsione futura di 1 o 2°C in più. Le precipitazioni sono sempre più imprevedibili e molti studi concordano su una notevole diminuzione nel periodo estivo. Le specie vegetali presenti nei pascoli alpini sono notevolmente suscettibili ai fattori ambientali, e con un repentino cambio climatico si prevede un'ampia perdita di biodiversità, uno spostamento delle specie autoctone ad altitudini sempre più elevate e l'invasione di specie xerofile e arbustive. Risulta importante, quindi, avere molti più dati e studi previsionali per comprendere come cambierà la vegetazione dei pascoli alpini e capire come limitarne le perdite (Dibari et al., 2020).

A tal proposito, è possibile suddividere i prati seminaturali alpini in due categorie basate sulla gestione: prati da fieno e pascoli.

Le principali pratiche effettuate sui prati da fieno alpini sono lo sfalcio e la concimazione, mentre l'irrigazione è poco frequente. I prati si trovano tipicamente nei fondivalle, nelle zone più accessibili, su suoli fertili e poco pendenti. Garantiscono un foraggio di buona qualità nel periodo invernale, sotto forma di fieno o insilato. In alcuni casi, i prati da fieno alpini vengono pascolati una volta alla fine dell'estate. Gli alpeggi, essendo ubicati a quote più elevate, nelle zone meno accessibili, su terreni meno fertili e accidentati non sono generalmente idonei alla fienagione e, di conseguenza, sono gestiti esclusivamente dal pascolo del bestiame durante il periodo estivo (Pittarello et al., 2020).

Un ulteriore sistema per classificare i prati alpini prevede la considerazione dei seguenti caratteri:

- La facies pastorale, ovvero l'unità di base omogenea sotto il profilo vegetazionale, ecologico e gestionale. Caratterizzato da 2 a 5 specie dominanti che rappresentano almeno il 30% dei contributi specifici cumulati. Ogni facies prende il nome delle specie indicatrici;
- Il tipo pastorale è l'insieme di facies simili, caratterizzato da 1 o 2 specie dominanti a elevata frequenza, dette specie indicatrici del tipo. Ciascun tipo prende il nome dalle specie indicatrici;
- Il gruppo ecologico che è un'unità costituita dall'insieme di tipi ecologicamente affini, definito secondo i fattori topografici, ecologici e gestionali dominanti

(Cavallero et al., 2007).

3.2 Abbandono e perdita dei pascoli nelle zone alpine

Come già accennato, nell'ultimo mezzo secolo le alpi italiane hanno subito un notevole cambiamento nella gestione dei terreni con l'abbandono di 800000 ettari di prati, che corrispondono al 45% della superficie originariamente occupata da pascoli. Secondo l'Istituto Nazionale di Statistica (Istat) nella seconda metà del 1900 le superfici boschive nelle Alpi italiane sono aumentate del 14,9%.

La riduzione del taglio dei prati o del pascolamento comporta l'incremento di specie legnose e arbustive, che presentano una velocità di sviluppo variabile in base alle caratteristiche genetiche, alle condizioni pedologiche e al clima, come possiamo notare nella tabella 7.

		Simulated							Observed	RF Accuracy (%)
		SP	CC	CF	NS	FR	XS	SV		
Observed	SP	1531	8	1	16	0	4	9	1569	97.6
	CC	2	1651	0	6	0	0	5	1664	99.2
	CF	6	0	508	3	0	1	5	523	97.1
	NS	3	3	0	3516	0	5	2	3529	99.6
	FR	3	1	0	6	211	0	3	224	94.2
	XS	0	1	0	19	0	1070	1	1091	98.1
	SV	0	4	6	13	1	5	2253	2282	98.7
	Simulated	1545	1668	515	3579	212	1085	2278		98.7

Tabella 7: Classificazione delle occorrenze dei macrotipi di pascolo osservata e simulata sulla catena alpina italiana per il periodo attuale (1970–2000) (Dibari et al., 2020)

SP = pascoli invasi da specie arbustive; CC = pascoli dominati da *Carex curvula*; CF = pascoli dominati da *Carex firma*; NS = pascoli dominati da *Nardus stricta*; FR = pascoli dominati da *Festuca gr. Rubra*; SV = pascoli dominati da *Sesleria* e XS = pascoli dominati da specie xeriche.

È stato dimostrato che la successione boschiva comporta una perdita di biodiversità delle specie vegetali. È possibile affermare che le temperature medie più elevate, dalle analisi di Pornaro et al. (2013), incidono negativamente comportando lo sviluppo di specie legnose in maniera più rapida. Questa situazione causa un consumo maggiore di sostanze nutritive nel terreno riducendone la fertilità e determinando perdita di specie vegetali. È stato dimostrato che nei pascoli privi di piante legnose e arbustive sono maggiormente presenti specie vegetali indesiderate, e che per una buona conservazione deve esserci un giusto equilibrio con pascoli aventi una certa percentuale di specie legnose (Pornaro et al., 2013).

Lo studio di Dibari et al. (2020) ha permesso di rappresentare dei possibili scenari futuri, nei quali si può osservare il mutamento del paesaggio alpino causato dal cambiamento climatico. I risultati hanno dimostrato come le condizioni climatiche previste determineranno una riduzione complessiva delle aree attualmente vocate ai pascoli naturali delle Alpi italiane e variazioni nella composizione di questi ecosistemi. Le riduzioni principali interesseranno, verosimilmente, i macrotipi d'alta quota, minacciando la rara biodiversità erbacea che caratterizza le Alpi, come si può vedere in tabella 8.

RCM	Number of Pixels				%				
	Present	RCP 4.5		RCP 8.5		RCP 4.5		RCP 8.5	
	---	2011–2040	2041–2070	2011–2040	2041–2070	2011–2040	2041–2070	2011–2040	2041–2070
Aladin	20,874	19,557	16,704	18,931	16,712	–6%	–20%	–9%	–20%
CMCC	20,874	13,130	11,225	15,037	11,289	–37%	–46%	–28%	–46%
ICTP	20,874	15,507	93,92	16,497	12,548	–26%	–55%	–21%	–40%
Ensemble	20,874	16,065	12,440	16,822	13,516	–23%	–40%	–19%	–35%

Tabella 6: Attuale presenza alpina (in termini di numero di pixel aventi larghezza di 100 ha ciascuno) di pascoli non classificati e cambiamenti previsti (%) di idoneità alle condizioni climatiche future, come riportato dai tre modelli di circolazione regionale (RCM) e dal loro insieme, intervalli di tempo (2011–2070 e 2071–2100) e scenari RCP (4.5 e 8.5). (Dibari et al., 2020)

Dove Aladin, CMCC e ICTP sono modelli spaziali; RCP 4.5 è lo scenario del periodo 2011-2040 e RCP 8.5 è lo scenario del periodo 2041-2070.

Oltre alla riduzione dei prati, si prevede un aumento di specie vegetali meno appetibili agli animali che pascolano, riducendo l'efficienza produttiva e comportando una maggiore integrazione alimentare da parte degli allevatori (Dibari et al., 2020).

Insieme al cambiamento climatico, il processo di abbandono e il rimboschimento comportano una riduzione della massa erbacea e dei valori nutritivi dei prati seminaturali delle alpi, compromettendo negativamente la capacità di carico della vegetazione dei pascoli.

La capacità di carico consiste nella quantità massima di animali che pascolano, riuscendo a raggiungere un certo livello produttivo, senza il deterioramento della vegetazione. Inoltre, anche lo studio di Pittarello et al. (2020) ha dimostrato che un'elevata biodiversità vegetale nei pascoli è principalmente influenzata da fattori ambientali come: temperatura, piovosità, suolo ed in minore parte anche dalla gestione agricola dei pascoli stessi. Invece, il valore pastorale (l'efficienza e la capacità di sostenere gli animali al pascolo) è fortemente influenzata dalla gestione agricola dei pascoli, che caratterizza la qualità e la quantità del foraggio prodotto. Di conseguenza, dovrebbe essere adottato un tasso di allevamento in equilibrio con la capacità di carico della vegetazione per massimizzare sia la diversità vegetale che la qualità e produttività del foraggio, riducendo al contempo gli effetti negativi del pascolo eccessivo o insufficiente sulla vegetazione (Pittarello et al., 2020).

3.3 Confronto sulla convenienza tra allevamenti intensivi e al pascolo

Come è stato illustrato nei capitoli precedenti ci sono svariate differenze tra le forme di allevamento esistenti, come ad esempio la gestione dell'alimentazione, la gestione delle deiezioni, la mungitura ecc.

La specializzazione produttiva, in particolare, ha comportato un aumento dei fabbisogni nutritivi della vacca da latte che non possono più essere soddisfatti in toto dai pascoli in quota, in quanto poco produttivi per ragioni climatiche e pedologiche.

Di conseguenza l'alpeggio si traduce in una perdita di produzione tanto più marcata quanto minore è la distanza dal parto delle bovine monticate e maggiore è il loro merito genetico, e in un peggioramento della condizione corporea degli animali. Quest'ultimo aspetto è spesso trascurato dagli allevatori, anche se sono note le negative implicazioni sulle prestazioni riproduttive degli animali al ritorno in stalla. Nelle condizioni di pascolamento, il fabbisogno energetico di mantenimento delle bovine aumenta per via della maggiore attività motoria che effettuano e di conseguenza diminuisce l'energia netta disponibile per la produzione lattifera. Secondo l'ARC (1980), la richiesta energetica aggiuntiva è di 2 J/kg PV per metro lineare nei

movimenti orizzontali, che diventano 28 J/kg PV per metro di dislivello sui terreni declivi. Ne consegue l'importanza delle scelte gestionali nel minimizzare il dispendio energetico delle bovine al pascolo. A queste maggiori esigenze energetiche per gli spostamenti si aggiunge spesso anche la spesa energetica per la termoregolazione imposta dalle basse temperature notturne (e talvolta anche diurne). In particolare, il sistema di razionamento della Cornell University (CPM, 2004) prevede un aumento di circa il 5% del fabbisogno energetico di mantenimento, passando da una temperatura media ambientale di 20° ad una di 10° e un aumento di circa il 4% con un calo di temperatura ambientale da 10° a 0° (Bovolenta et al., 2005). L'effetto di questo deficit energetico al pascolo si riflette su una riduzione del latte prodotto, oltre che sulla condizione corporea. Anche nelle migliori condizioni di pianura, autori francesi (Delaby et al., 1999), esaminando le prestazioni di vacche da latte al pascolo, hanno verificato una sensibile riduzione delle produzioni reali rispetto a quelle attese, a partire da una produzione media di 15 kg/capo/giorno di latte. In una serie di prove sperimentali, effettuate su vacche Brune di buona genealogia alpeggiate su un pascolo a circa 2000 m.s.l.m., Bovolenta et al. (1998, 2002a, 2002b) hanno individuato in 7-8 kg/capo/d la produzione media stagionale consentita dalla sola erba di pascolo, che passava dai 14-16 kg/capo/d a inizio stagione ai 2-3 a fine stagione.

		Livello di integrazione (kg SS/capo/d)		
		0	2	4
Apporti:				
Erba	kg SS/capo/d	12	12	12
	UFL	9,2	9,2	9,2
Totale	kg SS/capo/d	12	14	16
	UFL	9,2	11,2	13,2
Fabbisogni di mantenimento ⁽¹⁾	UFL	6,0	6,0	6,0
Produzione consentita ⁽²⁾	Kg	7,4	11,9	16,4

⁽¹⁾ Considerando una vacca da latte di 600 kg e un aggravio per termoregolazione e spostamento del 20%

⁽²⁾ Non considerando variazioni di condizione corporea

Tabella 7: Produzione di latte consentita con vacche da latte al pascolo in malga, sulla base di diversi livelli di integrazione (Bovolenta et al., 2005)

L'insufficiente ingestione di erba è stata identificata come il principale fattore limitante nella produzione di latte al pascolo, anche nelle migliori situazioni di pianura. I pascoli in quota sono caratterizzati da un breve ciclo vegetativo e quindi da un rapido e progressivo aumento delle

frazioni fibrose e dalla diminuzione della digeribilità della sostanza organica e del tenore di proteine, come possiamo vedere nella tabella 10 (Leaver, 1985; Kolver e Muller, 1998).

	Inizio del pascolamento		
	Fine giugno	Fine luglio	Fine agosto
Composizione chimica:			
Sostanza secca, %	24,4 ^a	36,3 ^b	48,8 ^c
Proteina grezza, % ss	16,3 ^b	9,6 ^a	9,9 ^b
NDF, % ss	60,1 ^a	72,5 ^b	73,5 ^b
Lignina, % ss	5,4 ^a	8,2 ^b	9,1 ^b
Digeribilità:			
Sostanza secca, %	68,6 ^b	56,0 ^a	55,7 ^a
Proteina grezza, %	77,4 ^b	58,0 ^a	49,1 ^a
NDF, %	70,5 ^B	55,2 ^A	57,9 ^A

^{A,B}= P<0,01; a,b,c: P<0,05

Tabella 8: Effetto del momento di inizio del pascolamento sulla composizione chimica e sulla digeribilità dell'erba di un pascolo alpino (Andrighetto et al., 1993 - modificato)

Per ridurre le perdite quantitative di latte prodotto al pascolo bisogna fornire un'integrazione di alimenti concentrati, che permettono di limitare la riduzione produttiva ma non di molto per via di un fenomeno chiamato tasso di sostituzione. Quest'ultimo consiste nella riduzione di ingestione di erba, in quanto gli animali mangiano il concentrato e viene calcolato come rapporto fra le variazioni dei consumi di erba e la quantità di concentrato somministrato. Il tasso di sostituzione è uno dei principali fattori in grado di spiegare le risposte non sempre adeguate in termini di produzione di latte che si registrano quando si ricorre all'uso di concentrati (Stockdale, 2000).

Possiamo quindi dire che, rispetto a tutte le differenze esistenti tra l'allevamento intensivo e il pascolo quella che incide maggiormente sulla produzione è l'alimentazione. Gli allevatori devono porre la giusta attenzione all'integrazione con concentrati, cercando di ridurre il più possibile i deficit energetici causati dal pascolamento. L'uso di questi concentrati risulta necessario anche per evitare problemi di salute alle bovine, che con la selezione genetica sempre più spinta presentano fabbisogni energetici maggiori. Inoltre, deve assolutamente essere rigettata la tendenza verso una sempre più sconsiderata integrazione del pascolo, nel tentativo di ottenere livelli di produzione avvicinabili a quelli dei sistemi intensivi. Questa strategia, infatti, indirizza l'alpeggio verso una filosofia gestionale che progressivamente allontana l'animale dallo sfruttamento delle risorse foraggere, innescando una serie di pericolose ricadute

negative dal punto di vista ambientale. Il moderno alpeggio deve invece realizzarsi secondo sistemi sostenibili ed ecocompatibili, conciliando obiettivi economici con finalità di tipo paesaggistico e di difesa ambientale (Bovolenta et al., 2005).

4. Conclusioni

Il presente elaborato ha illustrato e analizzato le differenze quali-quantitative del latte tra animali alimentati con foraggio fresco e foraggio secco.

La transumanza è tradizionalmente praticata negli allevamenti di montagna e consiste nel trasferimento degli animali dalla stalla agli alpeggi. Il cambiamento delle condizioni ambientali incide sulle condizioni corporee degli animali in maniera negativa, in quanto la dieta con valori energetici bassi e l'elevata movimentazione degli animali in terreni pendenti comporta un consumo delle riserve lipidiche. In queste condizioni, la produzione di latte diminuisce e di conseguenza cala anche la resa di formaggio, causando una perdita di almeno 2 kg al giorno. Per attenuare questo calo produttivo, gli allevatori forniscono alle vacche al pascolo una integrazione alimentare con concentrati.

La possibilità di far pascolare gli animali è un vantaggio economico per gli allevatori, perché fornisce un'ulteriore quantità di foraggio, valorizza le vecchie pratiche agricole e permette di conservare i prati montani (Saha et al., 2019). L'alimentazione degli animali con il foraggio presente al pascolo influenza anche la qualità del latte, che presenta una composizione chimica diversa. Le differenze sono state riscontrate sulla composizione degli acidi grassi, con una maggior quantità di acidi grassi a catena lunga nel latte prodotto al pascolo derivanti dalla mobilitazione dei grassi corporei che stimola la *de novo* sintesi nella ghiandola mammaria. Inoltre, lo studio di Agradi et al. (2020) ha permesso di sviluppare un modello, basato sulla composizione degli acidi grassi, che potesse facilmente discriminare un latte o formaggio prodotto al pascolo o in stalla. Questo modello, dopo ulteriori revisioni, potrebbe essere utilizzato per tutelare i produttori e i consumatori limitando le frodi alimentari.

La dieta condiziona direttamente il funzionamento ruminale, modificando così la sintesi del latte nella ghiandola mammaria. È stato dimostrato che il contenuto proteico nel latte derivante dal pascolo è inferiore rispetto a quello di stalla, ma per via del rapporto proteine/grasso differente quello derivante dal pascolo presenta una riduzione del tempo di coagulazione. Inoltre, si è visto che al pascolo si ha un incremento di sieroproteine, come β -lattoglobulina e lattoferrina che hanno un impatto positivo sulla salute umana. I foraggi forniti al pascolo sono una buona fonte di β -carotene, terpeni, luteina, vitamine A (retinolo), vitamina E (tocoferolo) e fitolo (un derivato della clorofilla) che vengono direttamente trasferiti dalla dieta al latte (Althoman et al., 2019). Oltre alle componenti chimiche vengono influenzate anche le caratteristiche microbiche e organolettiche. La carica microbica del latte prodotto al pascolo

presentava una maggior quantità di microrganismi positivi, con relativa abbondanza di gruppi batterici con segnalate proprietà tecnologiche (lattobacilli e lattococchi) o salutistiche (bifidobatteri e propionibatteri) (Carafa et al., 2020). Mentre dallo studio di Natrella et al. (2020) sono state riscontrate differenze aromatiche e del colore tra latte prodotto al pascolo e in stalla.

L'importanza dei prati e dei pascoli alpini è ampiamente riconosciuta, tanto che l'Unione Europea ha inserito questi habitat all'interno della Direttiva Habitat Europea (92/43 CEE). L'inserimento dei prati e dei pascoli in questa direttiva dimostra che l'Unione Europea riconosce la fragilità di questi habitat semi naturali, che hanno visto una riduzione negli ultimi anni del 45% circa (Pornaro et al., 2013). Con l'abbandono delle pratiche tradizionali e il cambiamento climatico, sono in atto grandi perdite di biodiversità vegetale che compromette anche la vita di molti animali presenti in natura. In particolar modo, si è visto che incidono molto le temperature medie in aumento che spostano ad altitudini sempre maggiori le specie vegetali, le precipitazioni che sono in calo negli ultimi anni e portano allo sviluppo di specie xeriche. Infine, l'abbandono che causa rimboschimento riducendone la biodiversità. Tutto ciò comporta problemi ambientali, ma riduce anche la possibilità di pascolamento degli animali produttivi diminuendone l'efficienza (Pittarello et al., 2020). La specializzazione produttiva, in particolare, ha comportato un aumento dei fabbisogni nutritivi della vacca da latte che non possono più essere soddisfatti in toto dai pascoli in quota, in quanto poco produttivi per ragioni climatiche e pedologiche. Di conseguenza l'alpeggio si traduce in una perdita di produzione tanto più marcata quanto minore è la distanza dal parto delle bovine monticate e maggiore è il loro merito genetico. Oltre alla perdita produttiva, bisogna fare attenzione alla condizione corporea degli animali che viene fortemente intaccata a causa degli spostamenti che incidono ulteriormente sui fabbisogni energetici, insieme alla regolazione termica. Ne consegue l'importanza delle scelte gestionali nel minimizzare il dispendio energetico delle bovine al pascolo (Bovolenta et al., 2005). Per ridurre le perdite quantitative di latte prodotto al pascolo bisogna fornire un'integrazione di alimenti concentrati, che permettono di limitare la riduzione produttiva ma non di molto per via di un fenomeno chiamato tasso di sostituzione. Quest'ultimo consiste nella riduzione di ingestione di erba, in quanto gli animali mangiano il concentrato e viene calcolato come rapporto fra le variazioni dei consumi di erba e la quantità di concentrato somministrato. Il tasso di sostituzione è uno dei principali fattori in grado di spiegare le risposte non sempre adeguate in termini di produzione di latte che si registrano quando si ricorre all'uso

di concentrati (Stockdale, 2000). Possiamo quindi dire che, rispetto a tutte le differenze esistenti tra l'allevamento intensivo e il pascolo quella che incide maggiormente sulla produzione è l'alimentazione. Risulta necessario quindi un'integrazione alimentare con concentrati per ridurre il deficit energetico. Inoltre, deve assolutamente essere rigettata la tendenza verso una sempre più sconsiderata integrazione del pascolo, nel tentativo di ottenere livelli di produzione avvicinabili a quelli dei sistemi intensivi. Questa strategia, infatti, indirizza l'alpeggio verso una filosofia gestionale che progressivamente allontana l'animale dallo sfruttamento delle risorse foraggere, innescando una serie di pericolose ricadute negative dal punto di vista ambientale. Il moderno alpeggio deve invece realizzarsi secondo sistemi sostenibili ed ecocompatibili, conciliando obiettivi economici con finalità di tipo paesaggistico e di difesa ambientale (Bovolenta et al., 2005).

BIBLIOGRAFIA

Agradi, S., Curone, G., Negroni, D., Vigo, D., Brecchia, G., Bronzo, V., Panseri, S., Chiesa, L. M., Peric, T., Danes, D., & Menchetti, L. (2020). Determination of Fatty Acids Profile in Original Brown Cows Dairy Products and Relationship with Alpine Pasture Farming System. *Animals* 2020, Vol. 10, Page 1231, 10(7), 1231. <https://doi.org/10.3390/ANI10071231>

Alothman, M., Hogan, S. A., Hennessy, D., Dillon, P., Kilcawley, K. N., O'Donovan, M., Tobin, J., Fenelon, M. A., & O'Callaghan, T. F. (2019). The “Grass-Fed” Milk Story: Understanding the Impact of Pasture Feeding on the Composition and Quality of Bovine Milk. *Foods* 2019, Vol. 8, Page 350, 8(8), 350. <https://doi.org/10.3390/FOODS8080350>

Antongiovanni, M. (2019). Nutrizione e alimentazione degli animali in produzione zootecnica: bovini, suini e polli. *Edagricole New Business Media*, (59-100).

Bittante, G. (2005). *Tecniche di produzione animale*. Nuova ed. Liviana Editore, (28-34).

Bovolenta, S., Cozzi, G., Tamburini, A., & Ventura, W. (2005). L'alimentazione della vacca da latte in alpeggio: fabbisogni e strategie di integrazione alimentare. *Quaderno SOZOOALP*, 2, 29–44.

Carafa, I., Navarro, I. C., Bittante, G., Tagliapietra, F., Gallo, L., Tuohy, K., & Franciosi, E. (2020). Shift in the cow milk microbiota during alpine pasture as analyzed by culture dependent and high-throughput sequencing techniques. *Food Microbiology*, 91, 103504. <https://doi.org/10.1016/J.FM.2020.103504>

Cavallero, A. (2007). *I tipi pastorali delle Alpi piemontesi: vegetazione e gestione dei pascoli delle Alpi occidentali*. Alberto Perdisa Editore.

Commissione Europea (2004). Regolamento (CE) 853/2004. Norme specifiche in materia di igiene per gli alimenti di origine animale.

Commissione Europea (2018). Regolamento (UE) 2018/848. Produzione biologica e etichettatura dei prodotti biologici.

Delaby L., Peyraud J.L., Delagarde R. (1999). Production des vaches laitières au paturage sans concentré. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, 6, 123-126.

Dibari, C., Costafreda-Aumedes, S., Argenti, G., Bindi, M., Carotenuto, F., Moriondo, M., Padovan, G., Pardini, A., Staglianò, N., Vagnoli, C., & Brilli, L. (2020). Expected Changes to Alpine Pastures in Extent and Composition under Future Climate Conditions. *Agronomy* 2020, Vol. 10, Page 926, 10(7), 926. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY10070926>

Katz, G., Merin, U., Bezman, D., Lavie, S., Lemberskiy-Kuzin, L., & Leitner, G. (2016). Real-time evaluation of individual cow milk for higher cheese-milk quality with increased cheese yield. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4178–4187. <https://doi.org/10.3168/JDS.2015-10599>

Kelly, A. L., Leitner, G., & Merin, U. (2011). Milk quality and udder health: Test methods and standards. *Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition*, 894–901. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00353-8>

Kolver, E. S., & Muller, L. D. (1998). Performance and Nutrient Intake of High Producing Holstein Cows Consuming Pasture or a Total Mixed Ration. *Journal of Dairy Science*, 81(5), 1403–1411. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(98\)75704-2](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(98)75704-2)

Mazzocchi, C., Sali, G., & Ruggeri, G. (2019). Tourists' Preferences for Alpine Pastures Maintenance. *Landscape Online*, 68, 68–68. <https://doi.org/10.3097/LO.201968>

Monetti, P. G. (2001). Allevamento dei bovini e dei suini. *Giraldi Editore*, (87–93).

Natrella, G., Gambacorta, G., de Palo, P., Maggiolino, A., & Faccia, M. (2020). Volatile organic compounds in milk and mozzarella: Comparison between two different farming systems. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(11), 3403–3411. <https://doi.org/10.1111/IJFS.14671>

Pittarello, M., Lonati, M., Ravetto Enri, S., & Lombardi, G. (2020). Environmental factors and management intensity affect in different ways plant diversity and pastoral value of alpine pastures. *Ecological Indicators*, 115, 106429. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2020.106429>

Pornaro, C., Schneider, M. K., & Macolino, S. (2013). Plant species loss due to forest succession in Alpine pastures depends on site conditions and observation scale. *Biological Conservation*, 161, 213–222. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2013.02.019>

Saha, S., Amalfitano, N., Sturaro, E., Schiavon, S., Tagliapietra, F., Bittante, G., Carafa, I., Franciosi, E., & Gallo, L. (2019). Effects of Summer Transhumance of Dairy Cows to Alpine Pastures on Body Condition, Milk Yield and Composition, and Cheese Making Efficiency. *Animals* 2019, Vol. 9, Page 192, 9(4), 192. <https://doi.org/10.3390/ANI9040192>

Stockdale, C. R. (2000). Levels of pasture substitution when concentrates are fed to grazing dairy cows in northern Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 40(7), 913–921. <https://doi.org/10.1071/EA00034>

Thornton, P. K., Herrero, M. T., Freeman, H. A., Okeyo Mwai, A., Rege, J. E. O., Jones, P. G., & McDermott, J. J. (2007). Vulnerability, climate change and livestock - opportunities and challenges for the poor. *Journal of Semi-Arid Tropical Agricultural Research*.
<https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/2205>