UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

CORSO DI LAUREA IN

VALORIZZAZIONE E TUTELA DELL'AMBIENTE E TERRITORIO MONTANO

MONITORAGGIO DELL'EFFICIENZA E DELLA SOSTENIBILITÀ DI ALLEVAMENTI DA LATTE IN PROVINCIA DI BERGAMO

Relatore:

Prof. **ALBERTO TAMBURINI**

Elaborato finale di:

PAMELA BARONCHELLI

Matricola: 969796

Anno Accademico 2022/2023

RIASSUNTO

La zootecnia si occupa dello studio degli animali domestici e delle tecniche di gestione degli stessi, rappresentando un importante punto di congiunzione tra la catena trofica del mondo vegetale e quella dell'uomo, con il principale obiettivo di trarre produzione ed efficienza dagli animali allevati. Nelle zone montane della Lombardia la zootecnia è uno dei settori più diffusi (con 4450 allevamenti), in quanto si è rivelata il metodo più efficace per uno sfruttamento razionale delle risorse naturali del territorio, in grado di conciliare la salvaguardia dell'ambiente con le esigenze economiche. La zootecnia montana sta attraversando un momento di crisi dovuto principalmente agli elevati costi delle materie prime e alla mancata valorizzazione dei prodotti locali. Per far fronte al progressivo sviluppo dei grandi allevamenti di pianura, che possono contare su elevati numeri di capi e produzioni, anche molte aziende montane stanno effettuando scelte gestionali sempre più indirizzate verso l'intensivizzazione. A tal proposito si effettuano modifiche importanti sotto vari aspetti, primi tra tutti quelli genetico e alimentare. Al fine di massimizzare le capacità produttive delle bovine, è necessario, infatti, elaborare razioni perfettamente calibrate, composte da foraggi e concentrati di qualità e costruite in base ai loro fabbisogni, in costante evoluzione in funzione dello stadio di lattazione. Per monitorare l'efficienza e la sostenibilità alimentare di un'azienda si valutano alcuni parametri, quali la *dairy efficiency* (DE), l'efficienza di utilizzazione dell'azoto nel latte (MNE) e l'autosufficienza alimentare. La prima misura l'efficienza della vacca nella trasformazione degli alimenti ingeriti in latte prodotto, mentre la seconda valuta la sua capacità di trasferire azoto nel latte, sottoforma di proteine. L'autosufficienza alimentare, invece, corrisponde al rapporto tra gli alimenti autoprodotti in azienda e il totale dei somministrati e misura anche l'efficienza economica.

Con il presente studio sono state valutate l'efficienza e la sostenibilità alimentare di tre diverse aziende (A, G e V) situate in provincia di Bergamo, al fine di massimizzarne la produzione e migliorare il benessere animale. Queste aziende presentano profonde differenze sotto diversi aspetti, dal numero di capi e le razze allevate, alla gestione aziendale. L'azienda A, che presentava in media 55 vacche di razza Bruna in produzione, è caratterizzata da una gestione molto innovativa, con robot di mungitura (AMS) e carro *unifeed* per l'alimentazione. Anche l'azienda V adotta questa tecnica alimentare, con una media di 45 vacche di razza Frisona e incroci di meticcia in lattazione. L'azienda G, invece, si discostava parecchio dalle precedenti, in quanto maggiormente legata alle tradizioni, con una media di 20 bovine di razza Bruna in lattazione; a

differenza delle prime due, localizzate in aperta campagna di fondovalle, si trova in alta montagna e risente degli svantaggi agricoli che questa comporta.

Durante le visite aziendali effettuate tra marzo e settembre 2023, a distanza di 20 giorni l'una dall'altra sono stati raccolti campioni di ogni foraggio, analizzati con lo strumento NIR, per conoscerne la composizione in termini di sostanza secca (SS), proteine grezze (PG), fibra neutro-detersa e acido detersa (NDF e ADF) e ceneri. I dati relativi ai concentrati sono stati, invece, ricavati dai relativi cartellini ed elaborati con il software CPMDairy. Dall'ARAL (Associazione Regionale Allevatori della Lombardia) sono stati scaricati i dati produttivi (controlli funzionali). A partire da tali dati elaborati si sono determinati i fabbisogni delle bovine, successivamente confrontati con gli apporti reali delle razioni, in modo da misurarne la correttezza. Si sono calcolati anche i parametri di DE, MNE e autosufficienza alimentare, al fine di valutare l'efficienza e la sostenibilità alimentare dell'azienda.

Dalle analisi alimentari è risultato che i fieni secchi erano di buona qualità, con una sostanza secca media superiore all'88,0% e un tenore proteico medio pari a 12,13 ± 2,50%. Sono emersi campioni un po' carenti sotto questo aspetto e altri nettamente migliori, con un contenuto di proteine che ha raggiunto anche il 16,0% (variabilità dovuta alla composizione specifica del prato polifita di provenienza). Il contenuto in NDF medio (55,0 ± 4,97%) è risultato leggermente inferiore rispetto al dato di riferimento. Per quanto riguarda i foraggi insilati, anche questi si sono mostrati di buona qualità se comparati ai dati di riferimento, con una sostanza secca media pari al 30,0 ± 5,66%, proteine grezze medie pari all'8,50 ± 1,66% e NDF del 49,7 ± 6,51%.

Dall'elaborazione dati dei controlli funzionali, l'azienda A si è rivelata la più produttiva, con 29,8 ± 2,39 kg/d di latte prodotto, contro i 27,8 ± 2,27kg/d dell'azienda G e 28,1 ±1,89 kg/d per la V. Per quanto riguarda la qualità del latte, l'azienda più performante è risultata essere l'azienda G, con un tenore lipidico pari al 4,10 ± 0,25% e proteico pari al 3,71 ± 0,12%; l'azienda V non si è allontanata da questi valori, con un contenuto in grasso nel latte del 4,06 ± 0,29% e in proteine del 3,63 ± 0,11%. Nonostante la gestione avanzata, l'azienda A, invece, è risultata leggermente carente da un punto di vista qualitativo, soprattutto nel tenore lipidico del latte (3,86 ± 0,16% di grasso e 3,75 ± 0,19% di proteine). Tali risultati sono anomali se si considera la tendenza della razza Bruna a produrre un quantitativo di latte minore, ma di maggior qualità rispetto alla razza Frisona. È possibile spiegare questa situazione proprio a partire dall'analisi delle razioni proposta. Osservando i parametri di DE e MNE medi, l'allevamento A è risultato più efficiente (DE=1,24; MNE=25,3%), con valori leggermente inferiori rispetto alla media nazionale (DE=1,30; MNE=28,0%), e fabbisogni quasi perfettamente soddisfatti (con qualche surplus). Le altre due hanno mostrato una situazione completamente diversa: V ha raggiunto valori molto elevati (DE>1,40; MNE>33,5%), ma le razioni sono risultate estremamente carenti sotto ogni punto di

vista, con conseguenti problemi produttivi e metabolici nelle bovine; l'azienda G, invece, con molti surplus nella dieta, ha ottenuto valori nettamente inferiori rispetto alla media, con una DE media pari a 0,85 e una MNE media del 23,3%. Per quanto riguarda l'autosufficienza alimentare, l'azienda più efficiente è stata la V (autosufficienza oltre il 50%), in quanto è completamente autosufficiente nella produzione di foraggi secchi e gran parte degli insilati, con una percentuale di concentrati (interamente acquistati) nella dieta minore rispetto alle altre. Al contrario, l'azienda G, con un valore del 16%, è risultata particolarmente penalizzata, soprattutto dalla sua posizione in alta montagna e la conseguente limitata disponibilità di terreni facilmente coltivabili.

Si può concludere che le aziende di media-grande entità, grazie alle nuove tecnologie ed una gestione all'avanguardia, sono più performanti, rispetto a piccole aziende di alta montagna, sempre più in difficoltà.

Si può affermare, infine, che ognuna di queste aziende presenta ampi margini di miglioramento, attuabili a partire da una miglior gestione alimentare.

INDICE

1. INTRODUZIONE 6

1.1 QUADRO GENERALE SULLA ZOOTECNIA LOMBARDA E MONTANA 6
1.2 RAZZE BOVINE MONTANE 8
1.3 DIGESTIONE DEI RUMINANTI E DEI BOVINI 10
1.4 ALIMENTAZIONE E FABBISOGNI DI UNA BOVINA DA LATTE 12
1.5 TIPOLOGIE DI FORAGGI 14
1.6 METODI DI CONSERVAZIONE DEI FORAGGI 16
1.7 QUALITÀ E COMPOSIZIONE DEGLI ALIMENTI 17
1.8 EFFICIENZA E SOSTENIBILITÀ ALIMENTARE DELLE BOVINE DA LATTE 19
1.9 COMPOSIZIONE CHIMICA E QUALITÀ DEL LATTE 24
1.10 INFLUENZA METEOROLOGICA 26

2. SCOPO DELLA RICERCA 28

3. MATERIALI E METODI 29

3.1 PRESENTAZIONE DELLE AZIENDE 29
3.2 ANALISI METEOROLOGICHE 30
3.3 CAMPIONAMENTO ALIMENTI 30
3.4 ANALISI DEI FORAGGI 32
3.5 ANALISI PRODUTTIVE 33
3.6 CALCOLO DEI FABBISOGNI 34
3.7 VALUTAZIONE DELLE RAZIONI E DELL'EFFICIENZA 36

4. RISULTATI E DISCUSSIONI 38

4.1 ANALISI METEOROLOGICHE 38
4.2 ANALISI DEGLI ALIMENTI 46
4.3 ANALISI PRODUTTIVE 58
4.4 CALCOLO DEI FABBISOGNI 74
4.5 VALUTAZIONE DELLE RAZIONI 83

5. CONCLUSIONI 103

6. BIBLIOGRAFIA 105

7. RINGRAZIAMENTI 110

1. INTRODUZIONE

1.1 Quadro generale sulla zootecnia lombarda e montana

La zootecnia è la scienza che si occupa dello studio degli animali domestici e delle tecniche della relativa gestione. Considerata un'attività di trasformazione dei principi nutritivi vegetali in prodotti animali, Il fine ultimo di questa disciplina è, infatti, quello di trarre il massimo tornaconto dagli animali allevati, attraverso il miglioramento genetico e gestionale di allevamenti e filiere produttive (Accomando, 2016).

La regione Lombardia occupa una superficie di 23.863 km², e si sviluppa per il 47% in pianura, 40% montagna, mentre la parte restante è collinare (ISTAT, 2023). Se il rapporto tra pianura e montagna è abbastanza equo, lo stesso non si può dire della popolazione lombarda, la quale risiede in gran parte nelle zone pianeggianti e solo il 10% circa è stanziata in montagna (Regione Lombardia, 2018). La maggior parte della popolazione montana si concentra nei fondivalle, allontanandosi sempre più da versanti e aree in quota; conseguente a questi spostamenti, vi è l'abbandono dell'attività agricola in questi territori, che possono essere considerati più disagiati, con conseguente diminuzione della salvaguardia e del mantenimento del territorio (Rabai e Lugoboni, 2010).

L'agricoltura si distribuisce in maniera uniforme su tutto il territorio regionale. Nelle zone montane molte pratiche agricole sono di difficile attuazione; dunque, il settore zootecnico si è rivelato il metodo più efficace per uno sfruttamento razionale del territorio, in grado di conciliare la salvaguardia dell'ambiente con le esigenze economiche. La zootecnia è, di conseguenza, l'attività principale, con particolare attenzione ad allevamenti di vacche di latte (Gusmeroli, 2002). Dei 4.450 allevamenti montani, il 63% circa è ad attitudine alla produzione lattiero-casearia e, con due milioni di tonnellate di latte all'anno, copre il 5% della produzione complessiva lombarda. Si stima che il 40-50% sia destinato alla caseificazione presso l'allevamento produttore, mentre un 20-30% presso caseifici industriali; la quota restante è destinata a una consumazione tal quale (Rabai e Lugoboni, 2010). La zootecnia montana sta attraversando un momento di crisi dovuto a elevati costi delle materie prime e mancata valorizzazione dei prodotti locali. In generale, soprattutto per le aziende a conduzione familiare, emerge la difficoltà a generare un reddito sufficiente al sostentamento di un'intera famiglia (Confai Bergamo, 2022).

Per far fronte al progressivo sviluppo dei grandi allevamenti di pianura che possono contare su elevati numeri di capi e produzioni, anche molte aziende montane stanno

effettuando scelte gestionali sempre più indirizzate verso l'intensivo (Cozzi et al, 2006): aumenta così il carico di bestiame sulle superfici agricole dei fondivalle, con conseguenti problemi di tipo ambientale; densità di allevamento più elevate, infatti, comportano un aumento del rischio di inquinamento dovuto all'accumulo di nutrienti nel suolo (Penati et al, 2008). Si punta, inoltre, al miglioramento genetico, selezionando razze ad elevata specializzazione produttiva, con conseguenti modifiche importanti sotto vari aspetti, primo tra tutti quello alimentare. Per sostenere produzioni più elevate , infatti, è necessario muoversi verso un'alimentazione di precisione, con razioni perfettamente calibrate e integrate con prodotti extra-aziendali, sempre più lontane dal sistema tradizionale che prevedeva la quasi totale somministrazione di foraggi autoprodotti (Cozzi et al, 2006). Tutti questi fattori concorrono all'aumento del fenomeno di abbandono dei pascoli e delle malghe in alta quota e alla concentrazione degli allevamenti nelle aree di fondovalle, come accennato in precedenza. Questa problematica, unitamente all'urbanizzazione e allo sviluppo del settore terziario e dell'industria, con la crescente necessità di nuove infrastrutture (agricole e non) ha portato ad un consumo di suoli agricoli nei fondivalle alpini (Gusmeroli et al, 2006).

Per concludere, questo scenario desta preoccupazioni a livello economico, sociale e ambientale. L'abbandono della monticazione nei mesi estivi comporta una perdita di tradizioni e cultura, nonché attrazioni turistiche; insieme all'intensivizzazione, inoltre, delinea la perdita di suoli agricoli, dunque risorse foraggere locali, costringendo gli allevatori all'acquisto di materie prime, con conseguente riduzione dell'autosufficienza alimentare e il peggioramento del bilancio aziendale e ambientale (per l'accumulo di nutrienti, già diverse volte citato).

1.2 Razze bovine montane

Le razze bovine principalmente allevate nelle zone montane della Lombardia sono la Bruna, la Frisona Italiana e gli incroci di meticcia (Tabella 1.1).

RAZZA	1 - DA 0 A 6 MESI	2 - DA 6 A 12 MESI	3 - DA 12 A 24 MESI	4 - OLTRE 24 MESI	**Totale**
BRUNA	1.306	1.083	2.009	8.363	**12.761**
METICCIO/INCROCIO	2.025	1.137	1.682	5.286	**10.130**
FRISONA	591	507	1.037	3.612	**5.747**
ALTRE RAZZE PEZZATE ROSSE	151	99	203	1.477	**1.930**
PEZZATA ROSSA ITALIANA SIMMENTAL	148	101	243	1.384	**1.876**
GRIGIA ALPINA	95	64	83	573	**815**
ALTRE RAZZE PEZZATE NERE	63	75	117	476	**731**
PIEMONTESE	85	58	80	229	**452**
ANGUS	77	65	73	189	**404**
HIGHLAND	36	20	51	158	**265**
JERSEY	24	22	34	99	**179**
LIMOUSINE	19	16	44	75	**154**
PINZGAUER	3	2	5	56	**66**
VALDOSTANA PEZZATA ROSSA	8	3	2	21	**34**
AUBRAC	3	4	3	10	**20**
CHAROLAIS	1	1	7	11	**20**
RENDENA	3		1	15	**19**
GALLOWAY			4	11	**15**
BRUNA ALPINA				13	**13**
PEZZATA ROSSA D'OROPA	1		2	8	**11**
VALDOSTANA PEZZATA NERA	3	1	2	4	**10**
BLONDE D'AQUITAINE/GARONNESE		1	5	3	**9**
BLU BELGA				8	**8**
Totale	**4.644**	**3.261**	**5.689**	**22.097**	**35.691**

Tabella 1. Numero di capi per razza nelle zone montane della Lombardia. Fonte: Sistema Informativo Veterinario, 2023.

1.2.1 Bruna Alpina

La razza Bruna è attualmente diffusa in tutt'Italia, nonché in tutt'Europa, in Africa e in America. Si ritiene che la vacca Bruna derivi da un bovino originario del Caucaso, poi diffuso in Asia Minore e in Europa Centrale (Bigi e Zanon, 2008). Allevata in Svizzera sin dall'antichità, la Bruna (detta all'epoca Alpina) ha mostrato grandi capacità di adattamento grazie alla selezione, espandendosi oltre il territorio d'origine. La Bruna Alpina, introdotta in Italia verso la metà dell'Ottocento, a partire dalle regioni alpine, poi diffusa in tutta la Pianura Padana, deriva dall'incrocio della Bruna di Schwyz, autoctona della Svizzera Centrale, con esemplari austriaci e americani (Brown Swiss) (Bigi e Zanon, 2008). Con il passare degli anni, la selezione ha portato a quella che può essere definita una naturalizzazione della razza autoctona svizzera, al punto da introdurre la nomenclatura corretta "Bruna Italiana"; alla fine del Novecento viene abbandonata

l'espressione "Alpina" a sottolinearne la grande capacità di adattamento a tutti gli ambienti (Bigi e Zanon, 2008).

Fino al 1950 la Bruna Italiana, con 1'900'000 capi, era la razza bovina più diffusa in Italia, grazie alla sua, dapprima triplice attitudine (produzione di latte e carne e lavoro), poi duplice (produzione di latte e carne). Questo problema, unitamente alla scarsità di tori in grado di trasmettere l'attitudine lattifera, la porterà ad essere sostituita sempre più dalla razza Frisona. Attualmente il patrimonio nazionale è sceso a 118'234 capi, il 75% dei quali in lattazione; il 7,3% è destinato alla produzione di carne, mentre i capi rimanenti sono a prevalente attitudine al latte. La regione Lombardia conta 27'776 capi di razza Bruna, il 25% dei quali si concentra nella provincia di Bergamo (Sistema Informativo Veterinario, 2023).

Dal mantello bruno e uniforme, queste bovine presentano linee fini ed eleganti, soprattutto nei tratti del capo. La mammella è estesa in avanti, con quarti regolari ben separati dal legamento sospensorio mediano. I capezzoli risultano uniformi e perpendicolari, con un forte sfintere, delle dimensioni ideali per la mungitura. Carattere distintivo e importante di questa razza è la produzione: con il 3,61% di proteine e 4,05% di grasso, il latte della Bruna Italiana spicca in termini qualitativi (AIA, 2022). Anche per questo motivo, oggi la Bruna Italiana è stata selezionata per favorire la produzione di latte a quella delle carne, garantendo un maggior riscontro economico che si stava perdendo con la duplice attitudine. Caratterizzata da elevata adattabilità, la razza viene sempre più inserita in molti allevamenti ad alta produzione lattifera, così da aumentare le percentuali in grasso e proteine del latte di massa. Nonostante ciò, mantiene una buona attitudine anche alla produzione di carne, con una resa intorno al 56-59% (Bigi e Zanon, 2008).

1.2.2 Frisona Italiana

Diffusa in tutto il nostro Paese, la Frisona Italiana è una razza non autoctona. Originaria dell'Olanda (dalla regione Frisia), è stata importata in Emilia-Romagna nella seconda metà dell'Ottocento (Bigi e Zanon, 2008). Si tratta di una razza particolarmente delicata, tanto che non riuscì ad affermarsi fino al secondo dopoguerra, a causa delle scarse condizioni igieniche e le disponibilità alimentari. Il miglioramento di questi aspetti, uniti alla selezione che è avvenuta negli Stati Uniti (tra il 1800 ed il 1900) (Holstein Friesian), ha favorito un grande incremento di tale razza, fino al superamento della Bruna in termini

di produzione di latte. Già nella metà del Novecento la popolazione stimata in Italia era pari a 1'361’00 capi (Bigi e Zanon, 2008). Ad oggi se ne contano 2'303'461 capi in tutt’Italia, 1'152'634 dei quali sono allevati in Lombardia. L’86,5% è destinato alla produzione di latte, mentre solo il 7,9% alla carne. Tali numeri trovano spiegazione nei caratteri principali di queste bovine, quali la morfologia e la produttività (Sistema Informativo Veterinario, 2023). La provincia di Bergamo ospita il 6,7% delle bovine di razza Frisona Italiana.

Dal mantello pezzato nero o pezzato rosso (variante ricercata negli ultimi anni), presentano linee molto fini, con la groppa lunga e larga; il petto forte e ampio contribuisce ad aumentare la cavità toracica, caratteristica fondamentale per favorire una miglior ingestione. La mammella anteriore è lunga, con profilo inferiore quasi rettilineo e quello laterale leggermente arrotondato; quella posteriore si presenta molto ampia, con un profilo leggermente sporgente e un’alta attaccatura. Come per la razza precedente, i capezzoli sono lunghi e cilindrici, con un forte sfintere, importante per la prevenzione alle mastiti (Bigi e Zanon, 2008).

Come anticipato, questa razza presenta spiccata attitudine lattifera. I valori leggermente più bassi di grasso e proteine rispetto alla Bruna Italiana (rispettivamente 3,88% e 3,34% nel 2022) sono tollerati grazie all’elevata produttività della Frisona, ad oggi la razza più produttiva con 10'891 kg di latte a lattazione, contro i 7'585 kg della Bruna (AIA, 2022). Nonostante le rese al macello non siano molto elevate a causa della conformazione di questi animali, i vitelli di razza Frisona vengono utilizzati per la produzione di carne bianca; in quest’ottica, si sta diffondendo sempre di più l’incrocio con tori da carne, in modo da aumentare la resa (Bigi e Zanon, 2008).

1.3 Digestione dei ruminanti e dei bovini

La digestione ha l’obiettivo di ridurre le macromolecole presenti negli alimenti ingeriti in composti semplici, più facilmente assimilabili dall’apparato digerente. È un insieme di processi meccanici (masticazione e sminuzzamento dell’alimento), chimici e microbici (De Angelis, 2020).

L’apparato digerente dei ruminanti è molto complesso e si compone di uno stomaco vero e proprio, detto abomaso, e tre prestomaci: rumine, reticolo e omaso. Il più grande è il rumine, in grado di ospitare una grande quantità di microrganismi che fermentano

l'alimento ingerito prima che arrivi nell'abomaso (De Angelis, 2020). I prodotti di queste fermentazioni sono fondamentali per la bovina, in quanto rappresentano importanti fonti nutritive (acidi grassi volatili, assorbiti a livello ruminale, e aminoacidi essenziali, assorbiti a livello intestinale). Processo importante per la digestione è la ruminazione: dopo averlo ingerito una prima volta, l'animale rigurgita il bolo alimentare e lo riporta alla bocca per una seconda masticazione prolungata. In questo modo l'alimento viene sminuzzato ulteriormente e favorisce le successive fermentazioni ruminali, nonché la salivazione (De Angelis, 2020). L'alimento sminuzzato, infatti, è più facilmente degradabile dai microrganismi ruminali in quanto la superficie di attacco è maggiore. La saliva, invece, è essenziale per mantenere un pH ruminale con valori stabili tra 6 e 7. Senza la saliva (di natura alcalina), la produzione di acidi grassi volatili (AGV) andrebbe ad abbassare notevolmente il pH, creando un ambiente ruminale inospitale per alcuni microrganismi (De Angelis, 2020).

Il rumine ospita quella che viene definita micropopolazione ruminale, costituita da una notevole quantità di batteri, protozoi e funghi. I batteri ruminali sono in grado di degradare gli alimenti ingeriti, in particolare sono importanti per l'idrolisi dei componenti della parete vegetale (altrimenti indigeribili). In base alle molecole che attaccano (da cui dipende la velocità di degradazione, come mostrato in figura 1.1), i batteri si distinguono in cellulosolitici, amilolitici e fermentatori di zuccheri semplici. L'obiettivo comune è quello di ridurre le macromolecole a composti più semplici, utilizzabili come fonte di energia dai microrganismi stessi. I prodotti di scarto delle fermentazioni dei carboidrati sono gli acidi grassi volatili (acetico, propionico e butirrico), che vengono assorbiti dalla parete ruminale e rappresentano un'importante fonte di energia; ognuno è poi destinato a specifiche funzioni, ad esempio l'acetato è un precursore per la sintesi degli acidi grassi nel latte (De Angelis, 2020). Particolare attenzione deve essere posta alla concentrazione di questi composti nel rumine, in quanto influenzano notevolmente il pH: la prevalenza di un acido più forte come il butirrico va ad abbassare il pH, inibendo l'azione dei cellulosolitici e l'assorbimento da parte della parete ruminale. A tal proposito, è opportuno bilanciare la dieta, favorendo lo sviluppo corretto della flora ruminale, cercando di mantenere un rapporto acetato-propionato intorno a 3 (De Angelis, 2020).

La degradazione delle proteine (ovvero delle sostanze azotate) avviene ad opera di proteasi batteriche, che le riducono a peptidi e amminoacidi. Anche per quanto riguarda

le proteine alimentari, i tempi di fermentazione sono diversi e le curve sono sovrapponibili a quelle dei carboidrati, dipendenti dalle velocità con cui vengono utilizzate dai microrganismi ruminali (Figura 1.1). Una parte delle sostanze azotate ingerite è degradabile ad amminoacidi o ammoniaca, usati come base di partenza per la neo-sintesi delle proteine batteriche ruminali e la produzione di neo aminoacidi essenziali. Queste proteine sono poi digerite a livello dello stomaco vero e dell'intestino, producendo singoli aminoacidi, che, assorbiti e trasportati dal sangue, vengono utilizzati dalla bovina per la costruzione di nuove proteine nel latte e nella carne (oppure catabolizzate a livello del fegato e scaricate, sottoforma di urea, nel sangue, poi nelle urine). Le sostanze azotate che non vengono ridotte ad amminoacidi sono dette indigeribili e sono espulse con le feci. Dei dieci amminoacidi essenziali di cui necessita, la bovina non è in grado di costruirne nessuno e derivano quindi dalla proteina microbica e, in piccola parte, dalle proteine non degradabili ma digeribili a livello intestinale (alimentari).

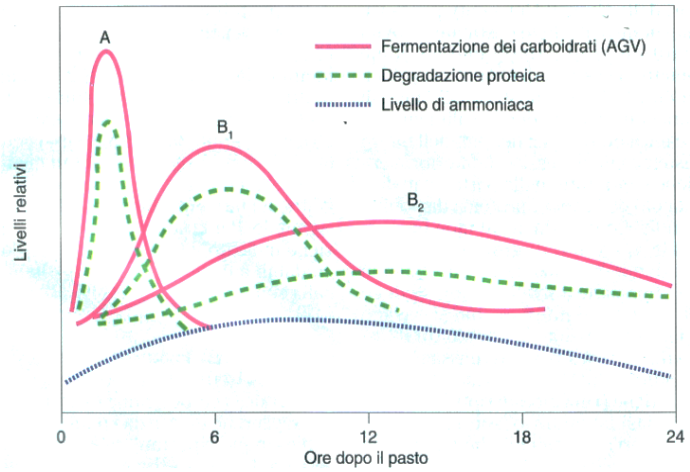

Figura 1.1 – Relazione tra le frazioni a differente degradabilità ruminale di carboidrati e proteine.

Fonte: Van Soest, 1992.

1.4 Alimentazione e fabbisogni di una bovina da latte

La razione di una bovina da latte in produzione deve essere quindi costruita sulla base dei nutrienti richiesti dalla ghiandola mammaria per la produzione di latte: acqua, proteine (in particolare amminoacidi), carboidrati, grassi, minerali e vitamine.

Nel corso della lattazione, i fabbisogni delle bovine variano e anche la razione dovrebbe essere adattata, al fine di garantire un equilibrio tra l'energia ingerita e quella consumata. Tracciando le cosiddette curve di lattazione, che riportano le relazioni tra ingestione di

sostanza secca, quantità di latte prodotto e peso vivo rapportati alle settimane di lattazione (Figura 1.2), è possibile identificare tre fasi principali: inizio, picco e fine lattazione.

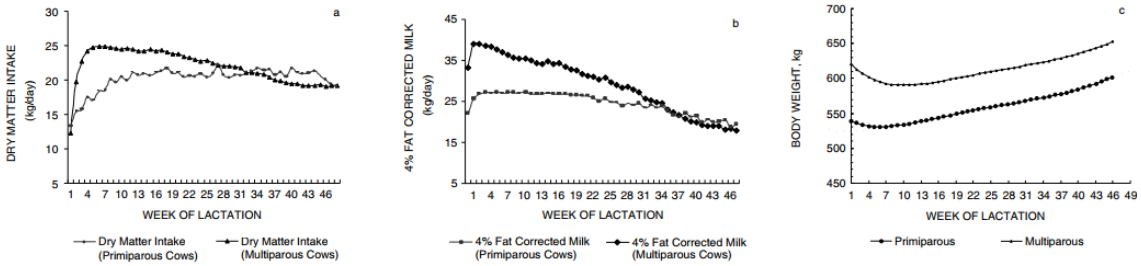

Figura 1.2 - Curve di lattazione di bovine primipare e pluripare: ingestione di sostanza secca giornaliera (a), latte prodotto giornalmente corretto al 4% di grasso (b), peso corporeo (c) in relazione alle settimane di lattazione. Fonte: Nutrient requirements of dairy cattle, 2001.

La prima fase è quella più critica, soprattutto i primi 10-12 giorni seguenti il parto, in quanto la bovina necessita di molta energia per il pieno recupero funzionale (Crovetto, 2020). In questo periodo l'apparato digerente risulta influenzato dal periodo di asciutta, quando l'animale necessita di una minor energia (assume una minor quantità di alimenti) e l'addome è occupato dal feto; il rumine non è ancora pronto, deve dilatarsi, per poi raggiungere la capacità massima. La bovina, per sopperire alla mancanza di energia che non assume con l'alimentazione, sfrutta parte del grasso corporeo immagazzinato nei mesi precedenti, andando incontro ad una diminuzione del peso. Fino alle 12-14 settimane successive, la razione deve essere costruita per garantire la produzione di latte e limitare la mobilitazione delle riserve corporee, favorendo la ripresa dell'attività riproduttiva (Crovetto, 2020).

Raggiunto il picco di produttività, anche l'ingestione di sostanza secca sarà massima, in quanto l'animale ha bisogno di una maggior quantità di energia, per sostenere la produzione. A questo punto si registra una progressiva diminuzione della produzione di latte, più rapida rispetto alla diminuzione dell'ingestione, come è possibile osservare nella figura 1.2, determinando un aumento del peso corporeo. Questo fenomeno è fondamentale per far tornare la bovina alla situazione di partenza, dal momento che nelle prime fasi della lattazione successiva subirà nuovamente un calo nel peso corporeo (Crovetto, 2020).

È necessario che tutte queste condizioni vengano rispettate al fine di garantire il benessere dell'animale e un corretto sviluppo del feto, senza incorrere in eventuali problematiche.

Per favorire una dieta bilanciata lungo tutto il periodo di lattazione, le vacche dovrebbero essere separate in diversi gruppi, in funzione dello stadio di lattazione, nonché del numero di parto e del livello produttivo. Quest'organizzazione è più facile da realizzare nel caso di aziende con un numero elevato di capi; in altri casi, si costruiscono razioni medie in grado di soddisfare i fabbisogni di tutta la mandria.

Oltre alla quantità, è fondamentale anche la composizione della razione. Rilevante è il contenuto in parete vegetale, misurato come fibra neutro detersa (NDF), che costituisce l'ingombro della razione nel rumine, influenzando l'ingestione della bovina (Crovetto, 2020). È importante regolare la quantità e la struttura della fibra somministrata, in modo tale che sia più facilmente degradabile. Oltre all'NDF, bisogna prestare attenzione al tenore di carboidrati non strutturali (NFC), cioè i carboidrati più facilmente e velocemente degradabili, come l'amido. Essendo facilmente degradabili, costituiscono una fonte di energia velocemente disponibile per la bovina (figura 1.1), a differenza dei componenti fibrosi, che necessitano di processi di degradazione più lenti e complessi. Per favorire un corretto funzionamento dell'ecosistema ruminale, sarebbe bene mantenere un rapporto NDF/amido pari a 0,9, e sarebbe opportuno, inoltre, somministrare almeno il 30% di NDF nella razione (Crovetto, 2020).

Per quanto riguarda la componente proteica, è importante che non sia troppo elevata, in quanto andrebbe a compromettere l'efficienza di utilizzazione dell'azoto. La bovina, infatti, trae circa il 60%-70% di proteine dai microrganismi ruminali, mentre solo un 30-40% dall'alimentazione (Crovetto, 2020).

1.5 Tipologie di foraggi

Con il termine foraggi si intendono gli alimenti destinati al bestiame domestico; costituiti da piante intere, possono essere somministrati freschi o previa conservazione. Frutti e semi, se raccolti con la parte vegetativa, formano il foraggio; se invece, sono raccolti separatamente, a maturazione completa, forniscono granelle, quindi concentrati (Pacchioli e Fattori, 2014).

Per tipologie di foraggio, si intendono le diverse famiglie e specie foraggere.

1.5.1 Prato stabile

Il prato stabile (o permanente) è chiamato così perché presenta un cotico stabile e naturale; non subiscono modifiche rilevanti da parecchio tempo e le essenze che lo compongono sono influenzate dalle condizioni pedoclimatiche e dalle tecniche di gestione. Solitamente concimato con fertilizzanti organici, un prato polifita fornisce un foraggio nutriente, caratterizzato da una composizione equilibrata (Pacchioli e Fattori, 2014). Il prato stabile è in genere composto non solo da diverse specie, ma anche da molteplici famiglie; tra le più comuni si trovano Graminacee e Leguminose, con Composite, Labiate e Crucifere presenti in minor quantità, a seconda delle condizioni climatico-ambientali.

Il foraggio da prato stabile può essere somministrato fresco, insilato o essiccato, con una preferenza per quest'ultimo metodo (Cevolani, 2005). Il processo di fienagione e essicamento, infatti, favorisce la degradazione di particolari sostanze presenti in alcune essenze, altrimenti tossiche (o comunque sgradevoli) per il bestiame (Pacchioli e Fattori, 2014).

1.5.2 Mais

Il mais *(Zea mays* L.) è uno dei cereali coltivati più importanti al mondo e rappresenta la principale coltura nelle aziende zootecniche che utilizzano foraggi insilati o farine di cereali. Questa pianta può essere utilizzata per l'alimentazione di ruminanti e monogastrici, a seconda delle parti che si considerano e i loro metodi di conservazione. In particolare, per i bovini, si consuma la pianta intera trinciata e insilata (silomais), mentre per i monogastrici si utilizza la granella (insilata o essiccata). In base alle condizioni pedoclimatiche, il mais si può coltivare in successione ad altri cereali autunno-vernini. Lo sfalcio può essere eseguito a diversi stadi di maturazione, a seconda del risultato che si vuole ottenere. Tra i vantaggi del mais si trovano la grande resa per ettaro e la possibilità di coltivarlo in successione ad altri cereali autunno-vernini, come il frumento o l'orzo. Questa coltura deve essere opportunatamente conservata, al fine da inibire le fermentazioni e impedire la formazione di muffe (Pacchioli e Fattori, 2014).

1.6 Metodi di conservazione dei foraggi

I foraggi possono essere somministrati freschi immediatamente dopo la raccolta o conservati per un successivo e più costante utilizzo durante l'anno. In tal modo, si garantisce la disponibilità di foraggi lungo tutto l'anno. Esistono diversi metodi di conservazione dei foraggi, che ne influenzano le lavorazioni e le proprietà nutritive del prodotto finale (Pacchioli e Fattori, 2014).

1.6.1 Fienagione

La conservazione a secco dei foraggi prevede un processo di fienagione, grazie al quale si sottrae gran parte dell'acqua ai vegetali. La fienagione prevede lo sfalcio e la lavorazione in campo, fino a parziale o completo essicamento, poi raccolta e trasporto. Durante questo periodo, che varia dai due ai tre giorni, si verificano notevoli perdite nutrizionali dovute alla respirazione della pianta in seguito allo sfalcio (6-8 %), interventi meccanici di lavorazione (5-15% nelle graminacee; anche 35% nelle leguminose, che perdono più facilmente le foglie a causa del picciolo fragile) eventuale dilavamento in caso di pioggia (fino al 40 %, se le piogge colpiscono il foraggio quasi secco) e processi di fermentazione successivi alla raccolta (Pacchioli e Fattori, 2014). Queste perdite sono maggiori, tanto più il foraggio rimane in campo e possono raggiungere anche valori molto elevati. È necessario, dunque, prestare attenzione alla scelta dei metodi di lavorazione e conservazione, al fine di ridurre al minimo le perdite. Un metodo efficace, ad esempio, è la fienagione in due tempi, che prevede un pre-essicamento in campo e la raccolta del foraggio ancora umido, che verrà posto in appositi essiccatoi per il completamento dell'operazione (Pacchioli e Fattori, 2014).

1.6.2 Insilamento

L'insilamento è una tecnica molto utilizzata, basata su reazioni di acidificazione ad opera di batteri lattici in grado di fermentare gli zuccheri della biomassa, con produzione di acido lattico. La primaria condizione richiesta perché questi batteri inizino la propria attività è l'anaerobiosi che, insieme ai bassi valori di pH dovuti alla produzione di acido lattico, crea un ambiente inospitale per microrganismi dannosi, quali i proteolitici e le muffe. Questa tecnica è utilizzata soprattutto per il mais a maturazione cerosa e altre colture cerealicole come sorgo, triticale, frumento e orzo. Al fine da ridurre le perdite in

campo, questo metodo di conservazione è utilizzato anche per altre colture, quali loiessa e erba medica (Pacchioli e Fattori, 2014).

1.7 Qualità e composizione degli alimenti

Quando si parla di composizione degli alimenti, si possono distinguere due macro-componenti: acqua e sostanza secca. Quest'ultima comprende sostanza organica (ovvero tutti i componenti organici delle cellule, che si caratterizzano per presenza di carbonio, idrogeno, ossigeno, azoto ed elementi minori) e sostanza inorganica, ovvero minerali (stimata come ceneri). La sostanza organica è quindi composta da sostanze azotate (proteiche e non), carboidrati, lipidi, composti fenolici e vitamine (idrosolubili e liposolubili, che vengono assunte se ci sono grassi).

1.8.1 Acqua

Come per la maggior parte degli esseri viventi, anche per i bovini da latte l'acqua è il nutriente fondamentale. Il fabbisogno idrico giornaliero di una bovina da latte con produzione media pari a 30 kg di latte al giorno è di 100 L. Tale valore trova giustificazione nel fatto che, con la produzione di latte, la bovina perde circa il 30% di acqua (considerando una produzione media di 33kg/d) (Crovetto, 2020). Questa necessità è fortemente influenzata dalle condizioni ambientali, soprattutto di temperatura e umidità (THI). La maggior parte di quest'acqua è assunta come acqua libera e dagli alimenti, specialmente foraggi freschi o insilati; in piccole percentuali si parla di acqua metabolica, cioè derivante dal metabolismo dei nutrienti. Con diete costituite dal 30% di sostanza secca l'ingestione di acqua libera diminuisce del 30% e, per le vacche al pascolo, cala anche del 40% (Crovetto, 2020). È importante non solo che le bovine abbiano sempre acqua a disposizione, ma anche che quest'acqua sia pura. Contrariamente a quanto si possa pensare, infatti, l'acqua contaminata da batteri, minerali o altre sostanze tossiche può compromettere il benessere e la produzione delle bovine (Erickson e Kalscheur, 2020).

1.8.2 Ceneri

Con il termine ceneri si intende la sostanza inorganica, ovvero i minerali contenuti negli alimenti. Si possono distinguere i macro-minerali, quali calcio, fosforo, potassio,

magnesio, sodio, cloro e zolfo; e i micro-minerali, presenti in tracce e meno richiesti dalla bovina (Erickson e Kalscheur, 2020).

1.8.3 Proteine

Generalmente le proteine sono misurate come proteine grezze (PG): l'insieme delle proteine vere e proprie e altri composti contenenti azoto. Non è necessario misurare il quantitativo di ogni singola proteina, ma basta analizzare l'azoto. Si considera quindi, la percentuale di azoto contenuta in un alimento, moltiplicata per 6,25 (poiché le proteine contengono un valore di azoto abbastanza costante, pari al 16% del peso molecolare medio degli aminoacidi). Tra gli altri composti che contengono azoto ci sono amminoacidi liberi, acidi nucleici, azoto ammoniacale e altri composti di azoto non proteico (NPN).

Le proteine si distinguono in due grandi gruppi: proteine digeribili intestinali (PDI) e proteine indegradabili ma digeribili. Queste ultime non sono soggette a degradazione ruminale e vengono espulse con le feci indigerite. Le PDI sono estremamente importanti perché, una volta raggiunto il rumine, vengono attaccate e degradate dai microrganismi ruminali al fine di costruire nuovi amminoacidi essenziali di cui la bovina necessita (Erickson e Kalscheur, 2020).

1.8.4 Carboidrati

I carboidrati sono tra i componenti principali nella dieta di un ruminante; in particolare, si trovano la cellulosa e l'amido, che si differenziano tra loro per il tipo di legame tra le molecole di glucosio. Si possono dividere in due grandi gruppi: carboidrati strutturali, che comprendono cellulosa, emicellulosa e lignina (NDF); e carboidrati non strutturali (NSC) come amido e zuccheri semplici. I carboidrati strutturali sono quelli contenuti nella parete vegetale; vengono stimati analiticamente sottoforma di NDF, ADF e ADL. La fibra neutro-detersa (NDF) è la prima frazione, comprende buona parte dei componenti chimici di cui è composta la parete vegetale; prende il nome dal processo di laboratorio che si effettua per l'estrazione (immersione del campione in una soluzione neutro detergente) ed è il valore che si avvicina maggiormente al reale contenuto di parete vegetale). La fibra acido detersa (ADL) si ottiene immergendo il campione in una soluzione blandamente acida, che permette l'esclusione delle emicellulose; la differenza tra NDF e ADL è utile

al fine di definire il contenuto di emicellulose, più degradabili a livello ruminale. La lignina acido detersa (ADL) esclude anche le proteine incastrate nella parete vegetale.
Per quanto riguarda i carboidrati non strutturali, sono costituiti principalmente da amido (Erickson e Kalscheur, 2020).

1.8.5 Lipidi

I lipidi si distinguono in gliceridi e non-gliceridi. I primi rappresentano un elevato valore nutritivo per la bovina e comprendono trigliceridi, fosfolipidi e glicolipidi; i secondi includono cere e steroli e non rappresentano un valore nutritivo. È più opportuno parlare di estratto etereo, in quanto per lipidi si considera tutto ciò che viene disciolto in una soluzione di etere di petrolio (Erickson e Kalscheur, 2020).

1.8 Efficienza e sostenibilità alimentare delle bovine da latte

Il monitoraggio dell'efficienza e della sostenibilità di un allevamento è fondamentale perché permette di effettuare scelte più consapevoli e, di conseguenza, migliorare la gestione dell'attività. Al fine di declinare i concetti di efficienza e sostenibilità nella pratica, è necessario capire, in termini più ampi, il significato di queste parole. In termini generali, infatti, la sostenibilità è indice della capacità degli operatori di sfruttare le risorse naturali senza comprometterne l'uso futuro (Francesia et al, 2008). Quando si parla di efficienza e sostenibilità di un allevamento, bisogna considerare diversi aspetti, strettamente correlati tra loro: alimentazione, bilancio economico e ambiente. In questo elaborato, ci si sofferma solamente sul primo aspetto, che ha un forte impatto soprattutto sul bilancio economico aziendale (Lari et al, 2017).

1.9.1 Dairy Efficiency

Per efficienza alimentare, nota come *Dairy Efficiency* (DE) si intende la capacità delle bovine di trasformare la razione giornaliera in latte prodotto (Lari et al, 2017). Si tratta di un parametro molto importante da considerare in allevamento poiché costituisce un indice della produzione di latte in funzione della sostanza secca ingerita. Una maggior efficienza alimentare corrisponde ad una maggior produzione per unità di sostanza secca ingerita (Maulfair et al, 2011). Il valore ottimale è compreso tra 1,3 e 1,7. Al di sotto del minimo è opportuno effettuare accorgimenti e modifiche della razione; oltre il valore massimo,

bisogna prestare maggior attenzione in quanto c'è il rischio di essere di fronte a sovrastime ed errori di calcolo (Lari et al, 2017).

La DE è influenzata soprattutto dallo stadio e dal numero di lattazione delle vacche (Tabella 1.2): le bovine fresche sono caratterizzate da una capacità d'ingestione superiore dello 0.5% del peso vivo, rispetto a quelle più avanti nella lattazione. Al contrario, le primipare tendono ad avere una DE più bassa, in quanto parte dell'energia ingerita è destinata anche all'accrescimento, oltre che a produzione, riproduzione e mantenimento (Lari et al, 2017). Le bovine che tendono a diminuire di peso manifestano un aumento della DE, in quanto viene destinata maggior energia alla produzione e meno al mantenimento. (Lari et al, 2017). Altro fattore che condiziona il valore di DE è la composizione della razione: se ben calibrata, con una buona percentuale di fibra lunga e strutturata, permette un aumento della DE. I foraggi, infatti, sono la componente della razione che maggiormente influisce sulla digeribilità e sul pH ruminale, dunque sulla popolazione microbica (come riportato nel capitolo 1.4) (Maulfair et al, 2011). Molto importante è il benessere animale in quanto, animali stressati utilizzano una maggiore quota di energia per il mantenimento (Maulfair et al, 2011); se affetti da problemi influenzali e/o metabolici in particolare, devolvono parte della componente amminoacidica assunta con la razione per la produzione di anticorpi (oltre ad avere meno appetito). Bisogna considerare anche le condizioni climatiche, soprattutto le temperature rigide, che obbligano la bovina a destinare una parte di energia per la termoregolazione (Lari et al, 2017).

Gruppi	Giorni di lattazione	Efficienza Alimentare
Un solo gruppo	150-225	1,4-1,6
Primipare	< 90	1,5-1,7
Primipare	> 200	1,2-1,4
Secondipare	< 90	1,6-1,8
Secondipare	> 200	1,3-1,5
Fresche	< 21	1,3-1,6
Gruppo con problemi	150-200	< 1,3

Tabella 1.2 – Efficienza alimentare raccomandata in base al numero e allo stadio di lattazione delle bovine. Fonte: Huntjens, 2005.

L'aumento della *Dairy Efficiency* non è un obiettivo affatto semplice da raggiungere, ma si può operare seguendo due strade principali: mantenere costante la quantità di sostanza

secca somministrata o la produzione di latte. Nel primo caso, l'obiettivo primario è l'aumento della produzione, mentre nel secondo si diminuisce l'ingestione di sostanza secca. Nonostante possa sembrare la scelta più conveniente da un punto di vista economico in quanto, idealmente, favorirebbe l'aumento della produzione, l'aumento dell'ingestione comporterebbe una diminuzione della digeribilità, dunque un abbassamento della DE. La soluzione per perseguire questi obiettivi è una razione ben calibrata e composta da alimenti di qualità. (Maulfair et al, 2011).

1.9.2 Efficienza di utilizzazione dell'azoto

Un altro parametro utile è l'efficienza di utilizzazione dell'azoto da parte delle bovine. Un bilancio accurato dell'utilizzazione dell'azoto è fondamentale per la gestione aziendale, in particolare per l'utilizzo di alimenti extra-aziendali e gli apporti di nutrienti, nonché la gestione dei reflui (Penati et al, 2008). Il fattore che maggiormente influisce sull'efficienza di utilizzazione dell'azoto e di conseguenza sulla sostenibilità ambientale è l'autosufficienza alimentare. Una mancata autonomia alimentare, anzi un elevato valore di input alimentari esterni, corrisponde ad una scarsa efficienza di utilizzazione, dunque un eccesso di nutrienti al campo (Penati et al, 2008).

Uno dei metodi più utilizzati per la valutazione di questo parametro è il rapporto percentuale tra l'azoto contenuto nel latte e quello introdotto con la dieta, che determina l'efficienza di utilizzazione dell'azoto nel latte (MNE) (Foskolos et al, 2017). Diversi studi hanno concluso che il valore medio di MNE è pari a circa 28%; allevamenti ad alta produzione riescono a raggiungere un'efficienza del 38-40%, di poco inferiore al valore massimo teorico stimato, che si aggira intorno al 40-45% (Van Amburgh e Foskolos, 2017). Come per la DE, esistono due modi per migliorare l'MNE: aumentare il quantitativo di azoto nel latte, mantenendo invariata la quantità di azoto ingerito, oppure ridurre la quantità di azoto nella razione e mantenere costante il livello di azoto nel latte. Il primo obiettivo è difficilmente perseguibile nel breve periodo, in quanto la resa annuale della maggior parte delle vacche è abbastanza elevata; nel secondo caso, invece, è possibile ridurre il tenore proteico della razione, senza influenzare la produzione. Spesso, infatti, si tende a somministrare un quantitativo di proteine grezze superiore ai fabbisogni come "fattore di sicurezza" per sopperire alle modifiche del foraggio negli allevamenti con poca attenzione all'aspetto nutrizionale (Satter et al, 2002). Quest'ultima condizione determina, oltre ad un aumento dell'escrezione di azoto e, di conseguenza, problemi di

tipo ambientale, anche una perdita di tipo economico, dovuta all'acquisto di concentrati proteici. Dal momento in cui il fattore limitante per la produzione di latte è l'energia metabolizzabile (quindi l'energia disponibile è minore rispetto all'azoto), l'azoto in eccesso non può essere convertito in proteine del latte (che, invece, mantengono un valore più o meno costante), ma viene escreto con le urine (Figura 1.2) (Foskolos et al, 2017).
Al contrario, se la dieta va a soddisfare precisamente il fabbisogno proteico delle bovine, c'è il rischio di una sottostima. Considerando che la razione è preparata in percentuale sulla sostanza secca e quest'ultima non è costante, l'apporto di proteine totale potrebbe diminuire; il tenore proteico nei foraggi, inoltre, non è stabile, anzi può variare (soprattutto negli insilati, dove è fortemente influenzato dal tempo). C'è, quindi, il rischio di non soddisfare i fabbisogni, con una conseguente riduzione della produzione e, soprattutto, del tenore proteico del latte. A tal proposito sarebbe opportuno effettuare analisi settimanali o bi-settimanali dei foraggi, in modo da poter calibrare al meglio la razione. Come visto per la *dairy efficiency*, anche l'efficienza di utilizzazione dell'azoto migliora con la suddivisione in gruppi della mandria, al fine da formulare diete più bilanciate (Foskolos et al, 2017).

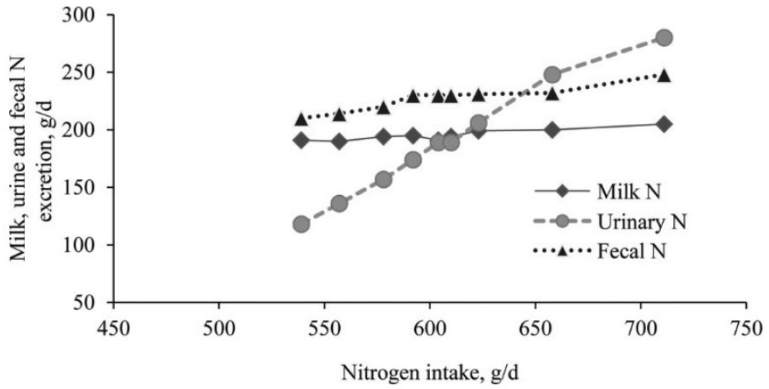

Figura 1.3 – Escrezione di azoto nel latte, nelle feci e nelle urine basata sull'assunzione di azoto di bovine da latte in allattamento in condizioni controllate di energia come primo fattore limitante. Fonte: Van Amburgh et al, 2015.

1.9.3 Autosufficienza alimentare di un allevamento

La sostenibilità aziendale, come già detto, comprende diversi aspetti, tra cui la sostenibilità alimentare. Quest'ultima implica un minor acquisto degli alimenti destinati agli animali e un minor utilizzo di input esterni nell'autoproduzione degli alimenti stessi, favorendo il riutilizzo dei prodotti interni, quali i reflui zootecnici. Ne deriva che

l'autosufficienza alimentare riveste un ruolo di grande importanza per la sostenibilità dell'azienda, soprattutto da un punto di vista economico. Quando si parla di autosufficienza alimentare significa che tutti gli alimenti somministrati agli animali sono prodotti all'interno dell'azienda. È molto difficile, se non impossibile, che un allevamento raggiunga la piena autonomia da questo punto di vista, soprattutto per quanto riguarda gli alimenti ad elevato tenore proteico e, in particolare, i concentrati. Una maggior autosufficienza alimentare comporta numerosi vantaggi. Primo fra tutti permette di rafforzare il legame tra l'allevamento e il territorio, favorendo la valorizzazione del prodotto finale; si vengono così a formare agroecosistemi più sostenibili, all'interno dei quali è possibile sfruttare al meglio le risorse naturali, garantendo anche la chiusura del ciclo dei nutrienti, il che rispetta il naturale equilibrio ambientale (Marcon e Menta, 2000). Un altro vantaggio è la diminuzione degli input esterni, quindi un abbattimento dei costi per l'acquisto degli alimenti che, specialmente in alcuni periodi possono avere prezzi molto elevati. Correlato a questo aspetto c'è anche la sicurezza alimentare: minor input esterni implica minor rischio di introdurre agenti contaminanti; e inoltre molte malattie, tra cui anche le zoonosi, infezioni o malattie che possono essere trasmesse dagli animali all'uomo, per contatto diretto o consumo di alimenti provenienti da soggetti infetti (EFSA, 2023), infatti, si sviluppano negli animali a partire dagli alimenti loro somministrati. Questi alimenti possono essere contaminati in fase di produzione (ad esempio in mangimificio, se si considerano i concentrati), trasporto e stoccaggio; con l'autoproduzione, questi problemi vengono eliminati (EFSA, 2023).

D'altra parte, l'autonomia alimentare comporta costi aggiuntivi per la produzione degli alimenti, soprattutto per la manodopera e per i controlli che dovrebbero essere effettuati sugli stessi. Proprio a causa del costo di queste analisi, spesso, si sottovaluta il problema e non vengono effettuate, con il rischio di avere alimenti poco sicuri/contaminati e di scarsa qualità.

Se la piena autonomia alimentare è pressoché irraggiungibile, è possibile attuare una serie di accorgimenti migliorativi. È possibile, ad esempio, praticare un'agricoltura di precisione, prestando attenzione alla qualità dei foraggi, prediligendo la coltivazione di varietà più adatte e migliori da un punto di vista nutritivo (Ruozzi e Dal Prà, 2016).

Si parla più spesso di autosufficienza foraggera, ovvero l'equilibrio che c'è tra la produzione foraggera aziendale e il fabbisogno foraggero dell'allevamento. Se i foraggi

prodotti in azienda non sono in grado di soddisfarne i fabbisogni, l'azienda è costretta ad acquistarli, con un conseguente aumento dei costi della razione. Si stima, infatti, che gli allevamenti non autosufficienti su questo aspetto registrano in media un aumento dei costi annuali di circa 4.500€ per l'acquisto dei foraggi e circa 2.000€ per i concentrati. Si può concludere quindi che un'azienda non autonoma nella produzione di foraggi abbia una minor efficienza (Francesia et al, 2008).

1.9 Composizione chimica e qualità del latte

Il latte è un prodotto di secrezione ed escrezione della ghiandola mammaria, che deriva dalla mungitura regolare e costante. È un alimento molto completo, in cui si possono distinguere tre diverse fasi: una fase di soluzione, ovvero sostanze solubili quali lattosio, sali minerali, proteine, sostanze azotate ed altre sostanze disciolte in acqua; una fase di sospensione colloidale, caratterizzata dalle micelle caseiniche disperse nella fase precedentemente descritta; l'ultima fase è quella di emulsione, costituita dai globuli di grasso insolubili in acqua (Marangoni et al, 2017).

Il latte vaccino è composto per l'87% da acqua; il lattosio, disaccaride costituito da glucosio e galattosio (quest'ultimo presente solo nel latte), è l'elemento caratterizzante, in quantità pari al 4.8%; circa il 3.9% è costituito da lipidi, in particolare trigliceridi (98% dei lipidi totali). Le sostanze azotate rappresentano il 3.4%; di queste, il 75% sono caseine, elemento fondamentale ai fini della caseificazione, 20% sono albumine, globuline ed altri enzimi in soluzione e il restante 5% è costituito da azoto non proteico, in particolare urea. I sali minerali, in particolare macroelementi come calcio e fosforo (in minore percentuale magnesio, manganese, cloro, sodio e potassio), rappresentano lo 0.8-0.9%; ci sono poi composti minori come ormoni e acidi organici (Marangoni et al, 2017).

Oltre alla genetica, questi valori subiscono variazioni più o meno marcate in funzione di svariati fattori intrinseci ed estrinseci: età, numero e stadio di lattazione della bovina; clima, gestione aziendale, benessere e alimentazione (Trevisi, 2022). Il termine genetico influenza soprattutto il tenore proteico del latte, specie le frazioni caseiniche. Lo stadio di lattazione influisce notevolmente sulle quantità di grasso e proteine: osservando le curve di lattazione di una bovina (figura 1.4) si può notare una decrescita delle due curve fino al terzo/quarto mese di lattazione; successivamente si ha una progressiva crescita, dovuta anche ad una diminuzione della quantità di latte prodotto (effetto diluizione). Il tenore di

lattosio rimane abbastanza costante durante l'intera fase produttiva. Tra la prima e la quarta lattazione il quantitativo di proteine tende a diminuire, sempre anche in corrispondenza ad un aumento della produttività. Per quanto riguarda i fattori ambientali, si considerano soprattutto il fotoperiodo (ore di luce disponibili nell'arco di 24 ore) e il THI (indice che relaziona temperatura e umidità). Un tempo di esposizione luminosa favorisce una maggior produttività, ma riduce il tenore lipidico e proteico del latte, secondo un meccanismo metabolico. Elevate temperature e, in particolare, elevati valori di THI comportano una diminuzione non solo della quantità di latte prodotto, ma anche del contenuto percentuale in grasso e proteine (Sandrucci e Trevisi, 2022).

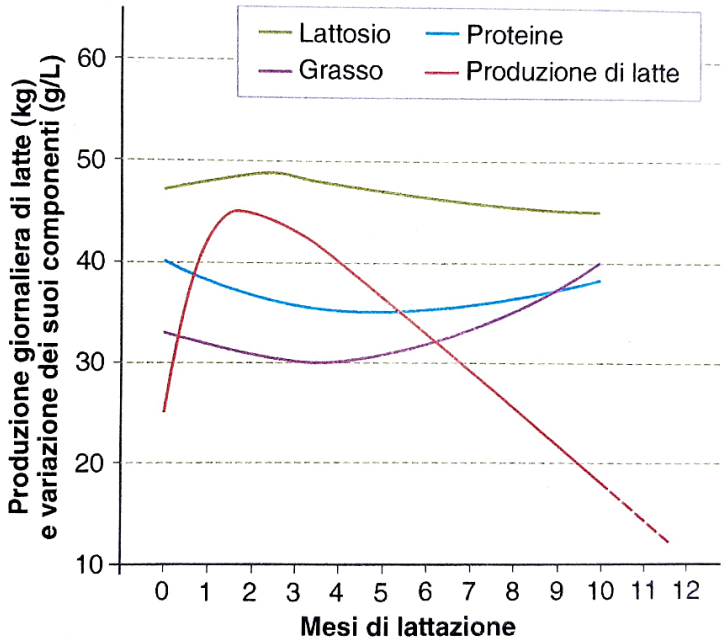

Figura 1.4 – Variazioni della produzione di latte e delle principali sue componenti (tenore in grasso, proteine e lattosio) in una bovina nel corso dell'intera lattazione. Fonte: Sandrucci e Trevisi, 2022.

A differenza dei fattori precedentemente elencati, le cui conseguenze sulla composizione del latte sono lievi e quasi inevitabili, le scelte gestionali ne influenzano notevolmente la qualità e sono più facilmente modificabili. Per scelte gestionali si intendono tutte quelle decisioni compiute dall'allevatore legate alla gestione e all'allevamento degli animali, a partire dal tipo di stabulazione e attrezzature fino all'alimentazione. Queste scelte sono strettamente correlate alle condizioni sanitarie e al benessere delle bovine e, di conseguenza, alla loro capacità di esprimere il proprio potenziale genetico. Densità

dell'allevamento, tipologia di stabulazione, sistema di mungitura e organizzazione in gruppi sono i fattori gestionali che, dopo l'alimentazione, maggiormente influenzano la produzione di latte in termini quali-quantitativi. Dal punto di vista alimentare, è molto più semplice aumentare il contenuto di grasso, piuttosto che di proteine (Trevisi, 2022). La maggior parte del grasso contenuto nel latte è costituito da acidi grassi a corta catena (acetico e butirrico in particolare), che derivano dalle fermentazioni ruminali; la dieta non contribuisce direttamente alla presenza di questi grassi nel latte, ma risulta essere fondamentale per il corretto funzionamento della degradazione ruminale e la produzione degli acidi grassi. È dunque, opportuno garantire una razione bilanciata nel rapporto tra la fibra contenuta nei foraggi (NDF) e i carboidrati non strutturali contenuti nei concentrati (NSC). Importante non è solo la quantità di NDF, ma anche la dimensione delle particelle: foraggi più lunghi e grossolani favoriscono l'attività dei batteri cellulosolitici (quindi la produzione di acido acetico); al contrario è sconsigliata l'introduzione nella dieta di acidi grassi e oli vegetali che vanno a ridurre l'attività di questi batteri. Da evitare anche la somministrazione di alimenti che stimolano la produzione di propionato, quali i carboidrati fermentescibili (Cevolani, 2005). Considerando le proteine, invece, la sintesi proteica deriva dalla proteina microbica e dalle proteine digeribili non degradabili assunte con la dieta. È opportuno massimizzare l'assunzione di energia della dieta, in modo da favorire la sintesi proteica ad opera dei microrganismi ruminali; per evitare eccessi che potrebbero causare svariati problemi nella bovina, si tende a somministrare carboidrati a diversa fermentescibilità (Cevolani, 2005). L'aumento del tenore proteico della razione non è proporzionale a quello del latte prodotto: si stima che un aumento dell'1% di proteine nella dieta corrisponda ad un aumento percentuale pari allo 0,2 nel latte (Trevisi, 2022). È comunque consigliato di somministrare proteine by-pass ad elevato valore biologico e proteine non degradabili, soprattutto a inizio lattazione (Cevolani, 2005).

1.10 Influenza meteorologica

Le condizioni climatiche influenzano notevolmente, non solo lo stato di benessere delle bovine, ma anche la loro produttività, sia in termini quantitativi che qualitativi e la capacità d'ingestione. Il parametro più utilizzato per misurare il livello di stress termico

è il THI (Temperature Humidity Index), che permette di valutare la temperatura percepita dagli animali in relazione all'umidità relativa dell'aria (Masaf, 2023).
I valori ottimali di THI per le vacche da latte devono essere inferiori a 71, mentre fino a 79 si parla di stress moderato; le bovine, quindi, risentono leggermente lo stress da caldo. Per valori fino a 99 si evidenziano importanti problemi, soprattutto nell'ingestione e nella produttività delle bovine, mentre valori di THI compresi tra 100 e 104 possono essere letali (Tabella 1.3).
Le bovine sottoposte a stress da caldo manifestano un fabbisogno energetico più elevato per soddisfare i bisogni del metabolismo basale; al contrario diminuiscono la ruminazione e l'assorbimento dei nutrienti. Si è osservato che le vacche soggette a questo fenomeno riducano l'ingestione di sostanza secca di circa 5 kg al giorno (per quattro giorni, poi si stabilizza), mentre la produzione di latte diminuisce di 14kg complessivi in una settimana. Si stima che la riduzione della produzione sia influenzata per un buon 40-50% dalla minor ingestione di sostanza secca (Rhoads et al, 2009). Ne deriva che è fondamentale adattare e calibrare la razione secondo queste esigenze. Si possono adottare diverse strategie nutrizionali, che prevedono una razione più energetica, con un'elevata differenza tra cationi e anioni, aumentando soprattutto le quantità di potassio (Staples, 2007). Al contrario bisogna prestare attenzione a non eccedere con la somministrazione di proteine, in quanto il fabbisogno energetico relativo alla sintesi e all'escrezione dell'urea aumenta, compromettendo la produzione di latte (West, 2003). Una strategia alimentare potrebbe essere quella di distribuire l'alimento durante i momenti più freschi della giornata, alla mattina presto e/o alla sera (Staples, 2007).

- Nessuno stress da caldo (<68)
- Stress da caldo leggero (68-71)
- Stress da caldo moderato (72-79)
- Stress da caldo forte (80-89)
- Stress da caldo grave (90-99)
- Stress da caldo letale (>100)

Temperatura (°C) \ Umidità (%)	20	30	40	50	60	70	80	90	100
22	66	66	67	68	69	69	70	71	72
24	68	69	70	70	71	72	73	74	75
26	70	71	72	73	74	75	77	78	79
28	72	73	74	76	77	78	80	81	82
30	74	75	77	78	80	81	83	84	86
32	76	77	79	81	83	84	86	88	90
34	78	80	82	84	85	87	89	91	93
36	80	82	84	86	88	90	93	95	97
38	82	84	86	89	91	93	96	98	100
40	84	86	89	91	94	96	99	101	104

Tabella 1.3 – Valori di THI in relazione a Temperatura e umidità relativa. Fonte: National Animal Diseases Information Services, 2016

2. SCOPO DELLA RICERCA

Questa ricerca si è posta come obiettivo principale l'analisi e la valutazione dell'efficienza di una razione per bovine da latte, in tre diverse aziende della provincia di Bergamo, con particolare attenzione alla qualità dei foraggi e agli effetti alimentari sulle produzioni quali-quantitative di latte.

In seconda analisi, ci si è concentrati sull'effetto climatico sulla produzione di latte, non solo da un punto di vista quantitativo, ma anche e soprattutto qualitativo.

È stato possibile evidenziare le differenze emerse tra le aziende, le quali utilizzano sistemi di alimentazione e mungitura differenti, quali carro unifeed e AMS (*Automatic Milking System*, robot di mungitura) a sostituzione dei sistemi tradizionali.

3. MATERIALI E METODI

3.1 Presentazione delle aziende

Il presente studio è stato condotto presso tre diversi allevamenti situati in area montana della provincia di Bergamo, denominate A, G e V. Sono state selezionate sulla base delle loro caratteristiche: posizione geografica, dimensione, gestione e razze allevate. Le aziende scelte hanno mostrato significative differenze sulla base delle caratteristiche appena citate, al fine di comparare e studiare più situazioni possibili.

Si consideri che i numeri dei capi presenti in azienda sono soggetti a leggere variazioni nel corso dello studio, dovute ai parti delle bovine.

L'azienda G è situata in un piccolo comune della Val di Scalve, zona montana in provincia di Bergamo, ad un'altitudine di circa 1000 m s.l.m. Di recente ristrutturazione, il piccolo allevamento a conduzione familiare ospita circa 40 bovine da latte, 20 delle quali sono vacche in produzione, in stabulazione libera. La razza prevalente è la Bruna Italiana, con la presenza di qualche capo di razza Frisona Italiana.

La razione giornaliera è costituita in buona parte da foraggi e, in porzione nettamente minore, da concentrati. A causa della posizione di quest'azienda, è impossibile perseguire l'autosufficienza alimentare, anche da un punto di vista dei soli foraggi; quindi, parte di questi e i concentrati provengono da acquisti periodici.

L'azienda V si trova in Val Seriana, in provincia di Bergamo, ad un'altitudine di circa 700 m s.l.m. L'allevamento, a stabulazione libera, può essere considerato medio-grande, a conduzione familiare, con circa 100 bovine di razza Frisona Italiana e Meticcia; le vacche in produzione sono circa 45.

La razione, composta da un'ampia gamma di foraggi e concentrati, viene somministrata con la tecnica della razione costante, mediante carro miscelatore unifeed. Ben posizionata in una zona pianeggiante, l'azienda è totalmente indipendente nella produzione di foraggi secchi, mentre acquista dall'esterno parte dei foraggi insilati e i concentrati.

L'azienda A è situata in Val Gandino, zona montana in provincia di Bergamo, a circa 500 m s.l.m. Si tratta di un allevamento medio-grande di vacche da latte, a stabulazione libera, principalmente di razza Bruna Alpina Originale e, in numero percentualmente inutile, Frisona Italiana. Durante il periodo di studio, le bovine presenti erano circa 120, 55 delle quali in produzione. Quest'azienda si differenzia dalle precedenti soprattutto da un punto di vista gestionale: sono stati, infatti, abbandonati i tradizionali metodi di allevamento e

sono stati introdotti sistemi più innovativi. In particolare, è presente l'AMS (*Automatic Milking System*) e, di conseguenza, i collari di monitoraggio delle bovine. Principale vantaggio di questi sistemi è un maggior controllo dello stato di sanità e salute della mandria e delle singole vacche.

Come per l'azienda V, anche in questo caso, la razione, composta da foraggi e concentrati, è somministrata mediante carro miscelatore unifeed; i foraggi sono interamente autoprodotti, mentre i concentrati vengono acquistati dall'esterno.

3.2 Analisi meteorologiche

Considerando che la produttività delle bovine è fortemente influenzata dalle condizioni climatiche, si ritiene opportuno elaborare e analizzarne i dati. In particolare, ci si sofferma sul THI (*Temperature Humidity Index*), calcolato a partire dai parametri di temperatura (T) misurata in gradi centigradi (°C) e umidità relativa dell'aria (RH). Di seguito la formula per il calcolo del THI:

$$THI = (1{,}8\,T + 32) - ((0{,}55 - 0{,}55 * (RH/100)) * (1{,}8 * T - 26))$$

I dati sono stati scaricati grazie all'apposito servizio fornito da Arpa Lombardia e elaborati successivamente con Microsoft Excel.

3.3 Campionamento alimenti

I dati sono stati raccolti presso gli allevamenti, monitorando l'alimentazione delle bovine con visite a distanza di 20 giorni l'una dall'altra, nel periodo compreso tra marzo e settembre 2023. Con l'aiuto degli allevatori, è stata descritta la razione giornaliera somministrata alle bovine da latte, con le relative variazioni, di volta in volta.

Le razioni erano composte da foraggi secchi, freschi e insilati, con l'aggiunta di concentrati.

3.3.1 Foraggi secchi

Durante ogni visita, è stato raccolto un campione significativo per ogni foraggio. I campioni, identificati con una sigla rappresentante l'azienda, la tipologia di foraggio e la data del campionamento, sono stati conservati in luogo fresco e asciutto fino al momento delle analisi di laboratorio (Figura 3.1).

Figura 3.1 – Campionamento e conservazione dei foraggi.

3.3.2 Foraggi insilati

Come anticipato, le aziende A e V sono solite somministrare alle vacche da latte anche foraggi insilati, in particolare piante intere di orzo e mais oltre a silofieno di prato stabile. Durante i mesi estivi, la razione dell'azienda G era composta anche da erba fresca di prato stabile.

In questi casi i campioni raccolti sono stati congelati, in modo tale da garantirne la corretta conservazione in vista delle analisi che si sono svolte nelle settimane successive (Figura 3.2).

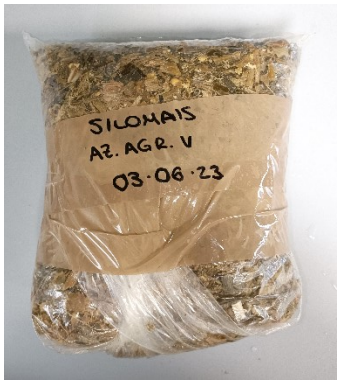

Figura 3.2 – Campione di silomais conservato in congelatore per le successive analisi.

3.3.3 Concentrati

Per quanto riguarda i concentrati, non è stato necessario campionarli e analizzarli, in quanto la loro composizione era già nota, indicata sul cartellino fornito dal produttore, che è stato raccolto e conservato per le elaborazioni successive.

Ogni concentrato, infatti, deve essere accompagnato da tale etichetta (Figura 3.3) sulla quale sono indicate tutte le istruzioni utili all'allevatore per la corretta somministrazione

e per la costruzione di una razione. Tra le indicazioni obbligatorie per legge si trovano il nome commerciale del prodotto, la tipologia di concentrato, la specie animale a cui è destinato e i dati completi relativi al responsabile dell'etichettatura, la composizione e i componenti analitici (gli ingredienti e i principi nutritivi percentuali), il quantitativo netto, numero di lotto e data di scadenza; è poi indicata la presenza di eventuali additivi e materie prime OGM, con le relative avvertenze e le istruzioni per l'uso. Mediante il software CPM-Dairy è stata ricostruita la composizione dei diversi concentrati, per i quali, in etichetta, non erano indicati alcuni valori utili al razionamento.

LATTOGENO ROBOT QUALITY MANGIME COMPLEMENTARE PER VACCHE DA LATTE

Composizione:

Farina di granturco, Farina di semi di girasole decorticato, Farina di soia proteica([1]), Pellet di erba medica, Fiocchi di soia, Melasso di canna, Carbonato di calcio da rocce calciche macinate, Fiocchi di granturco, Grasso di palma idrogenato, Bicarbonato di sodio, Cloruro di sodio, Fosfato bicalcico bidrato precipitato, Solfato di sodio.

[1] Da soia geneticamente modificata

Componenti analitici % stq

Proteina grezza 18,69 % Grassi grezzi 6,17 % Fibra grezza 9,19 % Ceneri grezze 10,19 % Sodio 0,73 %

Additivi per kg

Vitamine, pro-vitamine e sostanze ad effetto analogo chimicamente ben definite: 3a672a Vitamina A (Acetato di retinile) 16.000,00 UI, 3a671 Vitamina D3 (colecalciferolo) 2.600,00 UI, 3a700 Vitamina E (tutto-rac-alfa-tocoferile acetato) 100,00 mg, 3a314 Niacina 130,00 mg, **Composti di oligoelementi:** 3b203 Iodio (Iodato di calcio anidro in granuli rivestiti) ** 1,20 mg, 3b103 Ferro (Solfato di ferro-II monoidrato) 45,30 mg, 3b502 Manganese (Ossido di manganese-II) 75,00 mg, 3b802 Selenio (Selenito di sodio in granuli rivestiti) ** 0,50 mg, 3b605 Zinco (Solfato di zinco monoidrato) 100,00 mg, **Leganti:** E 562 Sepiolite 175,00 mg, **Aromatizzanti:** Miscela di sostanze aromatizzanti 464,00 mg

Istruzioni per l'uso

Va somministrato in ragione di 2-6 Kg/capo/gg.

3a671 - Non è consentito l'uso simultaneo di vitamina D2.

Mangime conforme al Disciplinare di produzione del Grana Padano DOP.

** rivestiti : microgranuli protetti (brevetto europeo n.0197188)

Cliente : **Silo :**

PESO NETTO: 25 kg se sacco carta o indicato sul Documento di accompagnamento se alla rinfusa

Da consumarsi preferibilmente entro:

Stabilimento in Cremona - Via Acquaviva, 2 - N° Riconoscimento oIT000085 CR
Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 Certificato da SGS

Figura 3.3 – Esempio di etichetta di descrizione di un concentrato.

3.4 Analisi dei foraggi

Le analisi dei foraggi sono state svolte presso il Centro di Ricerca Ge.S.Di.Mont. dell'Università degli Studi di Milano, con sede a Edolo. Finalizzate a misurarne i componenti analitici e, di conseguenza, le qualità nutrizionali, le analisi sono state eseguite utilizzando lo spettroscopio NIR Aurora, dell'azienda GraiNit (Figura 3.4). Si tratta di uno strumento portatile che permette di svolgere rapidamente analisi quantitative e qualitative di campioni agroalimentari.

La tecnica NIR (*Near Infrared Red*) sfrutta l'interazione di radiazioni del vicino infrarosso e le proprietà fisiche della materia; misurando la luce riflessa, traccia un profilo di assorbimento che dipende dalle caratteristiche del campione. Sulla base di curve

modellizzate, grazie ad un apposito software (*InProcess*) questi segnali vengono tradotti in informazioni sulla composizione chimica del campione.
Dopo aver scelto la curva di calibrazione più consona, si distribuisce il campione in un apposito recipiente, ben pressato. Facendo scorrere diverse volte la lente in quarzo sul foraggio, e in pochi secondi vengono restituiti i risultati (Figura 3.4).

Figura 3.4 – Spettroscopio NIR Aurora e analisi di un campione di silomais.

In particolare, per quanto riguarda i fieni, viene proposta la stima del contenuto di sostanza secca (SS) in percentuale sul tal quale, proteine grezze (PG), fibra neutro detersa e acido detersa (rispettivamente NDF e ADF) e ceneri in percentuale sulla sostanza secca; Per gli insilati viene restituito anche il valore percentuale di amido.

3.5 Analisi produttive

I dati produttivi non sono stati raccolti direttamente, ma sono stati forniti dai controlli funzionali condotti regolarmente dall'AIA (Associazione Italiana Allevatori). Tali analisi, a cadenza mensile riportano i livelli produttivi di ogni bovina e i relativi dati sulla composizione del latte prodotto. In particolare, è possibile conoscere la quantità di latte prodotto e le percentuali di grasso e proteine, nonché conta delle cellule somatiche. Sono riportati, inoltre, il numero e i giorni della lattazione, parametri fondamentali per il calcolo dei fabbisogni energetici di una bovina (Figura 3.5).
Mediante Microsoft Excel sono stati elaborati i dati relativi al periodo compreso tra settembre 2022 e settembre 2023, al fine di calcolare i valori medi aziendali, utili alla costruzione di una razione ottimale.

ASSOCIAZIONE ITALIANA ALLEVATORI
Ente morale - D.P.R. N.1051 del 27-10-1950
Ente Terzo Delegato ai sensi del D.lgs. 52/2018

SCHEDA DI RIEPILOGO DEL CONTROLLO BOVINI DA LATTE

ICAR CERTIFICATE OF QUALITY Valid up to November 2023

FOGLIO N. 1 di 4

COD. AUA [redacted] | ALLEVAMENTO [redacted] | INDIRIZZO [redacted] | ZONA 1 | SIST. NUMG.
COMUNE [redacted] | LOCALITA' | Ing. stalla M | DATA ULT. CONTROLLO 05-08-2022 | ELAB. N. 2022/143
DI: | CODICE - Name / RAGIONE SOCIALE [redacted] | Cod. CONTROLLORE/I C0039 | TIPO CONTROLLO AA42U

Razza	SOGGETTO MATRICOLA NOME	N. AZIENDA	N. LATT.	PRODUZIONE GIORNALIERA LATTE KG	GRASSO %	PROTEINE %	CELLULE SOMATICHE	PRODUZIONE EFFETTIVA GIORNI	LATTE KG	GRASSO %	GRASSO KG	PROTEINE %	PROTEINE KG	PROD. M.G. KG	PREV. LATTAZ. LATTE KG	GRASSO KG	PROTEINE KG	EQUIVALENTE MATURO LATTE KG	GRASSO KG	PROTEINE KG	CAPACITA' PRODUTTIVA LATTE %	GRASSO %	PROTEINE %	OPERAZ. DA EFFETTUARE
00	[redacted]	48	2	40,0	4,33	3,12	439	72	2890	4,05	117	3,25	94	40,14	9460	396	317	10977	453	366	8,6	14,6	3,0	F
00	[redacted]	68	6	28,6	3,47	3,53	1225	252	12027	3,26	392	3,23	389	47,73	13060	438	429	12735	431	422	26,1	9,1	18,8	18/8 A
00	[redacted]	300	1	ASCIU	TTA	23/06	/2022								6551	283	245	7680	328	286	-23,9	-16,9	-19,4	18/8 P
00	[redacted]	800	1	ASCIU	TTA	23/06	/2022								8069	335	314	9004	368	346	-10,8	-6,8	-2,5	20/8 P
01	[redacted]	1	4	29,6	4,55	3,54	114	156	5307	4,73	251	3,45	183	34,02	8330	400	296	8514	409	304	-12,1	12,0	-12,1	1/3 A
01	[redacted]	2	2	22,4	3,13	3,81	117	284	8771	3,75	329	3,55	311	30,88	9100	341	324	9591	356	339	-1,0	-2,4	-2,0	3/10 A
01	[redacted]	3	2	ASCIU	TTA	23/06	/2022								8131	344	315	8333	351	323	-14,0	-3,8	-6,6	
01	[redacted]	4	3	17,6	4,20	4,32	9023	212	6962	3,88	270	3,76	262	32,84	8055	323	313	8140	325	315	-16,0	-10,9	-8,9	20/11 A
01	[redacted]	6	2	28,0	4,38	4,22	72	220	6916	4,19	290	3,89	269	31,44	8539	373	343	9164	397	368	-5,4	8,7	6,3	6/10 A
01	[redacted]	7	3	24,2	2,72	3,59	30	8	194	2,58	5	3,61	7		GLI			GLI						27/9 F
01	[redacted]	9	3	35,0	2,97	3,17	129	44	1481	3,24	48	3,24	48	33,66	7562	241	259	7955	253	270	-17,9	-30,6	-21,9	22/8 F
01	[redacted]	10	2	ASCIU	TTA	19/05	/2022								8189	360	321	9087	396	351	-6,2	8,4	1,4	19/8 P
01	[redacted]	11	1	27,0	3,91	3,48	13	130	3833	3,47	133	3,63	139	29,48	7391	282	269	9097	345	333	-6,1	-5,4	-3,7	F
01	[redacted]	12	2	34,2	2,57	3,38	12	82	3160	4,56	144	3,39	107	38,54	8608	295	305	9686	327	341		-10,4	-1,4	F
01	[redacted]	13	1	29,0	2,95	3,63	63	133	3055	3,37	103	3,57	109	22,97	6809	222	252	7759	251	286	-19,9	-31,2	-17,3	9/2 A
01	[redacted]	14	5					305	10355	3,88	402	3,77	390	33,95	10267	400	386	9998	389	374	3,1	6,5	8,0	24/9 P
01	[redacted]	15	2	51,8	5,03	3,67	126	257	9804	3,38	331	3,41	334	38,15	11060	388	379	11542	403	395	19,0	10,4	14,1	13/11 A
01	[redacted]	16	2	26,6	4,35	3,58	889	151	4788	3,65	175	3,53	169	31,71	7654	311	277	8164	330	294	-15,7	-9,5	-15,0	18/2 A
01	[redacted]	17	4	36,6	3,14	3,48	120	95	4135	3,53	146	3,10	128	43,53	9615	332	333	9975	343	346	2,8	-6,0		F

Figura 3.5 – Esempio dei risultati di un controllo funzionale.

3.6 Calcolo dei fabbisogni

Per la valutazione di una razione è fondamentale calcolare i fabbisogni medi di una bovina da latte, primo fra tutti, quello in sostanza secca (SSI o DMI). Tali valori sono stati previsti utilizzando alcune formule proposte dal *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, dell'NRC (*National Research Council*) a partire dal 1944, costantemente migliorate nel tempo, fino alla versione più recente, nel 2001. Al fine di avere risultati più attendibili, per il presente studio, si è deciso di procedere utilizzando la media tra i valori calcolati con le due formule più recenti (1989 e 2001):

$$DMI\ '89 = 0{,}0185 * PV\ +\ 0{,}305 * FCM$$

$$DMI\ '01 = \ (0{,}372 * FCM + 0{,}0968 * PV^{0.75}) * \left(1 - e^{(-0{,}192\ (WOL\ +\ 3{,}67))}\right)$$

La formula del 1989 utilizza solamente due variabili: peso vivo (PV) e quantità di latte prodotto (FCM). L'equazione proposta nel 2001, invece, presenta due modifiche importanti. La prima è l'introduzione del concetto di peso metabolico della bovina, correlato alle capacità di consumo alimentare ed alla produzione di latte. Tale dato, in sostituzione al peso vivo, è espresso come quest'ultimo elevato ad un coefficiente ($PV^{0.75}$). Un ulteriore miglioramento è il fatto che si considerano le settimane di lattazione (WOL) della bovina, elemento che incide notevolmente su produzione e fabbisogni alimentari. Da notare l'utilizzo del cosiddetto *fat corrected milk* (FCM), ovvero la quantità di latte prodotto, corretto al 4% di grasso. In questo modo si possono ottenere

risultati più precisi, al fine di costruire una razione il più adatta possibile. Di seguito la formula per il calcolo dell'FCM:

$$FCM = latte\ prodotto\ (kg) * (0{,}4 + 0{,}15 * grasso\%)$$

Altri fabbisogni fondamentali da calcolare e soddisfare sono fibra grezza (NDF) e proteine grezze (PG). Per tale operazione si sfruttano dati tabulari forniti dall'INRA (In*stitut National De La Recherche Agronomique*) (Tabella 3.1).

Livello produttivo (kg/d)	**UFL/kg SS**	**PG [%SS]**	**NDF [%SS]**	**UIP [%PG]**	**PDI [%SS]**	**NDF-FLS [%SS]**
< 15	0,8	14,0	39,0	30,0	9,0	11,1
15-20	0,8	14,5	37,0	30,0	9,2	10,5
20-25	0,9	15,0	35,0	32,5	9,5	10,0
25-30	0,9	15,4	33,5	34,0	10,2	9,6
30-35	0,9	15,8	32,5	35,5	10,7	9,3
35-40	1,0	16,3	31,0	37,0	11,2	8,9
> 40	1,0	16,8	29,0	38,0	11,5	8,6

Tabella 3.1 – Fabbisogni alimentari di bovine da latte correlati al livello produttivo. Fonte: INRA, 2007.

Tracciando opportuni grafici, è possibile ricavare le equazioni che soddisfano la relazione tra ogni livello produttivo dei diversi parametri, al fine di utilizzarle successivamente nei calcoli:

$$UFL/kg\ SS\ = 0{,}0066x\ +\ 0{,}7216$$

$$PG\ (\%\ SS) = 0{,}0914x\ +\ 12{,}886$$

$$UIP\ (\%\ PG) = 0{,}2929x\ +\ 25{,}804$$

$$NDF\ (\%\ SS) = -0{,}3179x\ +\ 42{,}598$$

$$NDF - FLS\ (\%\ SS) = -0{,}0814x\ +\ 11{,}954$$

dove UFL (unità foraggere latte) rappresenta il fabbisogno energetico giornaliero; PG indica le proteine grezze in percentuale sulla sostanza secca (SS), mentre PDI le proteine digeribili intestinali e le UIP sono le proteine indegradabili a livello ruminale. NDF e NDF-FLS indicano rispettivamente il fabbisogno in fibra neutro detersa e fibra neutro detersa lunga e strutturata. Come anticipato nel capitolo 1.4, è importante che le bovine assumano una buona percentuale di fibra lunga almeno 3cm, al fine di favorire la ruminazione e, di conseguenza la salivazione.

Al contrario delle prime, le espressioni per il calcolo di NDF e NDF-FLS presentano un coefficiente angolare negativo; quindi, all'aumentare del livello produttivo, diminuisce la quantità di NDF necessaria. Questa relazione trova spiegazione nel fatto che l'NDF rappresenta l'ingombro della razione, dunque, più NDF la bovina assume, minore sarà lo stimolo all'alimentazione.
Queste operazioni sono state effettuate per i mesi di marzo, giugno e settembre, mediante Microsoft Excel.

3.7 Valutazione delle razioni e dell'efficienza

Dopo aver effettuato tutte le analisi alimentari, è stato necessario calcolare i reali apporti della razione, moltiplicando i valori percentuali per la quantità somministrata giornalmente.
A questo punto è stato possibile valutare le razioni, confrontando i fabbisogni con gli apporti reali. Si è calcolata l'ingestione percentuale come rapporto tra l'apporto della razione e il fabbisogno, che determina se e in che misura quest'ultimo è soddisfatto. Non è stato possibile effettuare quest'ultima verifica con i valori di PDI, in quanto i dati raccolti non sono sufficienti (è stato possibile effettuare una stima approssimativa per i foraggi, ma non per i concentrati). Per quanto riguarda il tenore in NDF-FLS (fibra lunga e strutturata), non è stato possibile effettuare un'analisi precisa per un'insufficienza di dati.
Un'ulteriore analisi che dev'essere effettuata è il rapporto tra la quantità di foraggi e quella di concentrati che compongono la razione. Come anticipato nel capitolo 1.4, è importante che la frazione di foraggi nella dieta sia almeno il 50% del totale, in modo tale da favorire un adeguato sviluppo della flora ruminale e, di conseguenza, un corretto funzionamento dell'apparato digerente.
Si è calcolata poi la cosiddetta *Dairy Efficiency* (DE), corrispondente al rapporto tra il latte prodotto corretto al 4% di grasso e 3,3% di proteine, noto come FPCM, e la quantità di sostanza secca ingerita. È opportuno che tale valore (adimensionale) sia pari o superiore a 1,3 (Lari et al, 2017). Di seguito la formula per il calcolo dell'FPCM:

$$FPCM = latte\ prodotto\ (kg) * (0{,}1226 * grasso\ \% + 0{,}0776 * TP + 0{,}2534)$$

Dove TP rappresenta le *true protein,* cioè le sole proteine e non le sostanze azotate.

Per quanto riguarda il monitoraggio dell'efficienza, si calcola un altro parametro: l'utilizzazione dell'azoto. È necessario calcolare l'azoto ingerito e quello escreto con il latte. Il primo si calcola dividendo per 6,25 il contenuto di proteine grezze totali della razione, il secondo dividendo per 6,38 il tenore di proteine nel latte. L'efficienza di utilizzazione dell'azoto dovrebbe essere, in media, pari o superiore al 30%.

Per monitorare l'autosufficienza alimentare, bisogna considerare quali materie prime vengono autoprodotte in azienda e quali vengono acquistate da terzi. È sufficiente calcolare la percentuale degli alimenti acquistati e poi, per differenza, calcolare l'autoproduzione.

4. RISULTATI E DISCUSSIONI

4.1 Analisi meteorologiche

Un'analisi dei dati meteorologici è essenziale ai fini di un corretto monitoraggio, in quanto anche le condizioni climatiche influenzano la produttività delle bovine da latte in termini quali-quantitativi, nonché la capacità d'ingestione e la qualità degli alimenti.

Per ogni azienda sono stati elaborati dati meteorologici misurati da stazioni situate in comuni diversi: Casnigo, Vilminore di Scalve e Clusone. Nonostante i dati siano diversi, presentano lo stesso andamento, in quanto tali comuni si trovano nella medesima provincia e non sono estremamente distanti tra loro.

4.1.1 Casnigo

Per l'azienda A sono stati elaborati i dati misurati dalla stazione meteorologica di Casnigo, localizzata nei pressi del Campo Sportivo.

Dal grafico in figura 4.1 si nota immediatamente che da ottobre 2022 a marzo 2023 le precipitazioni sono state molto scarse, specie nel mese di febbraio dove si sono registrati solamente 6,40 mm di pioggia. Nel mese di settembre 2022, così come da aprile in avanti, le precipitazioni sono state più abbondanti (oltre i 118mm al mese). Nel mese di maggio, in particolare, si è registrato il valore massimo di precipitazioni, pari a 219 mm, ben più elevato rispetto al mese precedente. Come già detto, i mesi successivi sono stati caratterizzati da altrettanta piovosità, con una diminuzione che interessa agosto e settembre.

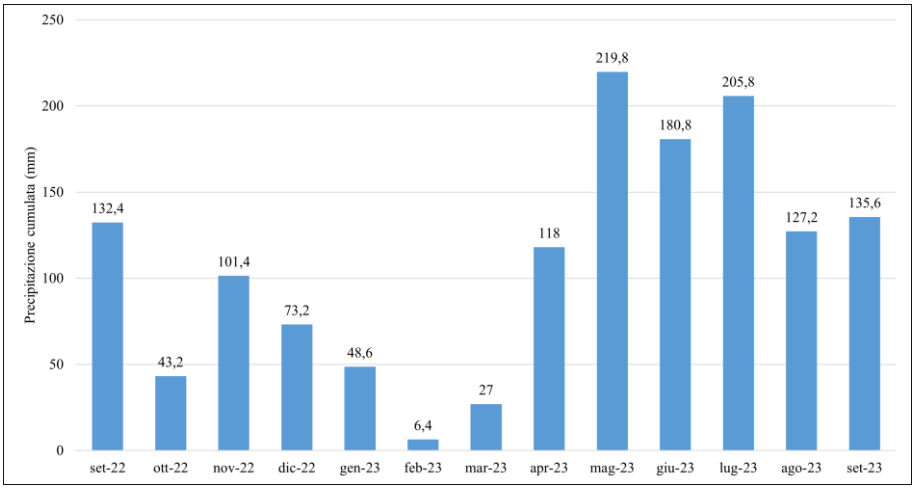

Figura 4.1 – Precipitazione cumulata media mensile misurata nel comune di Casnigo.

Da settembre le temperature sono diminuite progressivamente, fino a gennaio, quando si sono raggiunte temperature vicine allo zero. Nei mesi successivi si è avuto un andamento crescente, fino alla media mensile di 22°C nel mese di luglio. Ad agosto le temperature sono rimaste costanti, per poi diminuire di circa 4°C nel mese di settembre. Si è notato un innalzamento di 2°C delle temperature medie misurate mese di settembre tra il 2022 e il 2023 (Figura 4.2).

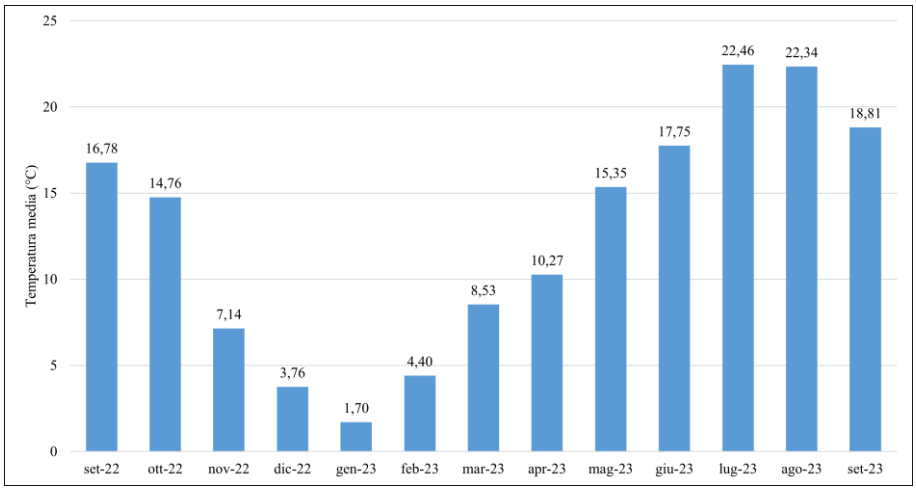

Figura 4.2 – Temperatura media mensile misurata nel comune di Casnigo.

L'umidità relativa media (Figura 4.3) ha mantenuto valori compresi tra il 65% e il 93%. I mesi con un maggiore tasso di UR nell'aria sono stati gli ultimi mesi del 2022, quando le temperature erano basse e le precipitazioni limitate. Tra dicembre ed aprile si è registrato un progressivo calo dell'UR media, fino al 66,2%, con un leggero picco nel mese di maggio (equivalente alla precipitazione cumulata massima). Nei mesi successivi, fino a settembre, si sono raggiunti valori vicino al 70%, per poi raggiungere nuovamente il 78% a settembre 2023.

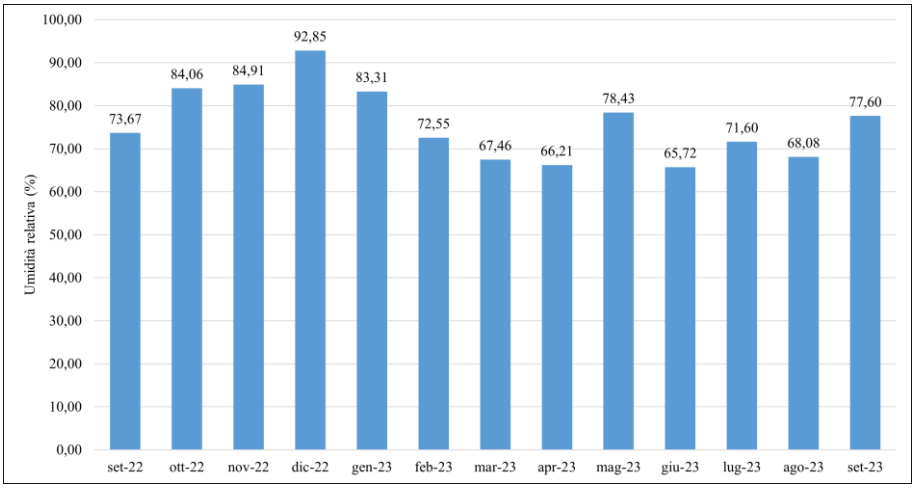

Figura 4.3 – Umidità relativa media mensile misurata nel comune di Casnigo.

Il grafico in figura 4.4 mostra la relazione tra quanto detto in precedenza, evidenziando i valori di THI (*Temperature Humidity Index*). Come spiegato nel capitolo 1.10, quest'ultimo parametro è quello più importante, che influenza direttamente lo stato di salute e benessere delle bovine. Premettendo che fino a valori di 71 il THI è assolutamente tollerabile senza conseguenze sulle vacche da latte (si manifesta, al massimo, un leggero stress), si può affermare che, durante il periodo di studio, non si sono verificati problemi legati a questo parametro. I valori medi più elevati (che oscillano tra 66 e 69) si sono registi durante i mesi estivi, quando l'umidità relativa era vicina alla media annuale (circa 76%) e le temperature erano le massime misurate nel periodo di monitoraggio. Al contrario, i valori più bassi si sono verificati nei mesi più freddi, dove l'umidità relativa era molto elevata; in particolare il valore medio minimo si è mostrato nel mese di gennaio, quando l'umidità relativa media è stata la massima registrata e la temperatura la più bassa.

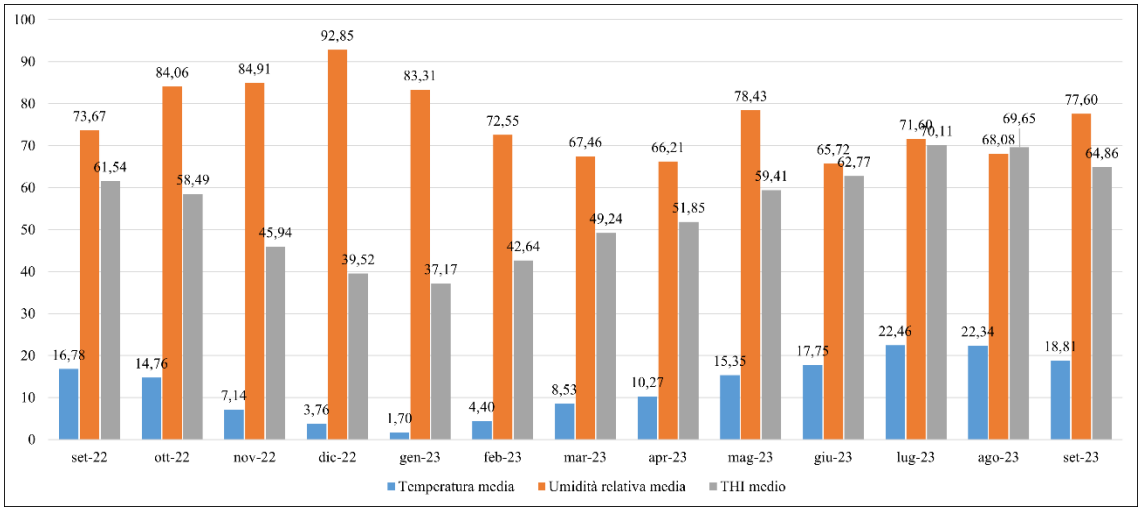

Figura 4.4 – Relazione tra i valori di temperature e umidità relative medie mensile e indice di THI registrati nel comune di Casnigo.

4.1.2 Vilminore di Scalve

Per l'azienda G sono stati elaborati i dati misurati dalla stazione meteorologica di Vilminore di Scalve.

A partire dal mese di ottobre 2022 si è verificato un progressivo calo delle precipitazioni, fino ad un minimo di 8,60 mm nel mese di febbraio. Da qui si è registrato un incremento che è diventato netto tra aprile e maggio, fino a toccare i 287 mm. Il mese di giugno è stato caratterizzato da una lieve diminuzione della precipitazione cumulata, mentre luglio è risultato il mese più piovoso, con 300 mm. Ad agosto e settembre le precipitazioni sono diminuite e hanno mantenuto un valore abbastanza costante (Figura 4.5).

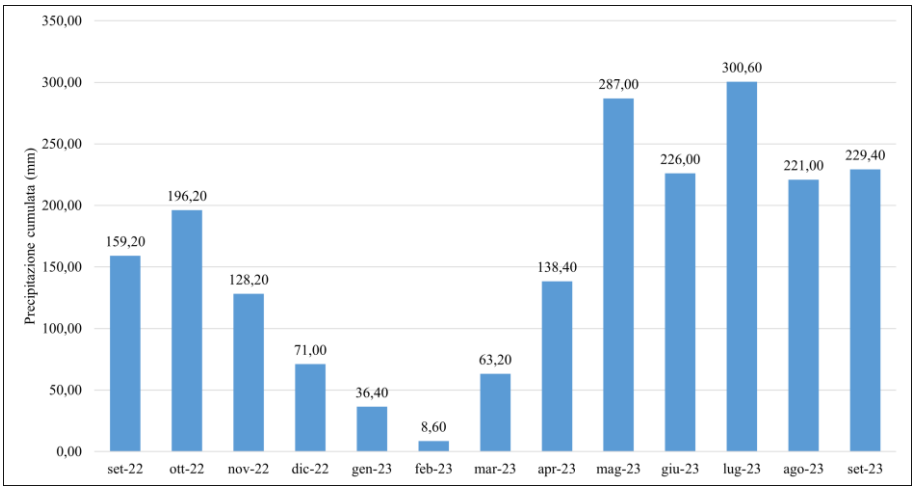

Figura 4.5 – Precipitazione cumulata media mensile misurata nel comune di Vilminore di Scalve.

Tra settembre e ottobre si è verificato un lieve aumento della temperatura, che è diminuita vertiginosamente nel mese di novembre, fino a raggiungere i 2°C. Nei mesi invernali le temperature sono scese sotto lo zero, raggiungendo quasi i -2°C. Nel mese di febbraio la media è tornata positiva, ma al di sotto del grado, per poi aumentare lentamente fino ad aprile. A maggio l'aumento delle temperature è stato più evidente e si è raggiunto un valore medio pari a 7°C. Un ulteriore incremento si è verificato nei mesi di giugno e luglio, fino a raggiungere il valore massimo nel mese di agosto (14,49°C). A settembre le temperature sono diminuite nuovamente, mantenendosi però di 3°C più elevate rispetto a settembre dell'anno precedente.

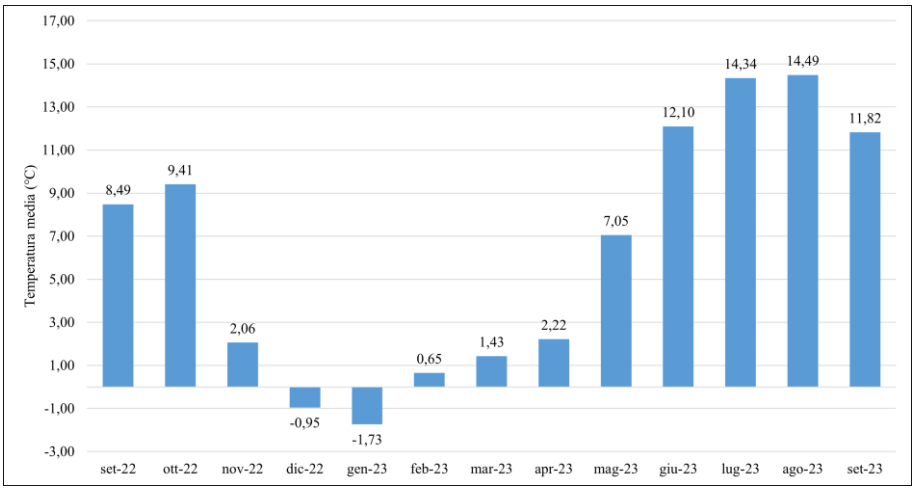

Figura 4.6 – Temperatura media mensile misurata nel comune di Vilminore di Scalve.

L'umidità relativa ha assunto valori compresi tra un minimo del 53% misurato nel mese di febbraio e un massimo dell'86% misurato nel mese di settembre 2023. Da settembre 2022 a febbraio 2023 l'umidità relativa ha avuto una tendenza a diminuire, ad eccezione del mese di dicembre, in cui si è verificato un lieve aumento. Da febbraio a maggio si è registrato un progressivo incremento dell'umidità relativa, che poi si è stabilizzato fino a luglio. Un leggero calo ad agosto è stato seguito da un incremento superiore al 10% nel mese di settembre. I valori minimi si sono registrati in corrispondenza di precipitazioni e temperature minime, cioè la stagione invernale; al contrario, il tenore massimo si è verificato durante i mesi più caldi e piovosi, ovvero la stagione estiva (Figura 4.7).

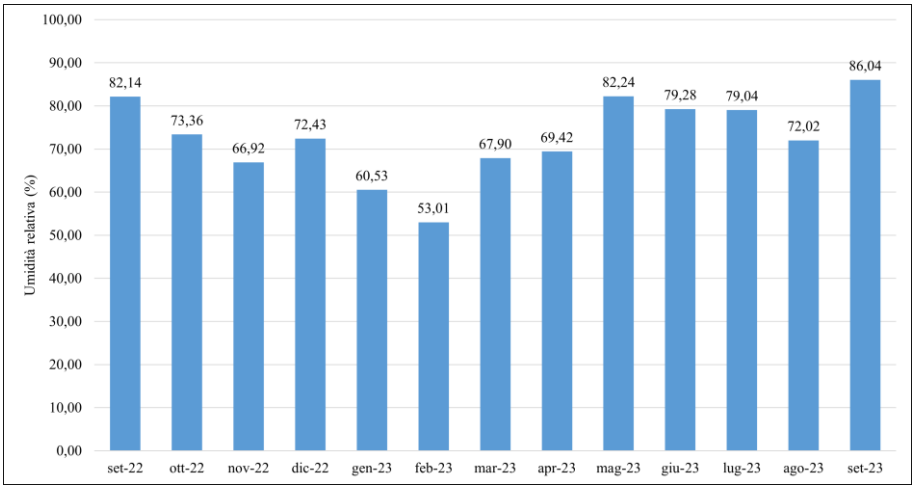

Figura 4.7 – Umidità relativa media mensile misurata nel comune di Vilminore di Scalve.

In figura 4.8 sono mostrati i valori di temperatura, UR e THI. Si può affermare che, durante il periodo di studio, non ci sono stati problemi legati a questo parametro. Il THI, infatti, è rimasto al di sotto di 58 e ha raggiunto i valori massimi durante i mesi estivi, quando sia l'umidità relativa che le temperature sono state tra le più elevate misurate. Al contrario, i valori più bassi si sono verificati nei mesi più freddi, quando l'umidità relativa e temperature medie hanno assunto valori minimi.

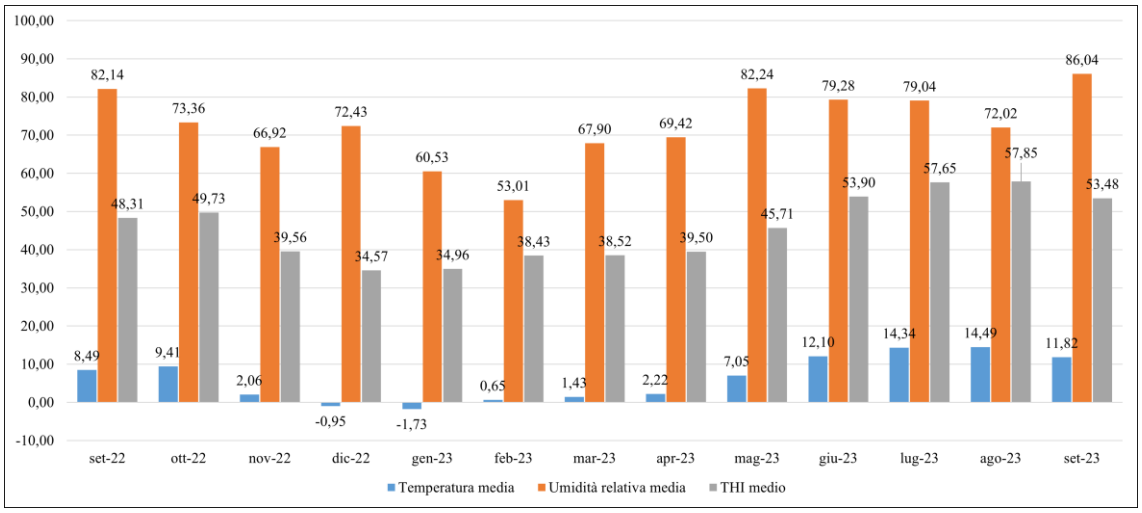

Figura 4.8 – Relazione tra i valori di temperature e umidità relative medie mensile e indice di THI registrati nel comune di Vilminore di Scalve.

4.1.3 Clusone

Per l'azienda V sono stati elaborati i dati misurati dalla stazione meteorologica di Clusone, localizzata vicino alla Strada Provinciale 671.

La precipitazione cumulata (Figura 4.9) è diminuita tra i mesi di settembre e ottobre 2022, per poi aumentare nuovamente a novembre, mantenendo, però, sempre valori bassi (al di sotto di 95 mm). A partire da novembre si è verificata una progressiva diminuzione delle precipitazioni, fino a raggiungere il minimo di 3,40 mm nel mese di febbraio. A questo punto le precipitazioni sono state in aumento fino a luglio. Tra febbraio e maggio si è registrato un aumento di oltre a 140 mm, poi le precipitazioni sono rimaste costanti nel mese successivo. Tra giugno e luglio si è verificata una vertiginosa crescita nella precipitazione cumulata, che ha superato i 250 mm. Nel mese di agosto è più che dimezzata, per poi tornare ad aumentare leggermente a settembre. La prima parte del periodo di studio è stata interessata da una minor quantità di precipitazioni rispetto alla seconda parte, dove si sono registrati valori anche molto elevati.

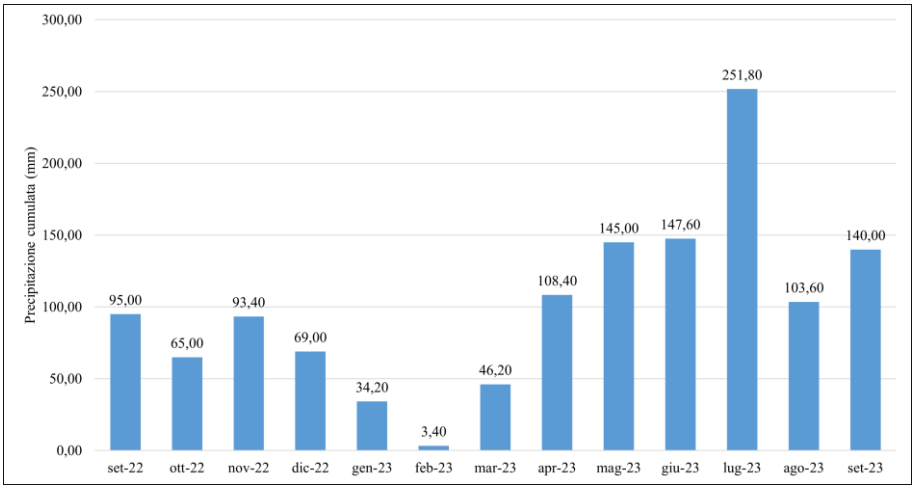

Figura 4.9 – Precipitazione cumulata media mensile misurata nel comune di Clusone.

Da settembre 2022 a gennaio 2023 le temperature medie mensili sono state in progressivo calo. Da 16°C medi registrati nel mese di settembre, si è raggiunto il valore minimo di 2,14°C nel mese di gennaio. Da qui fino a luglio si è verificato un costante incremento della temperatura, che si è stabilizzata nel mese di agosto, attorno ai 22°C. Nel mese di settembre 2023 è diminuita, mantenendosi, comunque, di 2°C superiore al medesimo mese dell'anno precedente (Figura 4.10).

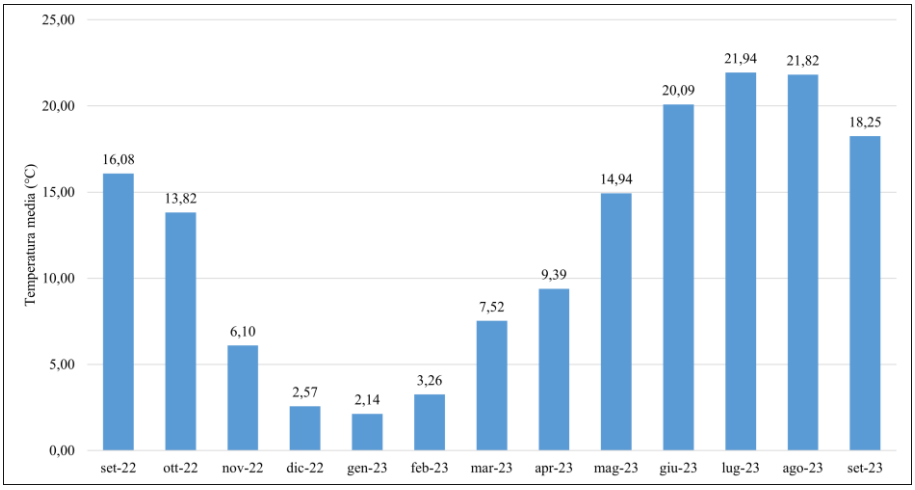

Figura 4.10 – Temperatura media mensile misurata nel comune di Clusone.

L'umidità relativa (Figura 4.11) ha mantenuto valori piuttosto elevati, compresi tra il 70% e l'87%. Ha avuto un andamento piuttosto irregolare, calante nei primi mesi e crescente tra ottobre e dicembre; a gennaio si è avuta una diminuzione superiore al 10%, mentre a febbraio l'umidità relativa ha raggiunto nuovamente un valore medio pari all'85%. Fino al mese di maggio è diminuita, raggiungendo il valore minimo, per poi rimanere abbastanza stabile durante la stagione estiva, ad eccezione del mese di giugno, dove si è verificato un leggero picco. A differenza delle situazioni precedenti, è difficile definire un periodo in cui l'umidità relativa media mensile sia stata più o meno elevata; tuttavia, nei mesi caldi i valori sono stati leggermente inferiori rispetto a quelli assunti durante l'inverno.

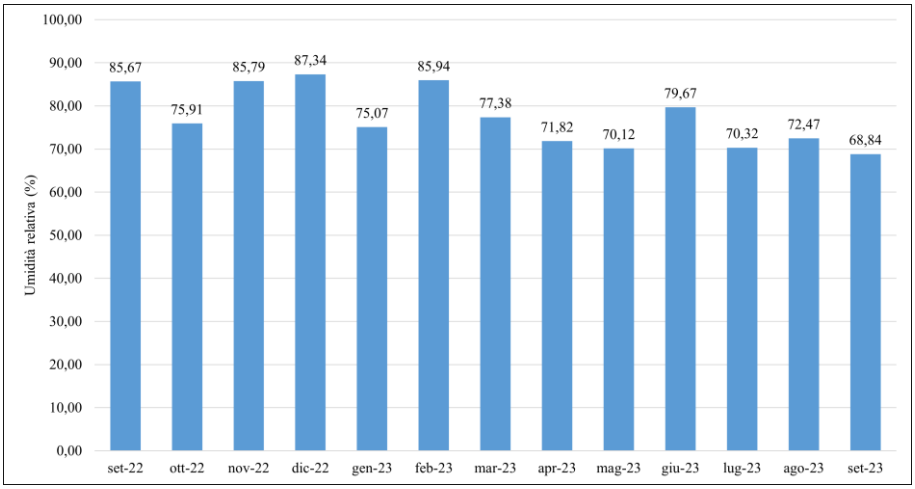

Figura 4.11 – Umidità relativa media mensile misurata nel comune di Clusone.

In figura 4.12 è illustrata la relazione tra temperatura, UR e THI. Durante il periodo di studio, non ci sono stati problemi legati a questo parametro. Il THI, infatti, si è mantenuto al di sotto di 69 e ha raggiunto i valori massimi durante i mesi estivi, quando anche le temperature sono state le massime misurate. Al contrario, i valori più bassi, fino ad un minimo di 37, si sono registrati durante la stagione rigida.

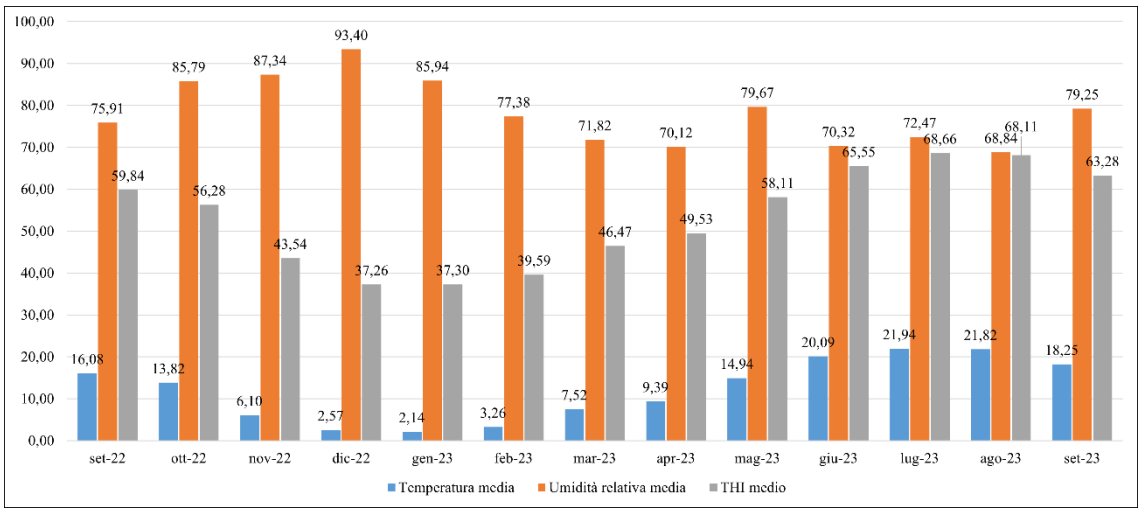

Figura 4.12 – Relazione tra i valori di temperature e umidità relative medie mensile e indice di THI registrati nel comune di Clusone.

4.2 Analisi degli alimenti

4.2.1 Azienda A

L'azienda A ha presentato una razione giornaliera abbastanza costante durante l'intero anno solare. Preparata con il carro miscelatore, si componeva di 3,5 kg di fieno di primo taglio di prato polifita e 2,8 kg di secondo taglio; la maggior parte della dieta è costituita da insilato di mais di primo raccolto. Le quantità possono subire leggere variazioni in base all'aggiunta o meno di foraggi diversi nella dieta, sulla base della disponibilità degli stessi. Per quanto riguarda i concentrati (Tabella 4.1), sono stati somministrati quotidianamente 3,5 kg di farina di mais con un tenore proteico pari al 5% di proteine, 8 kg di mangime complementare per vacche da latte ad alta produzione (mangime lattifera) a base di farina di semi di soia e di girasole e granturco. Siccome l'azienda è dotata di robot di mungitura, viene rilasciato un supplemento medio di 3,8 kg di mangime complementare (lattogeno robot) che, oltre ad integrare la dieta, ha lo scopo di attirare le

vacche per la mungitura; le quantità di questo mangime possono subire leggere variazioni in base alla produttività della bovina, al fine di soddisfare i fabbisogni delle più performanti.

ALIMENTO	% SS	UFL /kg SS	PG (% SS)	UIP (%PG)	NDF (% SS)
Mais, farina proteica	88,10	1,12	15,10	49,64	27,20
Mangime "lattifera"	90,18	1,14	28,63	8,56	20,09
Lattogeno Robot	90,13	1,08	20,78	10,84	16,32

Tabella 4.1 – Composizione dei concentrati dell'azienda A, derivante dai relativi cartellini.

Di seguito un'analisi relativa alla composizione dei foraggi (Tabella 4.2), in comparazione ai dati forniti dalle tabelle Succi.

Il fieno di primo taglio ha presentato una sostanza secca media pari a 89,7 ± 2,02%, superiore al requisito minimo di un ottimo fieno (85,0%). Lungo i mesi interessati dallo studio questo valore è rimasto abbastanza stabile: si possono evidenziare un valore massimo pari a 93,7% misurato nel mese di aprile e un valore minimo pari a 87,9% nel mese di agosto. Tale variazione è dovuta prettamente al consumo di fieni provenienti da campi e, di conseguenza, lavorazioni diversi, ma si tratta, in ogni caso, di ottimi prodotti da questo punto di vista. Per quanto riguarda le proteine, i dati sono risultati molto più sensibili e sono stati influenzati prevalentemente dalla composizione specifica del prato polifita, in particolare dal rapporto tra graminacee e leguminose. Il valore medio dovrebbe essere pari a 11,2% della sostanza secca, mentre dalle analisi risulta una media di poco inferiore, 9,32 ± 1,10%; da sottolineare una carenza soprattutto nel mese di marzo, con un tenore proteico di solo il 7,28% sulla sostanza secca. L'NDF medio è pari a 58,6 ± 2,58%, paragonabile ad un valore ottimale pari al 60, 0% della sostanza secca. Anche in questo caso, dunque, il valore medio dei campioni misurati si avvicinati al dato tabulare, con un minimo di 55,3% e un massimo del 63,0% sulla sostanza secca.

In termini generali, per quanto riguarda il fieno di primo taglio di prato polifita, la composizione dei campioni è risultata abbastanza altalenante lungo il periodo e non è stato possibile definire un campione nettamente peggiore degli altri, se non quello del mese di marzo che ha presentato un tenore proteico minore.

Il fieno di secondo taglio di prato polifita ha manifestato un andamento più variabile rispetto al precedente. La sostanza secca, con un valore medio di 88,6 ± 1,41%, come per

il primo taglio, è stata superiore al valore minimo soglia (85,0%). Il valore minimo si è registrato nel mese di agosto, mentre quello massimo corrisponde al campione di giugno, rispettivamente di 87,1% e 91,1% sulla sostanza secca. Le proteine hanno presentato maggiori differenze, con una media pari a 12,3 ± 2,58% sulla sostanza secca, contro un valore ottimale pari a 12,2%. Particolarmente interessante è stato il dato relativo al mese di agosto (16,3%), nettamente più alto rispetto al minimo ottimale; si potrebbe ipotizzare che il campione provenga da un appezzamento con una composizione specifica più ricca in leguminose rispetto agli altri. Al contrario, nel mese di aprile il foraggio ha presentato il valore più basso di proteine (8,81%), minore rispetto a quello di riferimento. Osservando l'NDF, si nota una variabilità ancora più ampia, con un valore medio di 53,05 ± 4,71% sul secco. Con un valore massimo di 58,37% e un minimo di 45,33 (misurati rispettivamente nei mesi di maggio e agosto), è stato nettamente più basso rispetto al riferimento pari a 60,0%. Come anticipato nel capitolo 1.4, questo contribuisce ad aumentare la digeribilità della razione, diminuendone l'ingombro nel rumine.

Come anticipato, è molto probabile che il campione del mese di agosto prevenga da un fieno con una percentuale di leguminose maggiore rispetto agli altri, in quanto sono stati misurati un elevato tenore proteico e un basso contenuto di NDF, caratteristiche tipiche di questa famiglia. Per quanto riguarda gli altri mesi, i valori sono stati abbastanza stabili e in linea con quelli di riferimento, evidenziando un foraggio di buona qualità.

Si sottolinea la mancanza di alcuni campioni di fieno di secondo taglio di prato polifita dovuta a un cambiamento della razione, che ne ha comportato l'esclusione per i mesi di giugno e luglio.

Osservando i dati relativi al silomais di primo raccolto, si può notare che la sostanza secca è stata quasi un terzo rispetto a quella dei foraggi affienati. Con una media di 30,0 ± 2,22% sul secco, ha presentato un valore più basso rispetto all'ottimo per l'insilato di mais, pari invece al 35,0%; il valore minimo (27,2%) è stato misurato sul campione del mese di giugno, mentre quello massimo (34,4%) ad agosto. Tali dati sono dovuti principalmente alle condizioni meteorologiche, che influenzano notevolmente questo parametro nei foraggi insilati: all'aumentare dell'umidità relativa dell'aria la percentuale di sostanza secca tende a diminuire. Osservando i grafici in figura 4.1, infatti, si può notare che il mese di giugno è stato il più piovoso e non si esclude che il campione sia stato raccolto in una giornata piovosa. Il quantitativo di proteine non è stato così sensibile alle

condizioni climatiche e si è mantenuto più stabile attorno ad un valore medio di 8,31 ± 1,34%. Confrontato con quello di riferimento (8,20%), risulta essere un dato ottimale, con un minimo di 6,91% misurato nel mese di aprile e un massimo di 9,81% a fine giugno. La variabilità, in questo caso, è probabilmente dovuta all'eterogeneità del foraggio e, di conseguenza, del campione. Il valore medio ottimale dell'NDF è stato pari al 48,0% sulla sostanza secca, ben più elevato rispetto alla media dei campioni (42,7% ± 2,31). Il minimo del 39,2% è stato misurato sul campione raccolto nel mese di agosto, mentre il valore massimo (46,81%) è correlato ad uno dei campioni con il tenore proteico maggiore (inizio giugno).

Come per il fieno di secondo taglio, da notare una variazione della razione, che ha comportato l'esclusione del silomais per il mese di settembre.

Complessivamente, anche l'insilato di mais può essere considerato un foraggio di media-buona qualità, in linea con i parametri di riferimento.

I parametri UFL e UIP sono costanti, non valutabili mediante le analisi NIR, ma derivanti dalle tabelle Succi.

ALIMENTO	% SS	UFL /kg SS	PG (% SS)	UIP (%PG)	NDF (% SS)
Prato polifita - 1° taglio	**89,7**	**0,77**	**9,32**	**34,0**	**58,6**
23/03/2023	89,7	0,77	7,28	34,0	60,3
16/04/2023	93,7	0,77	10,7	34,0	59,0
09/05/2023	89,0	0,77	8,47	34,0	63,0
06/06/2023	91,5	0,77	8,97	34,0	55,3
28/06/2023	88,2	0,77	10,0	34,0	58,0
17/07/2023	89,5	0,77	9,53	34,0	56,7
11/08/2023	87,9	0,77	10,4	34,0	56,2
05/09/2023	87,9	0,77	9,28	34,0	60,5
Prato polifita - 2°/3° taglio	**88,6**	**0,77**	**12,3**	**34,0**	**53,0**
23/03/2023	88,2	0,77	12,5	34,0	50,9
16/04/2023	88,9	0,77	8,81	34,0	56,5
09/05/2023	88,9	0,77	10,9	34,0	58,4
06/06/2023	91,1	0,77	11,4	34,0	51,9
11/08/2023	87,0	0,77	16,3	34,0	45,3
05/09/2023	87,7	0,77	13,8	34,0	55,4
Silomais - 1° raccolto	**30,0**	**0,90**	**8,30**	**29,0**	**42,7**
23/03/2023	30,1	0,90	7,00	29,0	42,3
16/04/2023	30,3	0,90	6,91	29,0	41,6
09/05/2023	29,5	0,90	6,89	29,0	42,7
06/06/2023	27,2	0,90	9,55	29,0	46,9
28/06/2023	30,0	0,90	9,81	29,0	43,9
17/07/2023	28,6	0,90	8,57	29,0	42,2
11/08/2023	34,4	0,90	9,42	29,0	39,2

Tabella 4.2 – Composizione dei campioni dei foraggi dell'azienda A, derivante dalle analisi NIR (UFL e UIP sono dati derivanti dalle Tabelle Succi).

4.2.2 Azienda G

L'azienda G ha presentato una razione giornaliera variabile nel corso dell'anno. Inizialmente era composta solamente da fieni secchi e concentrati; 10 kg di fieno di primo taglio di prato polifita e 8 kg di secondo taglio. A partire dal mese di maggio è stato eliminato il fieno di secondo taglio, in quanto la scorta aziendale era terminata ed è stato interamente compensato dal fieno di primo taglio. Nel mese di giugno sono stati introdotti nella dieta 8 kg di erba fresca di prato polifita. I concentrati (Tabella 4.3), invece, sono rimasti costanti durante l'intero anno. Si somministravano quotidianamente 20 kg di miscelone, composto principalmente da fieno e medica disidratati, farina di mais, fioccato di mais, semi di cotone e girasole proteico e 3 kg di mangime complementare cubettato per vacche da latte a base di farina di mais, farina di estrazione di soia tostata e girasole, mais distiller e farinaccio di frumento. Le quantità di questo mangime possono subire

leggere variazioni in base alla produttività della bovina, al fine di soddisfare i fabbisogni delle più performanti.

ALIMENTO	% SS	UFL /kg SS	PG (% SS)	UIP (%PG)	NDF (% SS)
Mix Autoal	89,5	1,21	19,9	9,70	14,0
Miscelone	88,4	0,89	14,3	16,5	31,0

Tabella 4.3 – Composizione dei concentrati dell'azienda G, derivante dai relativi cartellini.

Di seguito un'analisi relativa alla composizione dei foraggi (Tabella 4.4), in comparazione ai dati forniti dalle tabelle Succi.

Il fieno di prato polifita di primo taglio ha presentato una sostanza secca media ottimale, pari a 89,8 ± 1,07%, superiore al minimo richiesto per un fieno di qualità (85,0%). Il valore minimo di 87,9%, misurato sul campione raccolto nel mese di agosto, è stato comunque maggiore rispetto al dato di riferimento e il valore massimo è stato pari al 91,4%. Per quanto riguarda le proteine, esse hanno assunto un valore medio di 8,51 ± 1,5%, leggermente inferiore al valore di riferimento (10,2%). Il minimo (6,80%) è stato misurato sul primo campione del mese di maggio ed è stato nettamente più basso rispetto al dato indicato; al contrario, il massimo, a marzo, è stato pari a 10,6%, in linea con quel valore. Non si sono evidenziati campioni con valori particolarmente elevati da un punto di vista proteico; le differenze tra gli stessi sono dovute alla composizione specie-specifica del prato di provenienza: i fieni con un tenore proteico più basso contengono una maggior quota di graminacee, a scapito delle leguminose, rispetto agli altri. L'NDF, con un minimo pari al 49,4% (a marzo) e un massimo del 62,5% sulla sostanza secca (a settembre), si è mantenuto sempre al di sotto del valore indicato nelle tabelle Succi; ha assunto una media pari a 57,0 ± 3,80%. Dal momento in cui l'NDF va a costituire l'ingombro ruminale, limitando l'ingestione di sostanza secca, se questo valore si mantiene al di sotto della soglia è più che positivo.

Nel complesso è da considerarsi un buon fieno, di qualità, abbastanza in linea con i valori di riferimento, ad eccezione del tenore proteico, leggermente carente.

Il fieno di prato polifita di secondo taglio è stato parte della razione solamente nei primi mesi, marzo ed aprile. Il contenuto in sostanza secca è rimasto stabile, con una media del 89,9 ± 0,05%, mentre le proteine hanno registrato uno scarto maggiore: si è passati da un valore del 14,0% nel mese di marzo ad un 16,4% nel mese di aprile. Come già detto in

precedenza, questa variabilità è dovuta alla provenienza del foraggio e alla composizione del prato; il campione di aprile corrisponde ad un foraggio che, molto probabilmente, è più ricco in leguminose rispetto al precedente. La media del 15,2% è stata comunque nettamente superiore al dato di riferimento, pari a 12,0%. Anche l'NDF ha manifestato una maggior differenza, con una media pari al 45,0 ± 4.07%, nettamente inferiore al valore indicato nelle tabelle Succi (60,0%).

Questo foraggio si è mostrato di ottima qualità, soprattutto da un punto di vista proteico, a differenza del precedente.

L'erba di prato polifita di primo taglio, come anticipato, è rientrata nella razione giornaliera a partire dalla seconda metà di maggio. La sostanza secca, pari al 25,4 ± 0,88%, è stata abbastanza costante ed è risultata ben più elevata rispetto al valore di riferimento (17,2%). È una situazione normale, in quanto l'erba viene somministrata previo pre-appassimento in campo; dunque, perde parte dell'acqua contenuta nei tessuti vegetali. Il campione, inoltre, per problemi logistici, non è stato raccolto al momento dello sfalcio o della somministrazione, ma è stato prelevato in un secondo momento. Il tenore proteico, con un minimo del 7,11% e un massimo del 16,2%, ha assunto una media pari al 12,8%, il linea con il valore di riferimento (13,0%). A parte il minimo campionato a maggio, gli altri campioni avevano un contenuto in proteine uguale o superiore alla media. Come anticipato, valori più elevati di proteine dipendono dalla composizione specifica del prato. L'NDF ha assunto un valore medio del 47,5 ± 6,82%, leggermente più alto del valore di riferimento (44,0%). Da sottolineare il campione di maggio, sul quale è stata misurata una sostanza secca pari al 57,7%, nettamente superiore al valore fornito.

L'erba di prato polifita di secondo taglio ha sostituito quella precedente nei mesi di agosto e settembre. La sostanza secca media è stata pari al 29,5 ± 2,84%. Anche in questo caso era superiore al valore di riferimento per le ragioni elencate in precedenza: pre-appassimento in campo e campionamento avvenuto in un secondo momento rispetto alla somministrazione. Il tenore proteico è stato molto elevato, sempre vicino al 16,0%. Il basso valore di NDF (media del 43,5 ± 1,74%) lascia pensare che si tratti di erba ai primi stadi di sviluppo in quanto i tessuti sono più giovani e presentano un tenore fibroso più basso.

Anche in questo caso, si è trattato di un ottimo foraggio, molto ricco da un punto di vista proteico e in linea con gli altri valori.

I parametri UFL e UIP sono costanti, non valutabili mediante le analisi NIR, ma derivanti dalle tabelle Succi.

ALIMENTO	% SS	UFL /kg SS	PG (% SS)	UIP (%PG)	NDF (% SS)
Prato polifita - 1° taglio	**89,8**	**0,77**	**8,51**	**34,0**	**57,0**
24/03/2023	90,5	0,77	10,6	34,0	49,4
15/04/2023	91,4	0,77	9,23	34,0	60,0
04/05/2023	89,3	0,77	6,80	34,0	60,0
21/05/2023	89,4	0,77	6,86	34,0	56,7
10/06/2023	90,9	0,77	7,57	34,0	54,2
30/06/2023	89,1	0,77	10,0	34,0	56,7
18/07/2023	89,7	0,77	8,15	34,0	56,4
12/08/2023	87,9	0,77	10,0	34,0	57,6
08/09/2023	89,6	0,77	7,36	34,0	62,5
Prato polifita - 2° taglio	**89,9**	**0,75**	**15,2**	**34,0**	**45,0**
24/03/2023	90,0	0,75	14,0	34,0	47,9
15/04/2023	89,9	0,75	16,4	34,0	42,1
Erba di prato pol. - 1° taglio	**25,4**	**0,89**	**12,8**	**27,0**	**47,5**
21/05/2023	26,6	0,89	7,11	27,0	57,7
10/06/2023	24,7	0,89	12,6	27,0	44,3
30/06/2023	25,2	0,89	16,2	27,0	44,3
18/07/2023	24,9	0,89	15,3	27,0	43,7
Erba di prato pol. - 2° taglio	**29,5**	**0,89**	**16,1**	**28,0**	**43,5**
12/08/2023	31,5	0,89	16,0	28,0	44,7
08/09/2023	27,5	0,89	16,3	28,0	42,3

Tabella 4.4 – Composizione dei campioni dei foraggi dell'azienda G, derivante dalle analisi NIR (UFL e UIP sono dati derivanti dalle Tabelle Succi).

4.2.3 Azienda V

L'azienda V adotta la tecnica dell'alimentazione con carro miscelatore unifeed. La razione giornaliera è stata abbastanza costante durante l'intero anno solare, con qualche variazione legata alla disponibilità dei foraggi. Si componeva di 1,5 kg di fieno di primo taglio di prato polifita, 1,5 kg di secondo taglio e 1,5 kg di terzo taglio; quest'ultimo è stato somministrato solamente nei mesi di marzo e aprile, in quanto la disponibilità aziendale di tale foraggio era terminata. Nei mesi successivi si è compensato con un aumento di 1 kg di primo taglio e 0,5 kg di secondo taglio, per un totale rispettivamente di 2,5 kg e 1,5 kg. 3,2 kg di insilato di prato polifita di secondo e terzo taglio e 18,0 kg di insilato di mais di primo raccolto completavano la porzione foraggera della razione. La parte dei concentrati (Tabella 4.5) si componeva di una miscela di farina di granturco e

orzo (la prima in concentrazione pari al 70% stq, mentre la seconda al 30%; da qui il nome Miscela 70/30) e un mangime complementare per vacche da latte a base di farina di soia, girasole e frumento, semi di cotone e panello di lino (Mix Protein 5 UC Pro).

ALIMENTO	% SS	UFL /kg SS	PG (% SS)	UIP (%PG)	NDF (% SS)
Miscela 70/30	88,2	1,08	8,65	11,3	11,1
Mix Protein 5 UC Pro	90,4	1,04	33,7	7,35	20,4

Tabella 4.5 – Composizione dei concentrati per l'azienda V, derivante dai relativi cartellini.

Di seguito un'analisi relativa alla composizione dei foraggi (Tabella 4.6), in comparazione ai dati forniti dalle tabelle Succi.

L'insilato di frumento è stato parte della razione solo nel mese di marzo, poi c'è stato un cambio della razione che ne ha determinato l'esclusione dalla stessa. Con un tenore proteico pari a 9,50% sul secco, è risultato essere un ottimo foraggio, in linea con i dati di riferimento. Anche l'NDF, pari a 56,1%, è risultato coerente con i valori forniti dalle Tabelle Succi, mentre la sostanza secca è stato pari a 54,4%, propria di un foraggio che ha subito pre-appassimento, nettamente superiore al 35,0% previsto.

Il fieno di primo taglio di prato polifita ha presentato una sostanza secca media di 89,3 ± 3,13%, superiore al dato minimo di riferimento (85,0%), fondamentale per un foraggio di ottima qualità. I valori minimi e massimi, rispettivamente di 84,91% e 92,74% nei mesi di agosto e luglio, sono derivati da una fienagione condotta in giornate e modi diversi, all'inizio della stagione estiva. Il tenore proteico medio è stato pari all'11,8 ± 3,10% sul secco, in linea con il valore tabulare di 11,2%. In questo caso i valori minimi e massimi (rispettivamente 8,51% e 16,44% nei mesi di maggio e fine giugno) sono giustificabili in relazione alla composizione specie-specifica del prato polifita da cui deriva il foraggio: come anticipato, infatti, le leguminose presentano un tenore proteico più elevato rispetto alle graminacee. Di conseguenza, è presumibile che i campioni raccolti nei mesi di giugno e luglio provengano da appezzamenti con una maggior quota di leguminose rispetto agli altri. L'NDF è stato altamente variabile, con un minimo di 47,3% del mese di luglio e un massimo di 67,7% di settembre. Nonostante l'elevato scarto, la media pari a 56,4 ± 7,39% non è stata molto distante dai valori ideali (60,0%). Nel complesso, si è trattato di un buon foraggio, che ha rispettato i requisiti forniti per una buona qualità.

Osservando i dati relativi al fieno di prato polifita di secondo taglio, è possibile notare che la sostanza secca media (89,7 ± 2,62%) è stata vicina a quella del foraggio precedente.

Nonostante i valori minimi e massimi (86,1% e 92,9%) tra i due fieni siano simili e corrispondessero agli stessi periodi (rispettivamente agosto e luglio), non c'èra alcuna relazione tra i due, se non una leggera influenza climatica; i valori di umidità relativa, infatti, possono aver condizionare leggermente questo parametro. Il valore medio del contenuto in proteine (14,3 ± 1,08%) è stato leggermente più alto rispetto alla media ideale di 12,2%. Anche in questo caso, è emerso un massimo di 16,2%, corrispondente al primo campione raccolto nel mese di giugno. Per quanto riguarda la fibra neutro detersa, la media è stata pari a 51,3 ± 1,43%, inferiore al dato medio tipico dei fieni polifiti (60,0%). In generale, è possibile affermare che si è trattato di un ottimo fieno, in linea con i valori ideali forniti dalle Tabelle Succi. Da sottolineare alcuni campioni nettamente migliori in termini di proteine, dovuti, probabilmente, ad un prato con un rapporto tra graminacee e leguminose sbilanciato verso quest'ultime.

Per quando riguarda il fieno di prato polifita di terzo taglio, si sottolinea la presenza di soli due campioni, nei mesi di marzo e aprile. Con l'88,0% di sostanza secca media, 13,7% di proteine e 58,8% di NDF, ha contribuito soprattutto ad aumentare il tenore proteico della razione e a bilanciare il rapporto tra foraggi e concentrati. Confrontando questi dati con i valori forniti nelle Tabelle Succi, è risultato essere un ottimo foraggio, pienamente in linea con i requisiti medi.

Come i primi due, anche il fieno di prato polifita insilato di secondo e terzo taglio è stato parte della razione durante l'intero periodo di monitoraggio. La variabilità della composizione di questo foraggio è stata estremamente ampia, in tutti i suoi parametri. Il valore medio di sostanza secca è stato pari a 46,4 ± 17,8, ben più elevata rispetto al 33,0% di riferimento. Il minimo è stato pari a 28,8% nel mese di luglio, mentre il massimo è stato di 72,2%, misurato nel mese di settembre. Questo scarto molto elevato può essere dovuto ad errori o imprecisioni durante la fase di conservazione e analisi. Conservando gli insilati in congelatore, dal prelievo all'analisi, è possibile che durante la fase di scongelamento, si accumuli condensa e il campione acquisti umidità, compromettendo il risultato della prova. Per le proteine si è passati da un valore minimo di 6,61% ad un massimo di 17,1%, con una media di 12,1 ± 3,78%; il dato medio indicato nelle tabelle è 12,0%. Nonostante il dato medio misurato sui campioni sia stato apparentemente coerente con quello di riferimento, c'è una forte divergenza: nel mese di agosto, dove si è registrato il minimo, ci sarà stata una leggera diminuzione di proteine nella razione totale; al

contrario, nel mese di maggio si sarà verificato un piccolo eccesso di proteine. L'NDF medio è stato 54,2 ± 13,6% sul secco, nettamente minore rispetto al valore di riferimento (64,0%). Anche in questo caso, c'è uno scarto molto elevato: il valore minimo è pari a 41,2% e il massimo 84,2%. Osservandoli nel complesso, questi dati appaiono un po' anomali. Come anticipato, potrebbero essersi verificati errori o imprecisioni durante la fase di conservazione e misura, specie per la calibrazione dello strumento.

Per quanto riguarda l'insilato di mais, i valori dei vari campioni sono stati abbastanza costanti durante l'intero periodo di studio. La sostanza secca media è stata pari a 30,4 ± 2,89%, leggermente inferiore al dato ottimale, 35,0%. Con un minimo di 25,1% e un massimo di 34,2%, misurati rispettivamente nei mesi di marzo e agosto, questo parametro ha risentito di una leggera influenza delle condizioni climatiche, specie precipitazioni e umidità relativa dell'aria. Il tenore proteico è stato molto più stabile, con una media pari a 8,99 ±1,82% sulla sostanza secca, in linea con il dato di riferimento. Il minimo è stato misurato sul campione di aprile (6,88%), mentre il massimo su quello di luglio (11,2%). L'NDF medio è stato uguale al 45,6 ± 6,07%, abbastanza vicino al valore tabulare (48,0%). Il valore minimo è stato misurato sul campione aprile, mentre il massimo su quello di agosto. La variabilità dei dati raccolti in merito a questo parametro è giustificabile se si considera che l'insilato di mais è estremamente eterogeneo.

Nel mese di settembre l'insilato di mais è stato sostituito da quello che viene definito mais dolce insilato, in quanto la disponibilità del precedente era terminata. Ha presentato una sostanza secca di poco inferiore rispetto al precedente, mentre gli altri parametri sono rimasti piuttosto simili.

Per concludere, la composizione del silomais si è rivelata molto più stabile rispetto ai precedenti. La spiegazione sta nel fatto che quest'ultimo foraggio è sfalciato e insilato tutto nello stesso momento e deriva da appezzamenti molto vicini tra loro, quindi con non molta variabilità da un punto di vista di lavorazione, condizioni climatiche e composizione del suolo (che influenza lo sviluppo della pianta). Si tratta, inoltre, di una sola specie, contro i prati polifiti nei quali la composizione può variare. In termini generali, questi foraggi erano di buona qualità, fatta eccezione per il silofieno di secondo e terzo taglio, per il quale, come già detto, probabilmente si sono verificati errori durante le analisi.

ALIMENTO	% SS	UFL /kg SS	PG (% SS)	UIP (%PG)	NDF (% SS)
Frumento, insilato	**54,4**	**0,64**	**9,50**	**28,0**	**56,1**
23/03/2023	54,4	0,64	9,50	28,0	56,1
Prato polifita - 1° taglio	**89,3**	**0,77**	**11,7**	**34,0**	**56,6**
23/03/2023	88,9	0,77	10,1	34,0	58,2
19/04/2023	88,9	0,77	10,0	34,0	53,9
10/05/2023	88,9	0,77	8,50	34,0	58,4
03/06/2023	92,6	0,77	13,3	34,0	51,9
25/06/2023	92,2	0,77	16,4	34,0	49,7
17/07/2023	92,7	0,77	16,0	34,0	47,3
12/08/2023	84,9	0,77	10,7	34,0	66,0
05/09/2023	85,1	0,77	8,90	34,0	67,7
Prato polifita - 2° taglio	**89,7**	**0,75**	**14,2**	**34,0**	**51,3**
23/03/2023	90,8	0,75	15,2	34,0	53,5
19/04/2023	88,8	0,75	14,0	34,0	52,4
10/05/2023	89,0	0,75	14,8	34,0	50,8
03/06/2023	92,6	0,75	16,2	34,0	48,6
25/06/2023	91,4	0,75	12,9	34,0	51,7
17/07/2023	92,9	0,75	13,5	34,0	51,1
12/08/2023	86,1	0,75	13,8	34,0	50,6
05/09/2023	86,3	0,75	13,7	34,0	51,5
Prato polifita - 3° taglio	**88,0**	**0,79**	**13,7**	**34,0**	**58,8**
23/03/2023	87,7	0,79	13,4	34,0	59,0
19/04/2023	88,2	0,79	14,1	34,0	58,6
Prato pol., insilato - 2/3° t.	**46,4**	**0,75**	**12,1**	**25,0**	**54,2**
23/03/2023	56,7	0,75	16,2	25,0	41,2
19/04/2023	44,9	0,75	13,1	25,0	44,7
10/05/2023	40,7	0,75	17,1	25,0	42,8
03/06/2023	29,3	0,75	12,3	25,0	54,0
25/06/2023	29,3	0,75	12,3	25,0	54,0
17/07/2023	28,8	0,75	12,3	25,0	56,0
12/08/2023	69,1	0,75	6,60	25,0	84,2
05/09/2023	72,2	0,75	6,90	25,0	56,8
Silomais	**30,4**	**0,90**	**9,00**	**29,0**	**45,6**
23/03/2023	25,1	0,90	7,60	29,0	49,1
19/04/2023	29,0	0,90	6,90	29,0	40,5
10/05/2023	29,7	0,90	7,00	29,0	41,2
03/06/2023	31,8	0,90	10,5	29,0	43,7
25/06/2023	31,8	0,90	10,5	29,0	43,7
17/07/2023	31,2	0,90	11,2	29,0	43,0
12/08/2023	34,2	0,90	9,30	29,0	57,8
Silomais dolce	**25,0**	**0,90**	**8,60**	**29,0**	**41,6**
05/09/2023	25,0	0,90	8,60	29,0	41,6

Tabella 4.6 – Composizione dei campioni dei foraggi dell'azienda V, derivante dalle analisi NIR (UFL e UIP sono dati derivanti dalle Tabelle Succi).

4.3 Analisi produttive

Le analisi sulla produzione delle bovine da latte sono condotte da tenici specializzati dell'AIA presso tutte le aziende che aderiscono al servizio. I dati raccolti vengono poi caricati nel database centrale, per poi essere pubblicati sul bollettino annuale. Si pubblicano i dati a livello nazionale e provinciale, elencando, non solo le medie quali-quantitative, ma anche una graduatoria di merito degli allevamenti e delle vacche migliori (AIA, 2022).

I controlli funzionali sono fondamentali per svariati motivi. in termini generali, sono un'importante fonte di dati per eventuali studi e indagini di impronta economica o tecnica. A livello aziendale gli obiettivi sono il monitoraggio dello stato di salute e benessere delle bovine e l controllo dei vari parametri per ragioni economiche. Alcuni dei parametri che si misurano sono indicatori di sanità della mammella e dell'animale stesso (ad esempio le cellule somatiche per le mastiti); dunque, importanti variazioni possono rappresentare un primo campanello d'allarme per l'allevatore che, spesso, non è in grado di individuare patologie e/o infezioni asintomatiche. Si tocca anche il contesto economico, in quanto la qualità del latte è fondamentale per la sua caseificazione e commercializzazione.

4.3.1 Azienda A

Con una quantità media di capi in lattazione pari a 53 bovine, l'azienda A presentava una produzione media pari a 29,8 kg di latte al giorno per ogni capo (Tabella 4.7). La quantità di latte prodotto è rimasta abbastanza costante lungo tutto il periodo di studio, ad eccezione dei primi mesi e il periodo estivo, dove la produzione è scesa rispettivamente a 26,0 kg/d e 28,0 kg/d (luglio). Non avendo i dati precedenti, è difficile spiegare la minor produzione di settembre 2022; tuttavia, può essere causata da un cambio di razione, i cui risultati emergono a distanza di tempo, oppure ad un precedente periodo di stress da caldo da cui le bovine si dovevano riprendere. Nei mesi estivi del 2023, il calo produttivo è stato attribuito principalmente a quest'ultimo problema: nonostante le temperature medie giornaliere (Figura 4.2) non fossero estremamente elevate e il THI medio giornaliero (Figura 4.4) non fosse critico, durante le ore più calde della giornata le temperature hanno raggiunto e superato i 30°C e, di conseguenza, non si esclude che anche il THI potesse essere più alto. Durante il resto dell'anno, la produzione media giornaliera si è mantenuta superiore a 30,0 kg, con un massimo di 32,6 kg nel mese di maggio. Per quanto riguarda

la composizione del latte, le proteine sono rimaste abbastanza costanti lungo l'intero periodo di studio, con una media pari a 3,75 ± 0,19%; il tenore in grasso, invece, ha subito un progressivo calo tra febbraio e giugno, raggiugendo un minimo del 3,65%. La media complessiva è comunque stata pari al 3,86%, leggermente inferiore alla media nazionale, soprattutto se si considera la razza Bruna. Anche le cellule somatiche si sono mantenute abbastanza stabili, comprese tra un valore minimo di 5,21 $\log_{10}$ e un massimo di 5,41 $\log_{10}$ registrato nel mese di settembre (si ricorda che i dati sono in scala logaritmica per poterli elaborare significativamente). Per quanto riguarda i giorni di lattazione media sono stati molto variabili, mentre il numero di lattazione media è stato attorno a 3, nonostante ci fossero capi al quinto parto.

Effettuare un paragone tra le razze (Tabella 4.7) è difficile vista la stragrande maggioranza di capi di razza Bruna e numeri piccolissimi di Frisona e incroci di meticcia. Osservando i dati relativi alla Frisona, infatti, è ipotizzabile che l'allevatore abbia scelto di mantenere in stalla i capi di tale razza perché estremamente produttivi. Si può confermare, comunque, quanto scritto nel paragrafo 1.2: la Frisona tende a produrre una maggior quantità di latte (si vedano i mesi di dicembre e gennaio, dove la Frisona ha prodotto fino a quasi 10 kg in più rispetto alla Bruna), ma con un contenuto in grasso e proteine più basso rispetto alla Bruna che, al contrario, spicca da questo punto di vista.

DATA CONTROLLO (RAZZA)	N. CAPI	PRODUZIONE MEDIA (kg)	GRASSO MEDIO (%)	PROTEINE MEDIE (%)	CELLULE SOMATICHE MEDIE (log)	STADIO LATTAZIONE MEDIO (d)	NUMERO LATTAZIONE MEDIO
08/09/2022	**51**	**26,8**	**3,94**	**3,60**	**5,41**	**204**	**3**
Frisona	3	31,6	3,66	3,19	5,07	45,7	2
Bruna	43	26,4	3,99	3,68	5,38	221	3
Meticcia	5	27,0	3,73	3,18	5,88	156	4
06/10/2022	**50**	**26,4**	**3,96**	**3,81**	**5,40**	**183**	**3**
Frisona	2	28,8	3,49	3,76	5,21	88,0	2
Bruna	45	26,0	4,00	3,84	5,41	192	3
Meticcia	3	29,9	3,75	3,49	5,45	118	2
04/11/2022	**50**	**32,4**	**3,76**	**3,74**	**5,21**	**159**	**3**
Frisona	3	33,2	3,81	3,78	5,43	80,7	4
Bruna	44	32,3	3,77	3,76	5,19	166	3
Meticcia	3	32,7	3,47	3,50	5,21	147	2
30/11/2022	**52**	**30,1**	**3,82**	**3,74**	**5,33**	**182**	**3**
Frisona	3	39,0	3,75	3,54	5,51	107	4
Bruna	46	29,5	3,80	3,77	5,29	187	3
Meticcia	3	29,8	4,22	3,50	5,70	173	2
05/01/2023	**56**	**30,8**	**4,13**	**3,84**	**5,23**	**164**	**3**
Frisona	3	37,9	3,06	3,75	5,27	143	4
Bruna	50	30,8	4,17	3,86	5,22	162	3
Meticcia	3	24,4	4,47	3,65	5,38	209	2
08/02/2023	**54**	**29,1**	**3,89**	**3,80**	**5,22**	**179**	**3**
Frisona	3	33,1	3,83	3,81	5,51	177	4
Bruna	49	28,8	3,89	3,82	5,22	180	3
Meticcia	2	30,0	4,01	3,34	4,80	176	3
10/03/2023	**54**	**32,1**	**3,74**	**3,69**	**5,21**	**175**	**3**
Frisona	3	34,6	3,57	3,65	5,56	207	4
Bruna	49	31,9	3,74	3,71	5,19	171	3
Meticcia	2	32,2	3,84	3,33	5,23	206	3
05/04/2023	**53**	**32,2**	**3,67**	**3,72**	**5,24**	**191**	**3**
Frisona	3	34,4	3,37	3,59	5,74	233	4
Bruna	48	32,1	3,69	3,74	5,22	187	3
Meticcia	2	32,3	3,81	3,31	4,77	232	3
04/05/2023	**52**	**32,6**	**3,65**	**3,71**	**5,21**	**202**	**3**
Frisona	3	30,8	3,91	3,92	5,85	262	4
Bruna	48	32,5	3,64	3,70	5,17	198	3
Meticcia	1	44,2	3,44	3,40	5,08	215	1
08/06/2023	**51**	**30,4**	**3,66**	**3,78**	**5,16**	**220**	**3**
Frisona	3	31,3	3,75	3,72	5,42	297	4
Bruna	47	30,1	3,66	3,79	5,13	215	3
Meticcia	1	42,0	3,20	3,46	5,69	250	1
07/07/2023	**54**	**28,9**	**4,03**	**3,71**	**5,25**	**230**	**3**
Frisona	3	23,2	4,63	3,84	5,61	326	4
Bruna	49	29,0	4,02	3,72	5,22	227	2
Meticcia	2	34,0	3,39	3,22	5,29	153	3
01/09/2023	**55**	**26,1**	**4,00**	**3,88**	**5,35**	**248**	**2**
Frisona	2	28,6	3,68	3,72	6,22	387	5
Bruna	51	25,9	4,04	3,90	5,31	244	2
Meticcia	2	29,3	3,37	3,48	5,42	209	3
Tot. osservazioni	**632**	**29,8**	**3,86**	**3,75**	**5,27**	**195**	**3**

Tabella 4.7 – Analisi quali-quantitative del latte medio giornaliero da settembre 2022 a settembre 2023 in base alla razza bovina, relative all'azienda A.

Oltre alla razza, è interessante osservare l'andamento della produttività e della qualità del latte in relazione al numero di parti delle bovine.

In figura 4.13 è possibile notare che le bovine oltre la terza lattazione sono state più produttive e hanno superato anche i 35 kg/d tra marzo e maggio,mantenendosi comunque sempre oltre i 30 kg (32,5 kg in media). In questo caso si parla di bovine al massimo alla quarta lattazione, non oltre (era presente una sola bovina alla settima lattazione).

Le primipare si sono confermate essere quelle con una produzione più bassa, che ha raggiunto un massimo di 30 kg, per una media di soli 25,9 kg/d. Le secondipare si sono collocate tra le due categorie precedenti, con una media pari a 29,5 kg di latte prodotto giornalmente.

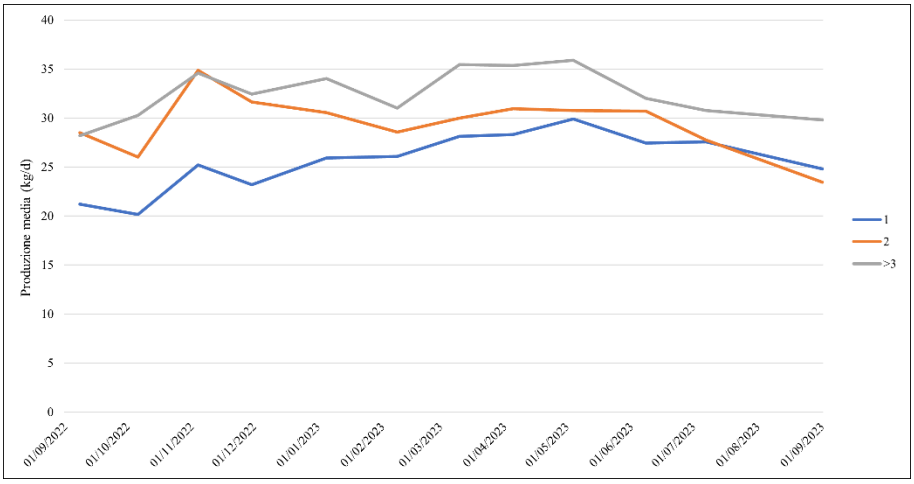

Figura 4.13 – Andamento della produzione media delle bovine in relazione al numero di lattazione, nel periodo compreso tra settembre 2022 e settembre 2023, relativo all'azienda A.

La percentuale di grasso nel latte (Figura 4.14) non ha risentito in maniera così netta del numero di parti. Tuttavia, si può evidenziare un maggiore tenore lipidico nelle primipare fino a novembre 2022 e un aumento nel latte delle secondipare negli ultimi mesi, fino a superare il 4,50%. I valori medi sono stati molto vicini tra loro: 3,85% per le primipare, 3,90% per le secondipare e 3,80% per terzipare e oltre. Da questo grafico si può notare, inoltre, la diminuzione di grasso nel latte nei mesi più caldi.

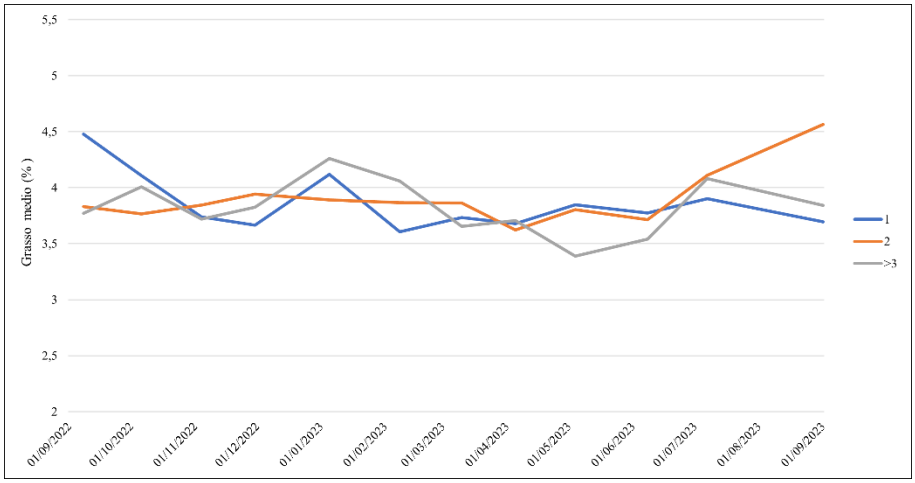

Figura 4.14 – Andamento del tenore lipidico nel latte in relazione al numero di lattazione, nel periodo compreso tra settembre 2022 e settembre 2023, relativo all'azienda A.

Le proteine (Figura 4.15) hanno presentato un quadro simile a quello del grasso. Anche in questo caso nei primi mesi dello studio spiccano le primipare, per le quali si è registrato poi un progressivo calo; mentre le secondipare dal mese di marzo hanno aumentato il tenore proteico nel latte fino a superare il 4%. In media le secondipare e le terzipare si sono confermate le migliori secondo questo aspetto (3,80%), mentre le primipare hanno avuto un contenuto proteico leggermente più basso (3,76%).

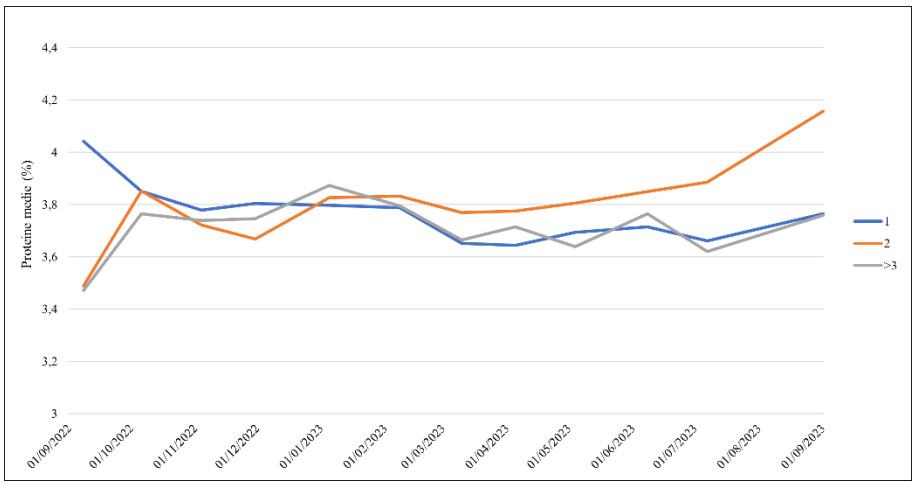

Figura 4.15 – Andamento del tenore proteico nel latte in relazione al numero di lattazione, nel periodo compreso tra settembre 2022 e settembre 2023, relativo all'azienda A.

A differenza dei precedenti, le cellule somatiche hanno risentito particolarmente del numero di lattazione (Figura 4.16). Come riportato in diversi studi, si conferma che all'aumentare del numero di lattazione, aumenta notevolmente il quantitativo di cellule somatiche. Il latte di primipare ha presentato un contenuto medio di cellule somatiche pari a 5,08 $\log_{10}$ mentre per le vacche oltre la terza lattazione la media è stata pari a 5,37 $\log_{10}$. Pur non essendoci una grande differenza, i valori sono dovuti al fatto che le bovine più giovani presentano i tessuti della mammella più forti, mentre quelle con un numero più elevato di parti rilasciano un maggior quantitativo di cellule di sfaldamento. Durante mesi estivi il numero di cellule somatiche ha avuto una tendenza ad aumentare; nel grafico in figura 4.16 si può notare una crescita delle curve relative alle bovine alla prima e alla seconda lattazione a partire da luglio.

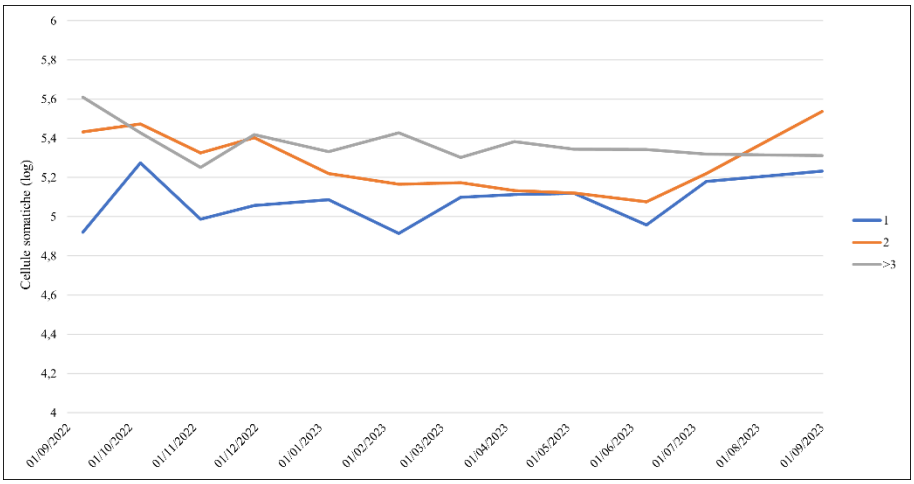

Figura 4.16 – Andamento del numero di cellule somatiche in relazione al numero di lattazione, nel periodo compreso tra settembre 2022 e settembre 2023, relativo all'azienda A.

4.3.2 Azienda G

Con una quantità media di capi in lattazione pari a 20 nel periodo compreso tra ottobre e giugno e una media di 12 capi nei mesi estivi, fino a settembre, l'azienda G presentava una produzione media pari a 27,8 kg di latte al giorno per ogni capo (Tabella 4.8). La quantità di latte prodotto è rimasta abbastanza costante lungo tutto il periodo di studio, ad eccezione del mese di giugno, dove la produzione è scesa a 23 kg/d. Presumibilmente il calo produttivo è dovuto principalmente ad un leggero aumento delle temperature e al cambio di razione: in quel periodo, infatti, è stata introdotta nella dieta l'erba fresca. Durante il resto dell'anno, la produzione media giornaliera si è mantenuta compresa tra i

26 kg e i 30 kg, sfiorati nel mese di luglio. Nonostante l'aumento delle temperature (Figura 4.6), si è registrato un aumento della produttività, a dare il valore massimo misurato durante il periodo di studio. Si nota, però, che questo incremento corrisponde ad un calo del numero di capi, dovuto principalmente all'asciutta o all'alpeggio (per queste bovine non è stato possibile portare avanti lo studio); dunque, analizzando in maniera più approfondita i controlli funzionali, è emerso che le vacche rimanenti erano le più produttive, anche perché erano all'inizio o a metà della lattazione e non verso la fine come nel mese precedente (la media dei giorni di lattazione è apparsa elevata in quanto sono presenti due capi ben oltre al quattrocentesimo giorno). Per quanto riguarda la composizione del latte, le proteine oscillavano tra un minimo del 3,57% nel mese di settembre 2023 e un massimo del 3,86% nel settembre successivo, per una media pari a 3,71± 0,12%. Il tenore in grasso, invece, ha subìto un incremento tra settembre e ottobre 2022, per poi rimane abbastanza stabile, superiore al 4,00% fino a settembre 2023, ad eccezione deli mesi di febbraio e luglio. A febbraio si è registrato un calo di quasi lo 0,40% dovuto probabilmente ad un cambio razione o altri fattori che non si conoscono, in quanto lo studio è cominciato il mese successivo. Nel mese di luglio, invece, si è osservata una diminuzione pari allo 0,70%, fino a raggiungere un valore del 3,59%. Tale andamento è dovuto principalmente ad un effetto diluizione, in quanto la quantità di latte prodotto è aumentata di 6 kg. La media complessiva è stata comunque pari al 4,10%, perfettamente coerente con la media nazionale per la razza Bruna. Anche le cellule somatiche si sono mantenute abbastanza stabili, comprese tra un valore minimo di 4,65 $\log_{10}$ (a febbraio 2023) e un massimo di 5,01 $\log_{10}$ registrato nel mese di settembre 2022. Poiché che i dati correlati alle cellule somatiche sono in scala logaritmica a base 10, la media pari a 4,82 corrisponde a circa 66'000 cell/mL, valore più che ottimale, estremamente più basso rispetto alla media provinciale. Per quanto riguarda i giorni di lattazione medi sono stati molto variabili, mentre il numero di lattazione media è stato attorno a 3, nonostante ci siano capi oltre al settimo parto.

Per quest'azienda non è stato logico effettuare un paragone tra le razze (Tabella 4.8), in quanto erano presenti solamente due capi di incrocio di meticcia e tutti gli altri sono di razza Bruna. Si può comunque osservare che la razza prevalente ha manifestato una minor produttività, sempre al di sotto dei 30 kg/d in media. Gli incroci di meticcia, invece, si sono mantenuti sempre oltre questa soglia, raggiungendo anche picchi di 36 kg/d.

Tuttavia, visto il numero così basso di questi capi, è ipotizzabile che l'allevatore abbia scelto di mantenerli in stalla perché estremamente produttivi. Si può confermare, comunque, quanto scritto nel paragrafo 1.2: la Bruna tende a produrre latte di ottima qualità, con un tenore in grasso e proteine molto elevato, al di sopra della media nazionale generale.

DATA CONTROLLO (RAZZA)	N. CAPI	PRODUZIONE MEDIA (kg)	GRASSO MEDIO (%)	PROTEINE MEDIE (%)	CELLULE SOMATICHE MEDIE (log)	STADIO LATTAZIONE MEDIO (d)	NUMERO LATTAZIONE MEDIO
21/09/2022	**14**	**29,2**	**3,77**	**3,57**	**5,01**	**187**	**3**
Bruna	11	27,3	3,83	3,67	5,10	190	3
Meticcia	3	36,0	3,57	3,21	4,66	175	3
24/10/2022	**17**	**28,8**	**4,14**	**3,65**	**4,82**	**116**	**3**
Bruna	15	27,8	4,18	3,69	4,89	110	3
Meticcia	2	35,8	3,87	3,41	4,28	164	4
02/12/2022	**21**	**28,8**	**4,08**	**3,58**	**4,76**	**130**	**3**
Bruna	18	27,6	4,08	3,58	4,74	128	3
Meticcia	3	36,2	4,11	3,59	4,86	139	4
11/01/2023	**20**	**28,7**	**4,21**	**3,79**	**4,76**	**139**	**3**
Bruna	16	27,6	4,20	3,84	4,72	140	3
Meticcia	4	33,3	4,27	3,59	4,92	138	3
21/02/2023	**23**	**29,3**	**3,84**	**3,61**	**4,65**	**153**	**3**
Bruna	19	28,6	3,86	3,68	4,64	147	2
Meticcia	4	32,8	3,76	3,28	4,69	179	3
27/03/2023	**21**	**25,9**	**4,26**	**3,79**	**4,85**	**180**	**3**
Bruna	19	25,4	4,31	3,84	4,81	181	2
Meticcia	2	30,2	3,75	3,27	5,22	167	5
08/05/2023	**21**	**27,8**	**4,28**	**3,78**	**4,84**	**200**	**3**
Bruna	18	26,5	4,26	3,84	4,76	210	2
Meticcia	3	35,8	4,37	3,44	5,31	143	4
13/06/2023	**20**	**23,8**	**4,29**	**3,84**	**4,86**	**211**	**3**
Bruna	18	23,3	4,33	3,90	4,82	207	2
Meticcia	2	28,2	3,85	3,34	5,22	245	5
17/07/2023	**10**	**29,8**	**3,59**	**3,61**	**4,92**	**215**	**3**
Bruna	9	29,5	3,65	3,66	4,84	213	3
Meticcia	1	32,6	3,02	3,14	5,67	239	4
19/09/2023	**13**	**26,6**	**4,28**	**3,86**	**4,96**	**226**	**3**
Bruna	11	25,9	4,36	3,98	4,88	237	3
Meticcia	2	30,9	3,83	3,21	5,40	165	5
Tot. Osservazioni	**180**	**27,8**	**4,10**	**3,71**	**4,82**	**171**	**3**

Tabella 4.8 – Analisi quali-quantitative del latte medio giornaliero da settembre 2022 a settembre 2023 in base alla razza bovina, relative all'azienda G.

È risultato invece molto interessante osservare l'andamento della produttività e della qualità del latte in relazione al numero di parti delle bovine.
Il grafico in figura 4.17 ha evidenziato una maggior produttività delle bovine oltre alla terza lattazione. Analizzando nei dettagli i controlli funzionali, si è osservato che tra queste bovine ci sono anche quelle di incrocio di meticcia; dunque risulta complicato effettuare un paragone e trarre conclusioni coerenti, in quanto queste sono più produttive anche per una questione genetica. Tuttavia, le vacche di razza Bruna erano prevalenti eed è stato possibile ipotizzare una produzione leggermente più elevata delle terzipare rispetto alle altre. A conferma di quanto già si conosce, le primipare sono apparse meno produttive rispetto alle secondipare, soprattutto nel mese di settembre 2022; a partire da gennaio le produzioni medie si sono avvicinate, in quanto quella delle primipare è aumentata, mentre quella delle secondipare era in diminuzione. In linea di massima, le tre curve hanno mantenuto lo stesso andamento, in quanto tutte le vacche erano poste nelle stesse condizioni e la produzione è stata influenzata dagli stessi fattori (ad eccezione della questione genetica sopra citata per le pluripare).

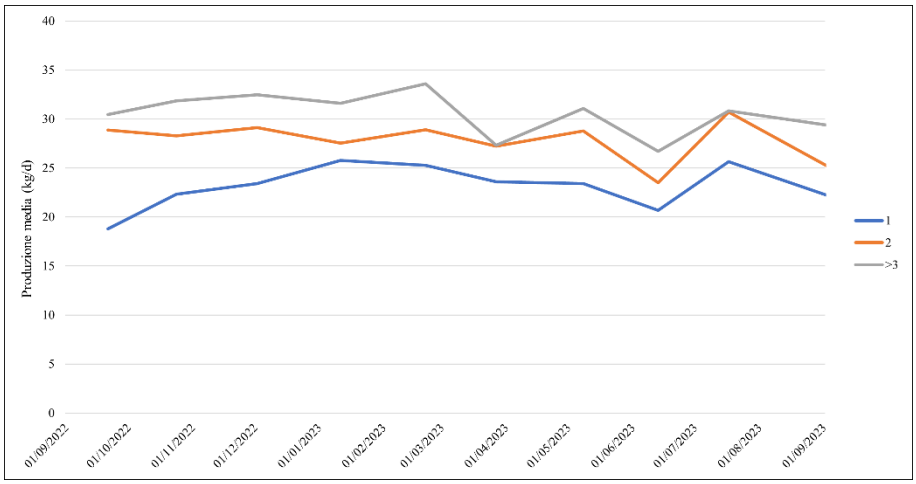

Figura 4.17 – Andamento della produzione media delle bovine in relazione al numero di lattazione, nel periodo compreso tra settembre 2022 e settembre 2023, relativo all'azienda G.

L'andamento del grasso in relazione al numero di lattazione è stato molto irregolare (Figura 4.18). Inizialmente le curve erano molto vicine, poi hanno assunto andamenti propri. Le secondipare hanno mantenuto un tenore lipidico piuttosto stabile, che oscillava attorno al 4%. Primipare e pluripare, eccetto i primi mesi, hanno manifestato un andamento molto simile, che ha visto le primipare costantemente al di sopra delle altre.

Come visto per la quantità di latte prodotto, si ricorda che le vacche oltre al terzo parto comprendevano gli incroci di meticcia che, per ragioni genetiche producono un latte con un contenuto in grasso e proteine molto più basso. Per quanto riguarda le primipare, hanno prodotto un latte con un maggior tenore lipidico rispetto alle altre bovine, superando anche il 4,50%.

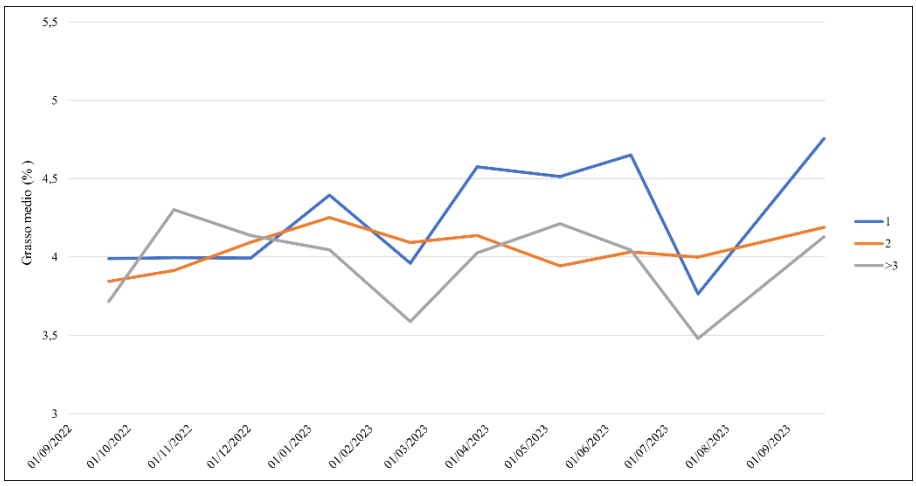

Figura 4.18 – Andamento del tenore lipidico nel latte in relazione al numero di lattazione, nel periodo compreso tra settembre 2022 e settembre 2023, relativo all'azienda G.

Come per il grasso, anche per le proteine nel latte si è evidenziato un andamento molto irregolare in base al numero di parti. Si ribadisce che le bovine oltre alla terza lattazione comprendevano gli incroci di meticcia, che per fattori genetici producono un latte con un minor tenore proteico. Inizialmente il latte delle primipare presentava un contenuto in proteine molto più elevato rispetto alle altre, successivamente si è registrato un progressivo calo e si è verificata la situazione opposta. Osservando solamente le primipare e le secondipare, si è notato che queste ultime mantengono valori più elevati, superando anche il 4%. La curva delle primipare è stata in progressivo aumento tra dicembre e settembre, da un valore del 3,40%, fino al 4,00%

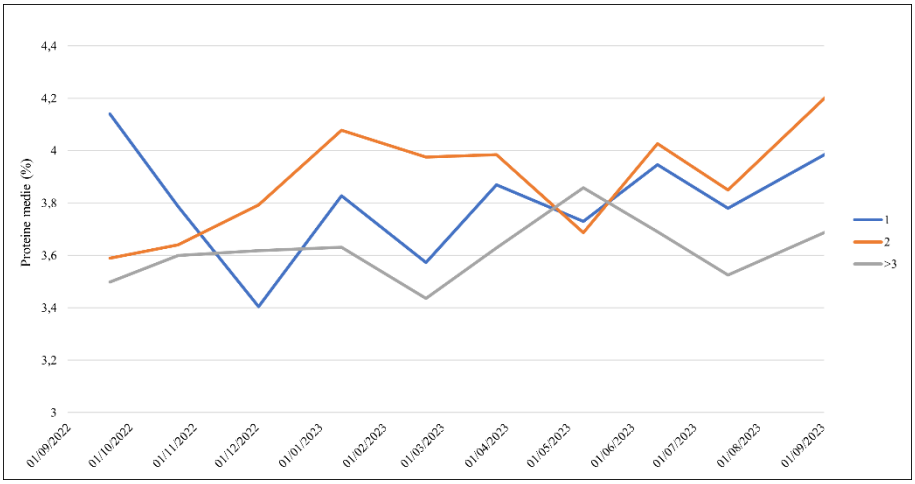

Figura 4.19 – Andamento del tenore proteico nel latte in relazione al numero di lattazione, nel periodo compreso tra settembre 2022 e settembre 2023, relativo all'azienda G.

L'andamento delle cellule somatiche (Figura 4.20) ha confermato quanto emerso da svariati studi: per ragioni fisiologiche, le primipare hanno una tendenza a produrre latte con un numero di cellule somatiche ben inferiore rispetto alle altre; al contrario, il latte di pluripare ne contiene molte di più. Il massimo numero di cellule somatiche registrato per le primipare (4,9 $\log_{10}$) corrispondeva quasi al minimo misurato per le pluripare. Le secondipare, ad eccezione dei primi mesi, dove si è notato un contenuto di CS più elevato, si sono collocate tra le altre due curve.

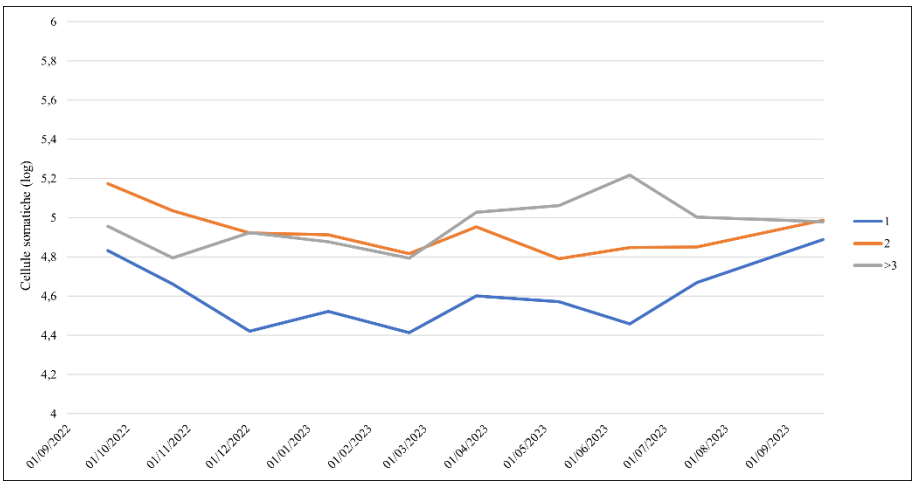

Figura 4.20 – Andamento del numero di cellule somatiche in relazione al numero di lattazione, nel periodo compreso tra settembre 2022 e settembre 2023, relativo all'azienda G.

4.3.3 Azienda V

Con un numero medio di capi in lattazione pari a 45, l'azienda V ha presentato una produzione media pari a 28,1 kg di latte al giorno per ogni capo (Tabella 4.9). La quantità di latte medio prodotto è stata abbastanza altalenante nell'arco del periodo di studio. Tra ottobre e novembre 2022 si è registrato un importante calo produttivo, a raggiungere il valore minimo misurato, pari a 24,4 kg/d. Non avendo altri dati relativi a questo periodo, si presume che tale diminuzione sia stata dovuta a modifiche della razione oppure a condizioni anomale o di stress in stalla. Osservando l'andamento in questi due mesi degli altri parametri, in particolare tenore lipidico e proteico, che sono aumentati, si rafforza l'ipotesi di un cambio nella dieta: un'alimentazione che spinge per aumentare tali valori potrebbe aver influito negativamente sulla produzione. Nei mesi successivi si è registrato nuovamente un incremento e il latte medio prodotto si è mantenuto attorno ai 30 kg/d, fino al mese di giungo, con due eccezioni nei mesi di marzo e maggio. Sia nel mese di marzo che a maggio la produzione media è calata di 4 kg/d (rispetto al mese precedente). A marzo tale situazione si può spiegare osservando il numero di capi presenti: rispetto al mese precedente ce n'erano tre in più; questo significa che c'erano almeno tre bovine fresche di parto, che hanno manifestato una minor produttività, in quanto al primo stadio della lattazione. Nel mese di maggio, invece, la situazione è apparsa più anomala e, con i dati a disposizione, non è stato possibile trovare una spiegazione precisa. Anche nei mesi di luglio e agosto la produzione ha assunto un andamento negativo, dovuto principalmente a temperature più elevate. Nonostante le temperature medie giornaliere (Figura 4.10) non fossero estremamente elevate e il THI medio giornaliero (Figura 4.12) non fosse critico, durante le ore più calde della giornata le temperature hanno raggiunto e superato i 30°C e, di conseguenza, non si esclude che anche il THI fosse più alto. Anche il tenore lipidico è stato caratterizzato da un'elevata variabilità: si è passati da un minimo del 3,58% nel mese di giugno ad un massimo del 4,77% nel mese di novembre 2022, per una media del 4,06%. Nonostante il valore medio fosse molto buono, soprattutto considerando anche che si tratta di vacche di razza Frisona e incroci di meticcia, durante molti mesi il contenuto di grasso nel latte è stato particolarmente al di sotto della media nazionale. Come anticipato, si ipotizza che l'aumento tra ottobre e novembre 2022 sia dovuto ad una nuova razione orientata proprio in questa direzione. Le proteine hanno manifestato, più o meno, lo stesso andamento del grasso. Il valore medio, pari a 3,63%,

si è mantenuto in linea con la media nazionale. Tuttavia, si possono notare mesi in cui il tenore proteico medio nel latte è stato molto più basso: a settembre si è registrato un minimo del 3,39%.

Le cellule somatiche hanno assunto valori compresi tra un minimo di 4,93 $\log_{10}$ e un massimo di 5,13 $\log_{10}$, per una media di 5,04 $\log_{10}$. Per quanto riguarda i giorni di lattazione media sono stati molto variabili, mentre il numero di lattazione media è risultata circa 3, nonostante ci fossero capi al settimo parto.

È stato possibile effettuare un paragone tra la razza Frisona e l'incrocio di meticcia (Tabella 4.9), dal momento in cui i capi presenti erano ben proporzionati. Osservando i dati si può notare che hanno avuto un andamento molto simile e non sono stati molto distanti tra loro. Per quanto riguarda la razza Bruna, era presente un solo capo, i cui dati sono parecchio anomali: è abbastanza raro che una bovina al tredicesimo giorno di lattazione abbia una produzione così elevata (44,2 kg nel mese di aprile). Si consideri che si trattava sempre della stessa bovina, che da gennaio a marzo era in asciutta, e nei mesi precedenti le produzioni erano molto più basse (se ci fosse una genetica molto forte da questo punto di vista, il fatto di essere all'ultimo stadio della lattazione non avrebbe inciso così tanto). Questa razza, inoltre, non spicca per la sua produttività e la media aziendale nettamente minore va ad aumentare il dubbio di errore.

DATA CONTROLLO (RAZZA)	N. CAPI	PRODUZIONE MEDIA (kg)	GRASSO MEDIO (%)	PROTEINE MEDIE (%)	CELLULE SOMATICHE MEDIE (log)	STADIO LATTAZIONE MEDIO (d)	NUMERO LATTAZIONE MEDIO
01/09/2022	**40**	**27,4**	**4,07**	**3,58**	**5,13**	**220**	**2**
Frisona	17	29,2	4,18	3,66	4,97	250	3
Bruna	1	24,8	4,25	3,93	4,80	318	1
Meticcia	22	26,2	3,96	3,51	5,28	191	2
06/10/2022	**39**	**30,0**	**4,15**	**3,61**	**4,98**	**193**	**3**
Frisona	16	29,9	4,20	3,70	5,01	226	3
Bruna	1	23,2	4,56	4,26	4,94	353	1
Meticcia	22	30,5	4,10	3,51	4,96	163	2
04/11/2022	**45**	**24,4**	**4,77**	**3,80**	**5,12**	**175**	**3**
Frisona	21	25,2	4,64	3,78	5,07	183	3
Bruna	1	17,8	5,72	4,68	6,02	382	1
Meticcia	23	24,0	4,85	3,79	5,12	159	2
06/12/2022	**48**	**30,0**	**3,88**	**3,57**	**5,01**	**178**	**3**
Frisona	23	32,1	3,79	3,52	5,00	184	3
Bruna	1	20,1	4,94	4,13	5,00	414	1
Meticcia	24	28,3	3,93	3,59	5,03	163	2
02/01/2023	**47**	**28,3**	**4,15**	**3,64**	**5,08**	**198**	**3**
Frisona	24	27,7	3,95	3,65	5,27	203	3
Meticcia	23	28,9	4,34	3,63	4,89	193	2
01/02/2023	**49**	**30,5**	**3,83**	**3,68**	**4,99**	**212**	**3**
Frisona	25	30,0	3,83	3,69	5,04	224	3
Meticcia	24	31,0	3,82	3,67	4,94	199	3
01/03/2023	**52**	**26,6**	**3,99**	**3,75**	**5,03**	**203**	**3**
Frisona	25	26,8	3,96	3,75	5,09	204	3
Meticcia	27	26,5	4,01	3,75	4,99	203	2
04/04/2023	**50**	**30,6**	**4,08**	**3,65**	**4,93**	**223**	**2**
Frisona	24	30,1	4,07	3,69	4,96	234	2
Bruna	1	44,2	2,12	3,58	4,63	13,0	2
Meticcia	25	30,5	4,16	3,61	4,91	221	2
02/05/2023	**49**	**26,4**	**4,16**	**3,72**	**4,98**	**234**	**2**
Frisona	23	26,1	4,21	3,81	4,99	249	2
Bruna	1	37,6	3,77	3,64	5,02	41,0	2
Meticcia	25	26,2	4,12	3,64	4,97	227	2
06/06/2023	**43**	**30,9**	**3,58**	**3,50**	**4,93**	**218**	**2**
Frisona	22	31,1	3,65	3,59	5,00	225	2
Bruna	1	37,7	3,68	3,61	5,90	76,0	2
Meticcia	20	30,3	3,49	3,40	4,80	217	2
07/07/2023	**40**	**25,9**	**4,26**	**3,64**	**5,00**	**215**	**2**
Frisona	20	26,6	4,33	3,73	4,99	219	2
Bruna	1	30,6	4,81	3,90	4,56	105	2
Meticcia	19	24,9	4,15	3,53	5,02	216	2
01/09/2023	**41**	**25,8**	**3,90**	**3,39**	**5,38**	**177**	**3**
Frisona	17	24,7	4,27	3,51	5,38	190	3
Bruna	1	25,8	4,12	3,84	4,79	163	2
Meticcia	23	26,6	3,64	3,29	5,41	167	3
Tot. Osservazioni	**543**	**28,1**	**4,06**	**3,63**	**5,04**	**204**	**3**

Tabella 4.9 – Analisi quali-quantitative del latte medio giornaliero da settembre 2022 a settembre 2023 in base alla razza bovina, relative all'azienda V.

Oltre alla razza, è stato interessante osservare l'andamento della produttività e della qualità del latte in relazione al numero di parti delle bovine. Di seguito si propone questo tipo di confronto.

In termini produttivi la differenza tra le bovine a diversi numeri di lattazione è stata minima e ha mantenuto lo stesso andamento (Figura 4.21). In linea di massima le secondipare sono risultate leggermente più produttive, con valori superiori a 30 kg, mentre le primipare sono sempre rimanste al di sotto di tale numero. Solo nei mesi di settembre e giugno le pluripare sono risultate più produttive delle altre vacche, altrimenti si sono collocate tra primipare e secondipare, tra i 25 kg e i 30 kg medi giornalieri. Tale situazione è dovuta anche e soprattutto ad un fattore alimentare, analizzato in seguito.

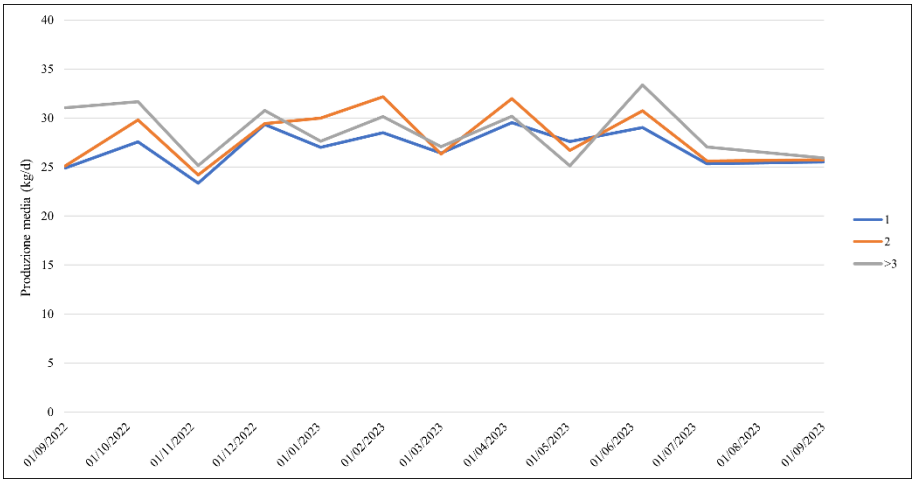

Figura 4.21 – Andamento della produzione media delle bovine in relazione al numero di lattazione, nel periodo compreso tra settembre 2022 e settembre 2023, relativo all'azienda V.

Il tenore lipidico ha avuto un andamento più irregolare rispetto alla produttività, ma i valori non si sono discostati di molto tra loro (Figura 4.22). Durante i primi mesi dello studio il latte con un maggior contenuto in grasso è stato quello prodotto dalle primipare; da novembre in poi si è registrato un calo (anche sotto al 3,5%) e il contenuto in grasso è risultato il più basso. Le curve riguardanti secondipare e terzipare e oltre erano molto vicine tra loro e si sono incrociate svariate volte, con una leggera prevalenza delle prime.

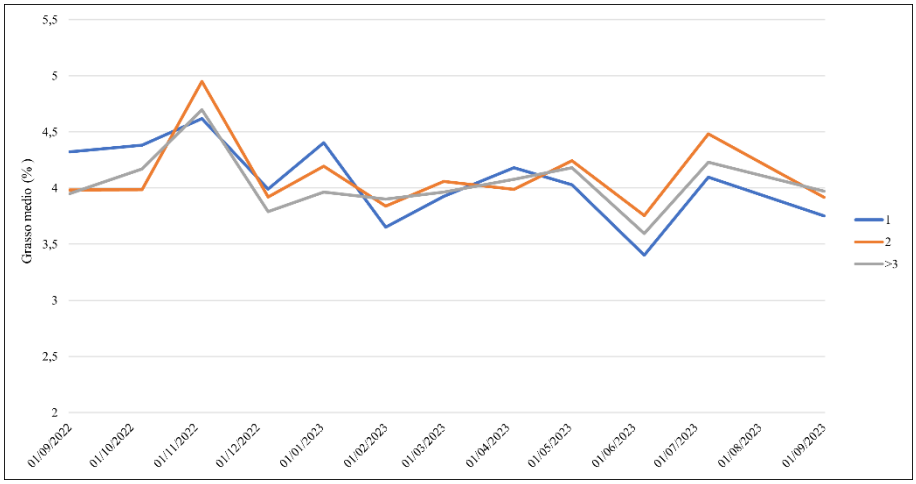

Figura 4.22 – Andamento del tenore lipidico medio delle bovine in relazione al numero di lattazione, nel periodo compreso tra settembre 2022 e settembre 2023, relativo all'azienda V.

Per quanto riguarda le proteine medie nel latte, si sono registrate maggiori differenze tra le bovine a diverso numero di lattazione (Figura 4.23). Fino al mese di gennaio il latte delle primipare ha presentato un maggior tenore proteico, con un picco di quasi il 4,00%, mentre durante i mesi restanti il primato è spettato alle secondipare che, però, non hanno mai raggiunto tale valore. Le vacche oltre al terzo stadio di lattazione hanno prodotto un latte con un tenore proteico molto più basso, che ha mantenuto valori non superiori al 3,70%, toccando anche un minimo inferiore al 3,40%.

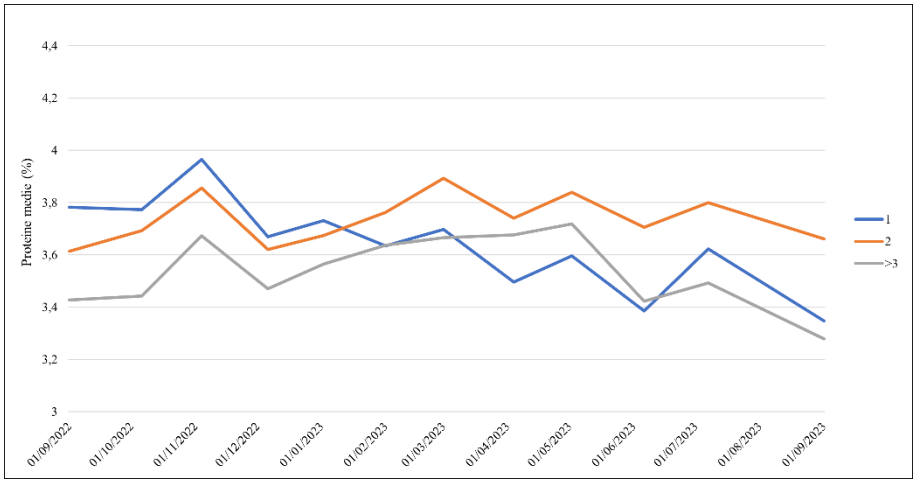

Figura 4.23 – Andamento del tenore proteico medio delle bovine in relazione al numero di lattazione, nel periodo compreso tra settembre 2022 e settembre 2023, relativo all'azienda V.

Il numero di cellule somatiche (Figura 4.23), a conferma di diversi studi e di quanto detto in precedenza, è stato più elevato nel latte prodotto da bovine alla terza lattazione e oltre, per questioni di fisiologia della mammella. Per quanto riguarda le primipare, esse hanno mantenuto un numero di cellule somatiche relativamente più basso, quasi sempre sotto a 5 $\log_{10}$. Nel mese di novembre si è registrato un picco che non ha raggiunto per poco il 5,4 $\log_{10}$. Tale dato è dovuto alla presenza di tre vacche sicuramente affette da mastite con un numero di cellule somatiche superiore che, in un caso specifico, ha superato anche i 10 milioni/mL (7,04 $\log_{10}$). Le secondipare si sono mantenute per un primo periodo al di sotto delle primipare (influenzate dal valore appena citato) e poi leggermente al di sopra.

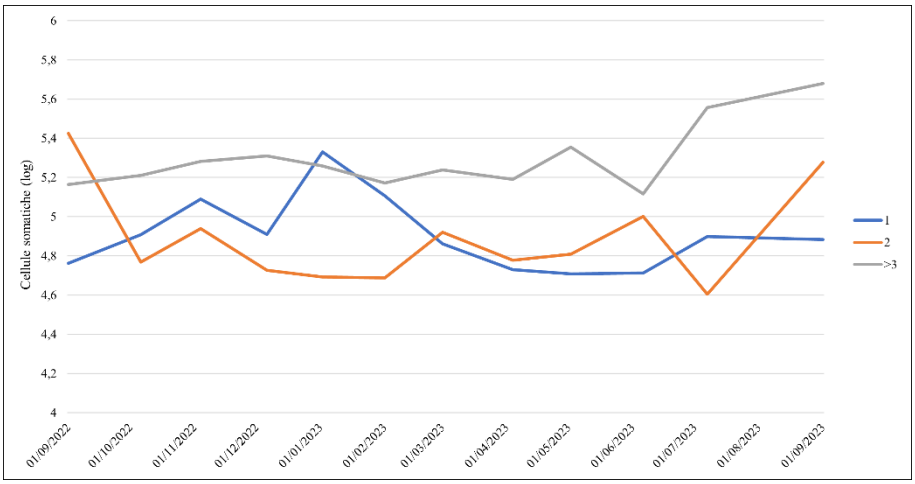

Figura 4.23 – Andamento del numero di cellule somatiche medio delle bovine in relazione al numero di lattazione, nel periodo compreso tra settembre 2022 e settembre 2023, relativo all'azienda V.

4.4 Calcolo dei fabbisogni

Dalle analisi dei controlli funzionali non sono emerse grandi differenze quali-quantitative durante tutto il periodo di monitoraggio; quindi, non è stato necessario effettuare il calcolo dei fabbisogni per ogni mese. Si è ritenuto opportuno effettuare quest'operazione in corrispondenza di variazioni importanti nella produzione di latte; dunque, i fabbisogni sono stati calcolati tre volte: al momento di inizio e fine del periodo di studio (marzo e settembre 2023) e circa a metà, nel mese di giugno-luglio (a seconda dei dati emersi dai controlli funzionali).

4.4.1 Azienda A

Al momento di inizio del monitoraggio, l'azienda A presentava 54 capi in produzione (49 di razza Bruna, 2 di razza Frisona e 3 incroci di meticcia), per un peso vivo medio pari a 655 kg, alla venticinquesima settimana di lattazione in media. Dai controlli funzionali è emersa una produzione media di 32 kg, con un tenore in grasso pari al 3,74% e un contenuto in proteine pari al 3,69% (Tabella 4.10).

INPUT		
Peso vivo (PV)	kg	655
Settimane lattazione		25
Latte	kg	32,1
Grasso	%	3,74
Proteine	%	3,69

Tabella 4.10 – Dati input necessari al calcolo dei fabbisogni per i mesi da marzo a giugno 2023, relativi all'azienda A.

Dai dati precedenti si sono ricavati i valori di FCM (*fat corrected milk*) e FPCM (*fat and protein corrected milk*): rispettivamente 30,8 kg e 31,6 kg.

L'ingestione di sostanza secca (SS) secondo le formule proposte dall'NRC nel 1989 (si veda il paragrafo 3.6) è risultata pari a 21,5 kg/d; utilizzando, invece, le equazioni proposte nel 2001, il fabbisogno in sostanza secca era pari a 23,9 kg/d.

Oltre al fabbisogno in sostanza secca si sono calcolati quelli energetico, proteico e in fibra, a partire dalle equazioni proposte nel paragrafo 3.6.

Di seguito si illustrano i risultati (Tabella 4.11).

FABBISOGNI		kg o % SS	kg/d NRC89	kg/d NRC01	kg/d MEDIO
UFL/kg SS		0,92	19,9	22,1	**21,0**
PG	% SS	15,7	3,38	3,75	**3,57**
UIP	% PG	34,8	1,18	1,31	**1,24**
PDI	% SS	10,5	2,26	2,51	**2,38**
NDF	% SS	32,8	7,06	7,84	**7,45**
NDF-FLS	% SS	9,64	2,07	2,30	**2,19**

Tabella 4.11 – Fabbisogni delle bovine per i mesi da marzo a giugno 2023, relativi all'azienda A.

Come anticipato, si è ritenuto opportuno effettuare nuovamente il calcolo dei fabbisogni all'inizio del mese di luglio, in quanto si è registrato un calo della produzione e un

aumento delle settimane di lattazione (entrambi fattori che influenzano i risultati). L'azienda A presentava lo stesso numero di capi in produzione, per un peso vivo medio pari a 655 kg, alla settimana di lattazione numero 33 (in media). Dai controlli funzionali è emersa una produzione media di 29 kg (si è registrato un calo di 3 kg rispetto al mese di marzo), con un tenore in grasso pari al 4,03% e in proteine pari al 3,71% (Tabella 4.12). Si è verificato, quindi, un buon aumento del contenuto lipidico, mentre quello proteico è rimasto stabile.

INPUT		
Peso vivo (PV)	kg	655
Settimane lattazione		33
Latte	kg	29,0
Grasso	%	4,03
Proteine	%	3,71

Tabella 4.12 – Dati input necessari al calcolo dei fabbisogni per i mesi di luglio e agosto 2023, relativi all'azienda A.

Dai dati precedenti si sono ricavati i valori di FCM (*fat corrected milk*) e FPCM (*fat and protein corrected milk*): rispettivamente 29,1 kg e 29,6 kg.

L'ingestione di sostanza secca (SS) ha subito una leggerissima diminuzione rispetto ai mesi precedenti. Secondo le formule proposte dall'NRC nel 1989 (si veda il paragrafo 3.6) era pari a 21,0 kg/d; utilizzando, invece, le equazioni proposte nel 2001, il fabbisogno in sostanza secca era pari a 23,4 kg/d, per un valore medio pari a 22,2 kg/d.

Di seguito si illustrano i risultati dei fabbisogni in energia (UFL), proteine e fibra (Tabella 4.13).

FABBISOGNI		kg o % SS	kg/d NRC89	kg/d NRC01	kg/d MEDIO
UFL/kg SS		0,91	19,19	21,3	**20,3**
PG	% SS	15,6	3,27	3,63	**3,45**
UIP	% PG	34,3	1,12	1,25	**1,18**
PDI	% SS	10,3	2,17	2,41	**2,29**
NDF	% SS	33,3	7,00	7,78	**7,39**
NDF-FLS	% SS	10,3	2,17	2,41	**2,29**

Tabella 4.13 – Fabbisogni delle bovine per i mesi di luglio e agosto 2023, relativi all'azienda A.

Per l'ultimo mese dello studio si è effettuato nuovamente il calcolo dei fabbisogni. Al primo settembre 2023 le vacche in produzione erano 55 (51 di razza Bruna, 2 Frisona e 2 incroci di meticcia), per un peso vivo medio pari a 650 kg, alla settimana di lattazione

numero 35 (in media). Dai controlli funzionali è emerso che la produzione era ancora in calo, per una media di 26 kg (3 kg in meno rispetto al mese di luglio), con un tenore in grasso pari al 4,00% e in proteine pari al 3,88% (Tabella 4.14). Il contenuto lipidico è rimasto costante, mentre quello proteico ha subito un leggero aumento rispetto a luglio.

INPUT		
Peso vivo (PV)	kg	650
Settimane lattazione		35
Latte	kg	26,0
Grasso	%	4,00
Proteine	%	3,88

Tabella 4.14 – Dati input necessari al calcolo dei fabbisogni per il mese di settembre 2023, relativi all'azienda A.

Dai dati precedenti si sono ricavati i valori di FCM (*fat corrected milk*) e FPCM (*fat and protein corrected milk*): rispettivamente 26,0 kg e 26,8 kg. Coerentemente con un calo produttivo, anche questi valori sono risultati minori rispetto a quelli dei mesi precedenti. Il fabbisogno d'ingestione di sostanza secca (SS) è diminuito di circa 1 kg/d rispetto al mese di luglio. Secondo le formule proposte dall'NRC nel 1989 (si veda il paragrafo 3.6) era pari a 20,1 kg/d; utilizzando, invece, le equazioni proposte nel 2001, il fabbisogno in sostanza secca era pari a 22,2 kg/d, per un valore medio pari a 21,1 kg/d.
Di seguito si illustrano i risultati dei fabbisogni in energia (UFL), proteine e fibra (Tabella 4.15).

FABBISOGNI		kg o % SS	kg/d NRC89	kg/d NRC01	kg/d MEDIO
UFL/kg SS		0,89	17,9	19,8	**18,9**
PG	% SS	15,3	3,06	3,39	**3,22**
UIP	% PG	33,4	1,02	1,13	**1,08**
PDI	% SS	10,1	2,01	2,23	**2,12**
NDF	% SS	34,3	6,88	7,62	**7,25**
NDF-FLS	% SS	9,51	1,91	2,11	**2,01**

Tabella 4.15 – Fabbisogni delle bovine per il mese di settembre 2023, relativi all'azienda A.

4.4.2 Azienda G

Al momento iniziale del monitoraggio, l'azienda G presentava 21 capi in produzione (19 di razza Bruna, 2 incroci di meticcia), per un peso vivo medio pari a 655 kg, alla ventiseiesima settimana di lattazione in media. Dai controlli funzionali è emersa una

produzione media di 26 kg, con un tenore in grasso pari al 4,26% e un contenuto in proteine pari al 3,79% (Tabella 4.16).

INPUT		
Peso vivo (PV)	kg	655
Settimane lattazione		26
Latte	kg	26
Grasso	%	4,26
Proteine	%	3,79

Tabella 4.16 – Dati input necessari al calcolo dei fabbisogni per i mesi da marzo a giugno 2023, relativi all'azienda G.

Dai dati precedenti si sono ricavati i valori di FCM (*fat corrected milk*) e FPCM (*fat and protein corrected milk*): rispettivamente 27,0 kg e 27,4 kg.
L'ingestione di sostanza secca (SS) secondo le formule proposte dall'NRC nel 1989 (si veda il paragrafo 3.6) era pari a 20,4 kg/d; utilizzando, invece, le equazioni proposte nel 2001, il fabbisogno in sostanza secca era pari a 22,5 kg/d, per una media di 21,4 kg/d.
Oltre al fabbisogno in sostanza secca si sono calcolati quelli energetico, proteico e in fibra, a partire dalle equazioni proposte nel paragrafo 3.6.
Di seguito si illustrano i risultati (Tabella 4.17).

FABBISOGNI		kg o % SS	kg/d NRC89	kg/d NRC01	kg/d MEDIO
UFL/kg SS		0,90	18,3	20,3	**19,3**
PG	% SS	15,4	3,13	3,46	**3,29**
UIP	% PG	33,7	1,05	1,17	**1,11**
PDI	% SS	10,1	2,06	2,28	**2,17**
NDF	% SS	34,0	6,92	7,65	**7,29**
NDF-FLS	% SS	9,54	1,94	2,15	**2,04**

Tabella 4.17 – Fabbisogni delle bovine per i mesi da marzo a giugno 2023, relativi all'azienda G.

Come anticipato, si è ritenuto opportuno effettuare nuovamente il calcolo dei fabbisogni all'inizio del mese di luglio, in quanto si è registrato un notevole aumento della produzione e un aumento delle settimane di lattazione (entrambi fattori che influenzano i risultati). L'azienda G presentava 10 capi in produzione, per un peso vivo medio pari a 655 kg, alla settimana di lattazione numero 31 (in media). Dai controlli funzionali è emersa una produzione media di 30 kg (si registra un aumento di 5 kg rispetto al mese di marzo), con un tenore in grasso pari al 3,59% e in proteine pari al 3,62% (Tabella 4.18).

Si è verificato, quindi, un buon aumento del contenuto lipidico, mentre quello proteico rimane stabile.

INPUT		
Peso vivo (PV)	kg	655
Settimane lattazione		30
Latte	kg	31
Grasso	%	3,59
Proteine	%	3,62

Tabella 4.18 – Dati input necessari al calcolo dei fabbisogni per i mesi di luglio e agosto 2023, relativi all'azienda G.

Dai dati precedenti sono stati ricavati i valori di FCM (*fat corrected milk*) e FPCM (*fat and protein corrected milk*): rispettivamente 28,2 kg/d e 28,8 kg/d.
L'ingestione di sostanza secca (SS) ha subito una leggerissima diminuzione rispetto ai mesi precedenti. Secondo le formule proposte dall'NRC nel 1989 (si veda il paragrafo 3.6) era pari a 20,7 kg/d; utilizzando, invece, le equazioni proposte nel 2001, il fabbisogno in sostanza secca era pari a 23,0 kg/d, per un valore medio pari a 21,8 kg/d.
Di seguito si illustrano i risultati dei fabbisogni in energia (UFL), proteine e fibra (Tabella 4.19).

FABBISOGNI		kg o % SS	kg/d NRC89	kg/d NRC01	kg/d MEDIO
UFL/kg SS		0,91	18,79	20,85	**19,82**
PG	% SS	15,46	3,20	3,55	**3,38**
UIP	% PG	34,05	1,09	1,21	**1,15**
PDI	% SS	10,24	2,12	2,35	**2,24**
NDF	% SS	33,65	6,97	7,73	**7,35**
NDF-FLS	% SS	9,57	1,98	2,20	**2,09**

Tabella 4.19 – Fabbisogni delle bovine per i mesi di luglio e agosto 2023, relativi all'azienda G.

Per l'ultimo mese dello studio si è effettuato nuovamente il calcolo dei fabbisogni, in quanto si è registrato nuovamente un calo della produzione e un notevole miglioramento della qualità del latte. Al primo settembre 2023 le vacche in produzione erano 13 (11 di razza Bruna e 2 incroci di meticcia), per un peso vivo medio pari a 655 kg, alla settimana di lattazione numero 32 (in media). Dai controlli funzionali è emerso che la produzione era in calo, per una media di 27,0 kg; al contrario si è registrato un grande aumento del tenore in grasso, che ha raggiunto il 4,28% e in proteine, pari al 3,86% (Tabella 4.20).

INPUT		
Peso vivo (PV)	kg	655
Settimane lattazione		32
Latte	kg	27
Grasso	%	4,28
Proteine	%	3,86

Tabella 4.20 – Dati input necessari al calcolo dei fabbisogni per il mese di settembre 2023, relativi all'azienda G.

Dai dati precedenti si sono ricavati i valori di FCM (*fat corrected milk*) e FPCM (*fat and protein corrected milk*): rispettivamente 28,1 kg e 28,7 kg. Rispetto ai mesi precedenti questi valori non hanno subito un'importante variazione, in quanto a fronte di una diminuzione della quantità di latte prodotto, è aumentato il contenuto percentuale in grasso e proteine.

Il fabbisogno d'ingestione di sostanza secca (SS) è rimasto perfettamente identico al mese di luglio, con un valore medio pari a 21,8 kg/d.

Di conseguenza, anche i fabbisogni in energia (UFL), proteine e fibra corrispondono perfettamente a quelli calcolati in precedenza (Tabella 4.19).

4.4.3 Azienda V

Al momento di inizio del monitoraggio, l'azienda V presentava 52 capi in produzione (25 di razza Frisona e 27 incroci di meticcia), per un peso vivo medio pari a 680 kg, alla ventinovesima settimana di lattazione in media. Dai controlli funzionali è emersa una produzione media di 27 kg, con un tenore in grasso pari al 3,99% e un contenuto in proteine pari al 3,75% (Tabella 4.21).

INPUT		
Peso vivo (PV)	kg	680
Settimane lattazione		29
Latte	kg	27
Grasso	%	3,99
Proteine	%	3,75

Tabella 4.21 – Dati input necessari al calcolo dei fabbisogni per i mesi da marzo a maggio 2023, relativi all'azienda V.

Dai dati precedenti sono stati ricavati valori di FCM (*fat corrected milk*) e FPCM (*fat and protein corrected milk*): rispettivamente 27,0 kg e 27,5 kg.
L'ingestione di sostanza secca (SS) secondo le formule proposte dall'NRC nel 1989 (si veda il paragrafo 3.6) è pari a 20,80 kg/d; utilizzando, invece, le equazioni proposte nel 2001, il fabbisogno in sostanza secca è pari a 22,9 kg/d, per una media di 21,8 kg/d.
Oltre al fabbisogno in sostanza secca si calcolano quelli energetico, proteico e in fibra, a partire dalle equazioni proposte nel paragrafo 3.6.
Di seguito si illustrano i risultati (Tabella 4.22).

FABBISOGNI		kg o % SS	kg/d NRC89	kg/d NRC01	kg/d MEDIO
UFL/kg SS		0,90	18,7	20,6	**19,7**
PG	% SS	15,4	3,19	3,51	**3,35**
UIP	% PG	33,7	1,08	1,18	**1,13**
PDI	% SS	10,1	2,11	2,32	**2,21**
NDF	% SS	34,0	7,08	7,78	**7,43**
NDF-FLS	% SS	9,58	1,99	2,19	**2,09**

Tabella 4.22 – Fabbisogni delle bovine per i mesi da marzo a maggio 2023, relativi all'azienda V.

Si è ritenuto opportuno effettuare nuovamente il calcolo dei fabbisogni all'inizio del mese di giugno, in quanto si sono registrati un picco della produzione e un calo del contenuto in grasso e proteine (tutti fattori che influenzano i risultati). Al primo di giugno, l'azienda V presentava 43 capi in produzione (22 di razza Frisona, 1 di razza Bruna e 20 incroci di meticcia), per un peso vivo medio pari a 665 kg, alla settimana di lattazione numero 33 (in media). Dai controlli funzionali è emersa una produzione media di 31 kg (si è registrato un aumento di 4 kg rispetto al mese di marzo), con un tenore in grasso pari al 3,58% e in proteine pari al 3,50% (Tabella 4.23). Si è verificato, quindi, un buon aumento del contenuto lipidico, mentre quello proteico rimane stabile.

INPUT		
Peso vivo (PV)	kg	665
Settimane lattazione		31
Latte	kg	31
Grasso	%	3,58
Proteine	%	3,50

Tabella 4.23 – Dati input necessari al calcolo dei fabbisogni per il mese di giugno 2023, relativi all'azienda V.

Dai dati precedenti si sono ricavati i valori di FCM (*fat corrected milk*) e FPCM (*fat and protein corrected milk*): rispettivamente 29,1 kg e 29,5 kg.
Il fabbisogno in ingestione di sostanza secca (SS) ha subito un leggero aumento rispetto ai mesi precedenti. Secondo le formule proposte dall'NRC nel 1989 (si veda il paragrafo 3.6) era pari a 21,2 kg/d; utilizzando, invece, le equazioni proposte nel 2001, il fabbisogno in sostanza secca era pari a 23,5 kg/d, per un valore medio pari a 22,3 kg/d.
Di seguito si illustrano i risultati dei fabbisogni in energia (UFL), proteine e fibra (Tabella 4.24).

FABBISOGNI		**kg o % SS**	**kg/d NRC89**	**kg/d NRC01**	**kg/d MEDIO**
UFL/kg SS		0,91	19,3	21,4	**20,4**
PG	% SS	15,5	3,29	3,64	**3,47**
UIP	% PG	34,3	1,13	1,25	**1,19**
PDI	% SS	10,3	2,19	2,42	**2,30**
NDF	% SS	33,4	7,06	7,82	**7,44**
NDF-FLS	% SS	9,61	2,03	2,25	**2,14**

Tabella 4.24 – Fabbisogni delle bovine per il mese di giugno 2023, relativi all'azienda V.

Dal momento in cui il picco produttivo riguardava solamente il mese di giugno, sarebbe stato necessario effettuare un nuovo calcolo dei fabbisogni. Nel mese di luglio, infatti, la produttività e la qualità del latte, nonché le settimane medie di lattazione, hanno assunto nuovamente valori vicini a quelli misurati a marzo (Tabella 4.21). Per tale ragione, non si è effettuata una nuova valutazione, ma si sono applicati i fabbisogni calcolati inizialmente anche a questo mese (Tabella 4.22).
Per l'ultimo mese dello studio si è effettuato nuovamente il calcolo dei fabbisogni. Al primo settembre 2023 le vacche in produzione erano 41 (17 di razza Frisona, un solo capo di razza Bruna e 23 incroci di meticcia), per un peso vivo medio pari a 670 kg, alla venticinquesima settimana di lattazione (in media). Dai controlli funzionali è emerso che la produzione è rimasta abbastanza stabile in questo periodo, con una media di 26 kg, con un tenore lipidico pari al 3,90% e proteico pari al 3,39% (Tabella 4.25). Sia il contenuto in grasso che in proteine hanno subito una diminuzione rispetto al mese di luglio.

INPUT		
Peso vivo (PV)	kg	670
Settimane lattazione		25
Latte	kg	26
Grasso	%	3,90
Proteine	%	3,39

Tabella 4.25 – Dati input necessari al calcolo dei fabbisogni per i mesi di agosto e settembre 2023, relativi all'azienda V.

Dai dati precedenti sono stati ricavati i valori di FCM (*fat corrected milk*) e FPCM (*fat and protein corrected milk*): rispettivamente 25,6 kg e 25,5 kg.

Il fabbisogno d'ingestione di sostanza secca (SS) è rimasto stabile rispetto al mese di luglio. Secondo le formule proposte dall'NRC nel 1989 (si veda il paragrafo 3.6) era pari a 20,2 kg/d; utilizzando, invece, le equazioni proposte nel 2001, il fabbisogno in sostanza secca era pari a 22,2 kg/d, per un valore medio pari a 21,2 kg/d.

Di seguito si illustrano i risultati dei fabbisogni in energia (UFL), proteine e fibra (Tabella 4.26).

FABBISOGNI		kg o % SS	kg/d NRC89	kg/d NRC01	kg/d MEDIO
UFL/kg SS		0,89	18,0	19,9	**18,9**
PG	% SS	15,23	3,08	3,38	**3,23**
UIP	% PG	33,31	1,02	1,13	**1,07**
PDI	% SS	10,01	2,02	2,22	**2,12**
NDF	% SS	34,46	6,96	7,64	**7,30**
NDF-FLS	% SS	9,52	1,92	2,11	**2,02**

Tabella 4.26 – Fabbisogni delle bovine per i mesi di agosto e settembre 2023, relativi all'azienda V.

4.5 Valutazione delle razioni

La valutazione delle razioni consiste in un primo confronto tra l'apporto reale della razione e il fabbisogno per ogni parametro considerato, a definirne l'ingestione media percentuale, indice di soddisfacimento dei fabbisogni. Si è ritenuto opportuno effettuare questa operazione in corrispondenza di cambi della razione o al variare dei fabbisogni delle bovine.

4.5.1 Azienda A

Si è effettuata una prima valutazione per il mese di marzo. In tabella 4.27 si riassume la razione somministrata alle vacche in produzione dal mese di marzo a metà giugno.

ALIMENTO	QUANTITÀ (kg tql)
FORAGGI	
Prato polifita - 1° taglio	3,50
Prato polifita - 2°/3° taglio	2,80
Silomais - 1° raccolto	15,0
CONCENTRATI	
Mais, farina proteica (15% PG)	3,50
Mangime "lattifera"	8,00
Lattogeno Robot	3,80

Tabella 4.27 – Razione giornaliera nel periodo compreso tra marzo e metà giugno 2023, per l'azienda A

Una delle prime considerazioni da effettuare è che il rapporto tra foraggi e concentrati si è dimostrato estremamente sbilanciato. I foraggi rappresentavano il 42% della dieta di marzo, mentre il valore minimo sarebbe pari al 50% della sostanza secca.

I fabbisogni in sostanza secca e fibra neutro detersa sono stati perfettamente soddisfatti, con un'abbondanza rispettivamente del 10,8% e 6,15%. Sono più che tollerabili eccessi fino ad un massimo del 10%; considerando che si tratta di dati medi, un piccolo eccesso è anche favorevole, in quanto può soddisfare i bisogni leggermente più elevati delle bovine più performanti. Per quanto riguarda gli apporti energetici e proteici, si sono registrati lievi eccessi, rispettivamente del 13% e 15%. Considerando che sussistono un'abbondanza proteica ed energetica contemporaneamente, i problemi che potrebbero insorgere per l'eccesso solamente dell'una o dell'altra (illustrati più avanti) potrebbero non sussistere o, comunque, essere limitati.

La carenza di UIP, invece, può corrispondere ad un'insufficienza di amminoacidi essenziali, fondamentali per la bovina (si veda il capitolo 1.3). Con il presente studio non è stato possibile approfondire tale questione, in quanto le analisi alimentari condotte non hanno fornito tali informazioni.

Non è stato possibile calcolare l'apporto della razione per le PDI (proteine digeribili intestinali), in quanto non si conosce tale dato per i concentrati e l'NDF-FLS (fibra neutro

detersa, lunga e strutturata) poiché non è stato possibile definirne i valori per i vari alimenti somministrati.

FABBISOGNI	kg/d MEDIO	APPORTO RAZIONE (kg/d)	INGESTIONE MEDIA %
SS	22,7	23,8	**111**
UFL/kg SS	21,0	23,8	**113**
PG	3,57	4,09	**115**
UIP	1,24	0,76	**61,1**
PDI	2,38	-	**-**
NDF	7,45	7,91	**106**
NDF-FLS	2,19	-	**-**

Tabella 4.28 – Ingestione media percentuale nel periodo compreso tra marzo e metà giugno, relativa all'azienda A.

Al fine di monitorare efficienza e sostenibilità dell'azienda, sono state valutate l'efficienza alimentare e di utilizzazione dell'azoto.

La prima corrisponde al rapporto tra la quantità di latte prodotta giornalmente corretta in grasso e proteine (FPCM), pari a 31,6 kg, e sostanza secca ingerita con la razione giornaliera, pari a 22,7 kg. È risultata una *dairy efficiency* ottimale di 1,32, perfettamente in linea con il valore minimo.

Per quanto riguarda l'utilizzazione dell'azoto, essa è uguale al rapporto tra l'azoto escreto con il latte e quello ingerito con la razione. Tali dati si ottengono a partire dal valore delle proteine; sapendo che le proteine contengono un valore di azoto abbastanza costante, pari al 16% del peso molecolare medio degli aminoacidi, è possibile calcolarne il quantitativo assunto con la dieta: dividendo le proteine grezze (4,09 kg/d) per 6,25, si è ricava l'azoto ingerito, pari a 0,66 kg/d. Allo stesso modo l'azoto contenuto nel latte si trova dividendo le proteine nel latte per 6.38, ottenendo così un valore pari a 0,19 kg/d. Il rapporto percentuale tra i due valori è risultato uguale a 28, perfettamente coerente con il valore medio stimato da diversi studi (si veda il paragrafo 1.9.2).

Dairy Efficiency (kg FPCM / kg SS Ingerita)	1,34
Azoto ingerito (kg)	0,67
Azoto escreto con latte (kg)	0,19
Efficienza azoto in latte (% N Ingerito)	28%

Tabella 4.29 – Riassunto dei risultati del monitoraggio per l'efficienza e la sostenibilità dell'azienda A, nel periodo compreso tra marzo e metà giugno.

Si è effettuata una seconda valutazione per il periodo compreso tra fine giugno e fine agosto, in quanto si sono verificati un cambiamento dei fabbisogni (Tabella 4.12) e una modifica nella razione. In particolare, è stato rimosso il fieno di prato polifita di secondo e terzo taglio (Tabella 4.30).

ALIMENTO	QUANTITÀ (kg tql)
FORAGGI	
Prato polifita - 1° taglio	6,30
Silomais - 1° raccolto	15,0
CONCENTRATI	
Mais, farina proteica (15% PG)	3,50
Mangime "lattifera"	8,00
Lattogeno Robot	3,80

Tabella 4.30 – Razione giornaliera nel periodo tra metà giugno e fine agosto 2023, per l'azienda A

Come per la valutazione precedente, il rapporto tra foraggi e concentrati è risultato estremamente sbilanciato. I foraggi rappresentavano costantemente il 42% della dieta, mentre il valore minimo sarebbe pari al 50% della sostanza secca.

I fabbisogni in sostanza secca e fibra neutro detersa sono stati perfettamente soddisfatti, con un'abbondanza rispettivamente del 13,2% e 8,80%. Sono più che tollerabili eccessi fino ad un massimo del 10%; dunque si può affermare che la quantità di sostanza secca somministrata era leggermente elevata. Per quanto riguarda gli altri parametri, sono emersi alcuni problemi, soprattutto in termini proteici. Con un apporto nella dieta superiore al fabbisogno di 3 kg/d, si è registrato un eccesso energetico del 17%, che potrebbe corrispondere ad un'inefficace utilizzazione dell'energia da parte della bovina, con conseguente accumulo di grasso nel tessuto adiposo.

Da un punto di vista proteico, si è evidenziata un'eccedenza del 23% per le proteine grezze e una carenza superiore al 30% per le UIP (proteine indegradabili, ma digeribili). Un eccesso proteico della razione comporta problemi soprattutto dal momento in cui non è fornita abbastanza energia per le fermentazioni ruminali che convertono le proteine in proteine microbiche (utilizzabili dalla bovina) e acidi grassi volatili. In tal caso le proteine in eccesso verrebbero espulse con le urine e/o riversate nel sangue per poi essere convertite ad urea nel fegato, con un aumento di quest'ultima nel latte; un elevato tasso di azoto nel sangue, inoltre, può comportare una serie di disfunzioni metaboliche (Fantini, 2006).

Nel presente studio non è stato possibile esaminare anche i valori di urea nel latte, in quanto non forniti dai controlli funzionali; dunque, non è stato possibile stabilire con precisione quanto fosse sbilanciata la dieta da questo punto di vista. Si considera che vi era anche un eccesso energetico e, di conseguenza, tale problema potrebbe non sussistere o, comunque, essere limitato.

È continuata a sussistere una carenza di UIP, che può corrispondere ad un'insufficienza di amminoacidi essenziali, fondamentali per la bovina (si veda il capitolo 1.3). Con il presente studio non è stato possibile approfondire tale questione, in quanto le analisi alimentari condotte non forniscono tali informazioni.

Come già detto, non è stato possibile calcolare l'apporto della razione per le PDI (proteine digeribili intestinali), in quanto non si conosce tale dato per i concentrati e l'NDF-FLS (fibra neutro detersa, lunga e strutturata) poiché non è stato possibile definirne i valori per i vari alimenti somministrati.

FABBISOGNI	kg/d MEDIO	APPORTO RAZIONE (kg/d)	INGESTIONE MEDIA %
SS	22,2	23,8	**113**
UFL/kg SS	20,3	23,7	**117**
PG	3,45	4,24	**123**
UIP	1,18	0,80	**67,8**
PDI	2,29	-	**-**
NDF	7,39	8,04	**109**
NDF-FLS	2,29	-	**-**

Tabella 4.31 – Ingestione media percentuale nel periodo compreso tra metà giugno e agosto, relativa all'azienda A.

Al fine di monitorare efficienza e sostenibilità dell'azienda, si sono valutate l'efficienza alimentare e di utilizzazione dell'azoto.

La prima corrisponde al rapporto tra la quantità di latte prodotta giornalmente corretta in grasso e proteine (FPCM), pari a 29,6 kg, e sostanza secca ingerita con la razione giornaliera, pari a 23,8 kg. È risultata una *dairy efficiency* pari a 1,24, leggermente inferiore al valore minimo ottimale.

Per quanto riguarda l'utilizzazione dell'azoto, essa è uguale al rapporto tra l'azoto escreto con il latte e quello ingerito con la razione. Come scritto nei paragrafi precedenti, tali dati si ottengono a partire dal valore delle proteine; sapendo che le proteine grezze assunte con la dieta erano pari a 4,24 kg/d, si è ricavato l'azoto ingerito, pari a 0,68 kg/d. l'azoto

contenuto nel latte è risultato pari a 0,17 kg/d. Il rapporto percentuale tra i due valori era uguale a 25, inferiore al valore medio stimato da diversi studi, pari al 28% (si veda il paragrafo 1.9.2). Si presume che l'eccesso proteico precedentemente descritto non fosse completamente bilanciato da quello energetico; dunque, si è ipotizzato un incremento delle escrezioni azotate attraverso le urine, aspetto a cui bisogna prestare attenzione per non aumentare i rischi correlati all'equilibrio ambientale.

Dairy Efficiency (kg FPCM / kg SS Ingerita)	1,24
Azoto ingerito (kg)	0,68
Azoto escreto con latte (kg)	0,17
Efficienza azoto in latte (% N Ingerito)	25%

Tabella 4.32 – Riassunto dei risultati del monitoraggio per l'efficienza e la sostenibilità dell'azienda A, nel periodo compreso tra metà giugno e agosto.

Si è effettuata una terza valutazione per il mese di settembre 2023, in quanto si sono verificati un cambiamento dei fabbisogni (Tabella 4.14) e una modifica nella razione. In particolare, è stato rimosso l'insilato di mais ed è stato aggiunto nuovamente il fieno di prato polifita di secondo e terzo taglio (Tabella 4.33).

ALIMENTO	**QUANTITÀ** (kg tql)
FORAGGI	
Prato polifita - 1° taglio	6,50
Prato polifita – 2-3° taglio	4,00
CONCENTRATI	
Mais, farina proteica (15% PG)	3,80
Mangime "lattifera"	8,00
Lattogeno Robot	3,80

Tabella 4.33 – Razione giornaliera nel mese di settembre 2023, per l'azienda A

Rispetto alle valutazioni precedenti, il rapporto tra foraggi e concentrati era ancora più basso; i foraggi, infatti, rappresentavano solamente il 40% della dieta.

Per quanto riguarda l'ingestione di sostanza secca, la razione è risultata perfettamente bilanciata, con un'abbondanza del 9%, pienamente tollerabile; anzi, andava a costituire quel "fattore di sicurezza" che garantisce il soddisfacimento dei fabbisogni delle bovine più performanti e, di conseguenza, esigenti. La fibra neutro detersa (NDF) è risultata leggermente elevata, con un'ingestione che superava il bisogno medio delle bovine del

14,71%. Per quanto riguarda energia e proteine, sono emersi eccessi non indifferenti, rispettivamente di oltre il 20% e 33%. Come descritto per la razione dei mesi precedenti, un eccesso energetico di questo tipo potrebbe comportare una maggior deposizione di grasso nel tessuto adiposo, con conseguente ingrassamento della bovina e insorgenza di problemi di vario tipo, anche in fase di asciutta.

L'eccedenza proteica estremamente elevata provoca problemi a livello ruminale, dove non c'è abbastanza energia per completare le fermentazioni che convertono le proteine alimentari in proteine microbiche (utilizzabili dalla bovina) e acidi grassi volatili. In tal caso, si ripresenta la situazione descritta in precedenza, in maniera ancor più netta.

È rimasta, invece, una carenza di UIP.

Come già detto, non è stato possibile calcolare l'apporto della razione per le PDI (proteine digeribili intestinali), in quanto non si conosce tale dato per i concentrati e l'NDF-FLS (fibra neutro detersa, lunga e strutturata) poiché non è stato possibile definirne i valori per i vari alimenti somministrati.

FABBISOGNI	kg/d MEDIO	APPORTO RAZIONE (kg/d)	INGESTIONE MEDIA %
SS	21,1	23,2	**110**
UFL/kg SS	18,9	22,8	**121**
PG	3,22	4,30	**133**
UIP	1,08	0,85	**78,8**
PDI	2,12	-	**-**
NDF	7,25	8,32	**115**
NDF-FLS	2,01	-	**-**

Tabella 4.34 – Ingestione media percentuale nel mese di settembre 2023, relativa all'azienda A.

Al fine di monitorare efficienza e sostenibilità dell'azienda, si sono valutate l'efficienza alimentare e di utilizzazione dell'azoto.

La prima corrisponde al rapporto tra la quantità di latte prodotta giornalmente corretta in grasso e proteine (FPCM), pari a 26,8 kg, e sostanza secca ingerita con la razione giornaliera, pari a 23,2 kg. È risultata una *dairy efficiency* ancor più bassa di quella calcolata nei mesi precedenti, pari a 1,15; è inferiore al valore minimo ottimale (1,30).

Per quanto riguarda l'utilizzazione dell'azoto, essa è uguale al rapporto tra l'azoto escreto con il latte e quello ingerito con la razione. Le proteine grezze assunte con la dieta erano molto elevate, 4,30 kg/d, mentre il tenore azotato nel latte è rimasto abbastanza stabile, assumendo un valore pari a 0,16 kg/d. Il rapporto tra i due dati è risultato uguale al 23%;

come previsto, era ancora inferiore al valore raggiunto nei mesi precedenti e nettamente più basso rispetto alla media stimata da diversi studi, pari al 28% (si veda il paragrafo 1.9.2). Si ipotizza un'elevata concentrazione di azoto nel sangue e un incremento delle escrezioni azotate attraverso le urine, aspetto a cui bisogna prestare attenzione per non aumentare i rischi correlati all'equilibrio ambientale.

Dairy Efficiency (kg FPCM / kg SS Ingerita)	1,15
Azoto ingerito (kg)	0,69
Azoto escreto con latte (kg)	0,16
Efficienza azoto in latte (% N Ingerito)	23%

Tabella 4.35 – Riassunto dei risultati del monitoraggio per l'efficienza e la sostenibilità dell'azienda A, nel mese di settembre 2023.

In conclusione, si può affermare che l'azienda A nel periodo compreso tra marzo e metà giugno è stata altamente efficiente e sostenibile, sia per quanto riguarda la *dairy efficiency* che per l'utilizzazione dell'azoto. Nei mesi successivi c'è stato un calo di entrambi questi parametri, che si è accentuato nel mese di settembre; in quel momento la produzione era in calo, mentre la razione è stata incrementata in termini proteici ed energetici, determinando una minor efficienza.

Si consiglia, quindi, di ridurre l'ingestione teorica, e di conseguenza il contenuto proteico ed energetico della dieta, al fine di tornare ai valori relativi ai primi mesi oggetto di studio. A tal proposito, si potrebbero migliorare ulteriormente la DE e l'MNE, diminuendo leggermente il contenuto proteico della razione, favorendo, invece, l'ingestione di UIP. Vista la gestione abbastanza innovativa di quest'azienda, si propone un'alimentazione di precisione, che sfrutta la composizione specifica degli alimenti, al fine di fornire soprattutto gli amminoacidi essenziali limitanti per le bovine (in particolare lisina e metionina).

Ultimo parametro valutato è l'autosufficienza alimentare dell'azienda, che deriva dal rapporto tra gli alimenti autoprodotti e il totale dei somministrati. L'azienda A si è mostrata completamente autosufficiente per quanto riguarda la produzione dei foraggi secchi, mentre ha acquistato fino al 30% dell'insilato di mais; era, invece, completamente dipendente dal mercato per quanto riguarda i concentrati, in quanto è molto difficile riuscire a produrre tali alimenti in zone montane. L'autosufficienza alimentare è risultata

pari al 37%, mentre nel mese di settembre, quando è stato eliminato il silomais dalla razione giornaliera, si è raggiunto un valore pari al 40%.

Quest'azienda, in costante sviluppo e all'avanguardia, è dotata di nuove tecnologie che, se sfruttate a pieno e combinate ad una razione ottimale, potrebbero comportare un miglioramento di tutti i parametri precedentemente elencati, determinando un grande risvolto positivo sul bilancio economico annuale.

4.5.2 Azienda G

Si è effettuata una prima valutazione per il mese di marzo. In tabella 4.36 si riassume la razione somministrata alle vacche in produzione dal mese di marzo a maggio.

ALIMENTO	QUANTITÀ (kg tql)
FORAGGI	
Prato polifita - 1° taglio	10,00
Prato polifita - 2°/3° taglio	8,00
CONCENTRATI	
Mix Autoal	3,00
Miscelone	20,00

Tabella 4.36 – Razione giornaliera nel periodo compreso tra marzo e maggio 2023, per l'azienda G.

Una delle prime considerazioni da effettuare è che il rapporto tra foraggi e concentrati era estremamente sbilanciato. I foraggi rappresentavano il 44% della dieta di marzo, mentre il valore minimo sarebbe pari al 50% della sostanza secca. In realtà, tale valore non è risultato troppo attendibile, in quanto il miscelone conteneva anche un'importante componente foraggera.

Nella valutazione delle razioni, si sono considerati tollerabili eccessi di apporto fino ad un massimo del 10%; dal momento in cui si tratta di dati medi, un piccolo eccesso è anche favorevole, in quanto può soddisfare i bisogni leggermente più elevati delle bovine più performanti. Ad eccezione delle UIP, l'apporto di tutti gli altri parametri è stato estremamente soddisfatto ed eccedeva i fabbisogni di oltre il 50% (Tabella 4.37), a partire dalla sostanza secca (superiore di oltre 15 kg). La prima conseguenza a tali eccedenze è stata un aumento del peso corporeo e della concentrazione di acidi grassi nel sangue, fattori che possono comportare problemi non irrilevanti nelle bovine, anche e soprattutto nel post-parto (Spagnolo, 2022). Il grande surplus proteico rappresenta un problema

soprattutto se non è fornita abbastanza energia sottoforma di carboidrati, utilizzabile dai microrganismi ruminali per produrre nuove proteine microbiche (utilizzabili dalla bovina). Si consideri, inoltre, che è importante il rapporto tra proteine e carboidrati a lenta o rapida degradazione. Le UIP sono state perfettamente soddisfatte, con un lieve eccesso del 2%. È molto importante soddisfare questo parametro, in quanto va a completare l'apporto di proteine microbiche utilizzabile dall'animale. Sarebbe interessante studiare il profilo amminoacidico di tali proteine, al fine di massimizzare l'apporto di amminoacidi essenziali, fondamentali per la bovina (si veda il capitolo 1.3). Con il presente studio non è stato possibile approfondire tale questione, in quanto le analisi alimentari condotte non forniscono tali informazioni.

Non è stato possibile calcolare l'apporto della razione per le PDI (proteine digeribili intestinali), in quanto non si conosceva tale dato per i concentrati e l'NDF-FLS (fibra neutro detersa, lunga e strutturata) poiché non è stato possibile definirne i valori per i vari alimenti somministrati.

FABBISOGNI	kg/d MEDIO	APPORTO RAZIONE (kg/d)	INGESTIONE MEDIA %
SS	21,43	36,61	**171**
UFL/kg SS	19,29	31,35	**163**
PG	3,29	5,01	**152**
UIP	1,11	1,13	**102**
PDI	2,17	-	**-**
NDF	7,29	13,77	**189**
NDF-FLS	2,04	-	**-**

Tabella 4.37 – Ingestione media percentuale nel periodo compreso tra marzo e maggio, relativa all'azienda G.

Al fine di monitorare efficienza e sostenibilità dell'azienda, sono state valutate l'efficienza alimentare e di utilizzazione dell'azoto.

La prima corrisponde al rapporto tra la quantità di latte prodotta giornalmente corretta in grasso e proteine (FPCM), pari a 27,4 kg, e sostanza secca ingerita con la razione giornaliera, pari a 36,6 kg. È risultata una *dairy efficiency* di 0,75, estremamente bassa rispetto alla media ottimale risultata da svariati studi.

Per quanto riguarda l'utilizzazione dell'azoto, essa è uguale al rapporto tra l'azoto escreto con il latte e quello ingerito con la razione. Tali dati si ottengono a partire dal valore delle proteine; sapendo che le proteine contengono un valore di azoto abbastanza costante, pari

al 16% del peso molecolare medio degli aminoacidi, è possibile calcolarne il quantitativo assunto con la dieta: dividendo le proteine grezze (5,01 kg/d) per 6,25, si è ricavato l'azoto ingerito, pari a 0,80 kg/d. Allo stesso modo l'azoto contenuto nel latte si trova dividendo le proteine nel latte per 6.38, ottenendo così un valore pari a 0,15 kg/d. Il rapporto percentuale tra i due valori era uguale a 19, valore molto basso rispetto a quello medio stimato da diversi studi (si veda il paragrafo 1.9.2). Era abbastanza prevedibile un risultato di questo tipo, visto l'elevato apporto proteico nella razione (con una grande eccedenza).

Dairy Efficiency (kg FPCM / kg SS Ingerita)	0,75
Azoto ingerito (kg)	0,80
Azoto escreto con latte (kg)	0,15
Efficienza azoto in latte (% N Ingerito)	19%

Tabella 4.38 – Riassunto dei risultati del monitoraggio per l'efficienza e la sostenibilità dell'azienda G, nel periodo compreso tra marzo e maggio.

Si è effettuata una seconda valutazione per il periodo compreso tra metà maggio e fine giugno, in quanto si è verificato un cambiamento dei fabbisogni (Tabella 4.12) e una modifica nella razione. In particolare, è stato rimosso il fieno di prato polifita di secondo taglio ed è stata introdotta l'erba (Tabella 4.39).

ALIMENTO	**QUANTITÀ** (kg tql)
FORAGGI	
Prato polifita - 1° taglio	10,0
Erba di prato polifita – 1° taglio	8,00
CONCENTRATI	
Mix Autoal	3,00
Miscelone	20,0

Tabella 4.39 – Razione giornaliera da metà maggio a fine giugno 2023, per l'azienda G.

Rispetto alla valutazione precedente, il rapporto tra foraggi e concentrati era ancora più sbilanciato. Sempre considerando il problema legato alla composizione del miscelone citato in precedenza, si è osservato che i foraggi rappresentavano il 35% della dieta, mentre il valore minimo è pari al 50% della sostanza secca.

Rispetto alla precedente, questa razione è risultata leggermente migliore e meno sbilanciata. Tutti i fabbisogni, ad eccezione delle UIP, sono stati pienamente soddisfatti, sempre con eccedenze importanti, ma di minor entità rispetto al mese di marzo; i valori

sono rimasti tra il 15% e il 66%. I problemi legati a questi aspetti precedentemente citati sussistevano, ma in maniera più lieve, soprattutto per quanto riguarda le proteine. Tale surplus (15%), infatti, era vicino alla soglia di tollerabilità. Per quanto riguarda le UIP, invece, si è manifestata una carenza superiore al 30%, che poteva corrispondere ad un'insufficienza di amminoacidi essenziali, fondamentali per la bovina (si veda il capitolo 1.3).

Come già detto, non è stato possibile calcolare l'apporto della razione per le PDI (proteine digeribili intestinali), in quanto non si conosceva tale dato per i concentrati e l'NDF-FLS (fibra neutro detersa, lunga e strutturata) poiché non è stato possibile definirne i valori per i vari alimenti somministrati.

FABBISOGNI	kg/d MEDIO	APPORTO RAZIONE (kg/d)	INGESTIONE MEDIA %
SS	21,4	31,4	**146**
UFL/kg SS	19,3	27,8	**144**
PG	3,29	3,82	**116**
UIP	1,11	0,72	**64,6**
PDI	2,17	-	**-**
NDF	7,29	12,2	**167**
NDF-FLS	2,04	-	**-**

Tabella 4.40 – Ingestione media percentuale nel periodo compreso tra metà maggio e fine giugno 2023, relativa all'azienda G.

Al fine di monitorare efficienza e sostenibilità dell'azienda, si sono valutate l'efficienza alimentare e di utilizzazione dell'azoto.

Con una quantità di latte prodotto giornalmente corretto in grasso e proteine (FPCM), pari a 27,4 kg, e una sostanza secca ingerita con la razione giornaliera, pari a 31,4 kg, si è calcolata la *dairy efficiency,* pari a 0,87, leggermente superiore rispetto ai mesi precedenti, ma comunque molto bassa se si considera il valore minimo ottimale.

Per quanto riguarda l'utilizzazione dell'azoto, ad una componente proteica della razione giornaliera pari a 3,29 kg, è corrisposta una quantità di azoto ingerito pari a 0,61 kg/d. Dal 3,79% di proteine contenute nel latte, risultava che l'azoto escreto fosse pari a 0,15 kg/d. Il rapporto percentuale tra i due valori era uguale a 25. Come per la DE si è evidenziato un miglioramento rispetto ai mesi precedenti, ma che rimaneva al di sotto del valore medio stimato da diversi studi (si veda il paragrafo 1.9.2). Confrontandolo con il

mese di marzo, tale risultato era prevedibile, in quanto si è registrato un minor apporto proteico con la dieta, ma il tenore proteico del latte è rimasto lo stesso.

Dairy Efficiency (kg FPCM / kg SS Ingerita)	0,87
Azoto ingerito (kg)	0,61
Azoto escreto con latte (kg)	0,15
Efficienza azoto in latte (% N Ingerito)	25%

Tabella 4.41 – Riassunto dei risultati del monitoraggio per l'efficienza e la sostenibilità dell'azienda G, nel periodo compreso tra metà maggio e fine giugno 2023.

Visto l'incremento produttivo pari a 5 kg/d e la diminuzione del tenore proteico e lipidico nel latte rispetto ai mesi precedenti, parallelamente alla variazione dei fabbisogni delle bovine, si è ritenuta necessaria una nuova valutazione della razione al fine di controllarne il soddisfacimento. La razione, invece, è rimasta invariata (Tabella 4.39).
Nei mesi di giugno e luglio i fabbisogni delle bovine sono stati leggermente più elevati rispetto a quelli calcolati nel mese di giugno, mentre la razione è rimasta invariata. Di conseguenza, come previsto, l'ingestione media percentuale, in linea di massima, ha assunto valori leggermente inferiori. Tuttavia, si sono registrati ancora importanti surplus (si vedano le proteine grezze, per le quali aumenta del 6%) e carenze nelle UIP, con le stesse conseguenze esposte in precedenza.

FABBISOGNI	kg/d MEDIO	APPORTO RAZIONE (kg/d)	INGESTIONE MEDIA %
SS	21,4	31,3	**143**
UFL/kg SS	19,8	27,7	**140**
PG	3,38	4,09	**121**
UIP	1,15	0,80	**69,4**
PDI	2,24	-	**-**
NDF	7,35	11,8	**160**
NDF-FLS	2,09	-	**-**

Tabella 4.42 – Ingestione media percentuale nei mesi di luglio e agosto 2023, relativa all'azienda G.

Anche per quanto riguarda gli altri parametri la situazione era analoga: si è verificato un lieve aumento della *dairy efficiency* e dell'efficienza di utilizzazione dell'azoto nel latte.

Dairy Efficiency (kg FPCM / kg SS Ingerita)	0,92
Azoto ingerito (kg)	0,65
Azoto escreto con latte (kg)	0,17
Efficienza azoto in latte (% N Ingerito)	26%

Tabella 4.43 – Riassunto dei risultati del monitoraggio per l'efficienza e la sostenibilità dell'azienda G, nei mesi di luglio e agosto 2023.

Nonostante nel mese di settembre si siano registrati un calo produttivo e un aumento della qualità del latte, i fabbisogni risultavano uguali a quelli dei mesi precedenti. Considerando che anche la dieta è rimasta invariata, non si è ritenuto necessario effettuare una nuova valutazione della razione.

Un altro parametro utile al monitoraggio è l'autosufficienza alimentare dell'azienda, che deriva dal rapporto tra gli alimenti autoprodotti e il totale dei somministrati. A causa della sua locazione, in zone di alta montagna, l'azienda G non è in grado di produrre alimenti a sufficienza per il sostentamento degli animali in produzione. Per quanto riguarda la componente foraggera, ha prodotto circa il 30% dei fieni, mentre è risultata completamente dipendente dal mercato per i concentrati. L'autosufficienza alimentare era pari al 13% nel primo periodo; dal momento in cui è stata introdotta la somministrazione di erba fresca, l'autosufficienza è aumentata del 3%, valore comunque estremamente basso. Questa situazione può comportare problemi a livello di bilancio economico aziendale, ma risulta molto difficile migliorarla.

Dal presente monitoraggio è emerso che efficienza e sostenibilità alimentare di quest'azienda sono state abbastanza limitate. Questi valori erano leggermente migliorati nel secondo periodo, ma sono rimasti comunque nettamente inferiori alle medie di riferimento. In particolare, è risultato problematico il valore della *dairy efficiency*, che è rimasta sempre al di sotto dello 0,90, mentre dovrebbe essere superiore a 1,30. Tale situazione corrisponde, come anticipato, ad un aumento del peso corporeo della bovina e, di conseguenza, a gravi problemi metabolici. Lo stesso quadro, ma in misura ridotta, si è ripresentato per l'MNE (efficienza di utilizzazione dell'azoto), che è rimasto al di sotto del 26% (il valore medio ottimale è pari al 28%), incrementando i problemi dovuti alle escrezioni azotate degli allevamenti bovini. Oltre a questi fattori, è stato considerato quello economico: una razione di questo tipo richiede elevate risorse economiche (considerando anche il problema di dipendenza dal mercato dell'azienda in questione),

che non sono state sfruttate a pieno dalle bovine, risultando così poco sostenibile da questo punto di vista.
Si propone, infine, di ridimensionare la razione, riducendo l'ingestione in sostanza secca e, di conseguenza, anche gli altri parametri, prestando attenzione alle UIP. In questo modo, si verificherebbe anche un miglioramento dei parametri sopra citati, con una riduzione degli effetti che comportano. Si avrebbero risvolti positivi anche sul bilancio economico annuale, dovuti ad un miglior sfruttamento delle risorse e, probabilmente, ad un miglioramento della produzione di latte in termini quali-quantitativi.

4.5.3 Azienda V

Si è effettuata una prima valutazione per il mese di marzo. In tabella 4.44 si riassume la razione somministrata alle vacche in produzione in quel mese.

ALIMENTO	QUANTITÀ (kg tql)
FORAGGI	
Prato polifita - 1° taglio	1,50
Prato polifita - 2° taglio	1,50
Prato polifita - 3° taglio	1,50
Prato polifita, insilato - 2/3° taglio	3,20
Frumento, insilato	2,00
Silomais - 1° raccolto	18,0
CONCENTRATI	
Miscela 70/30	5,00
Mix Protein 5 UC Pro	4,50

Tabella 4.44 – Razione giornaliera nel mese di marzo 2023, per l'azienda V.

Una delle prime considerazioni da effettuare è che il rapporto tra foraggi e concentrati era perfettamente bilanciato. I foraggi, infatti, rappresentavano il 55% della dieta di marzo, valore ottimale ai fini di una corretta alimentazione ed un corretto sviluppo dei microrganismi ruminali.
Gli apporti della razione sono stati carenti sotto ogni aspetto, a partire dall'ingestione di sostanza secca, di quasi 2 kg inferiore rispetto alla richiesta media delle bovine.
Se eccessi fino ad un massimo del 10% sono tollerabili, lo stesso non si può dire per le carenze, in quanto significa che i fabbisogni non sono stati soddisfatti. In termini generali una situazione di questo tipo comporta una diminuzione del peso corporeo con svariate

conseguenze per l'animale, ad esempio un peggioramento delle capacità riproduttive. Se durante la fase di asciutta la bovina non è in grado di depositare riserve di grasso nel tessuto adiposo, nella prima fase successiva al parto si possono verificare molti problemi fisico-metabolici; la bovina, infatti non avrebbe riserve a sufficienza per il proprio mantenimento. Da non dimenticare il fattore produttivo: se una bovina non assume alimenti a sufficienza, non è in grado di massimizzare le proprie capacità produttive.
Non è stato possibile calcolare l'apporto della razione per le PDI (proteine digeribili intestinali), in quanto non si conosce tale dato per i concentrati e l'NDF-FLS (fibra neutro detersa, lunga e strutturata) poiché non è stato possibile definirne i valori per i vari alimenti somministrati.

FABBISOGNI	kg/d MEDIO	APPORTO RAZIONE (kg/d)	INGESTIONE MEDIA %
SS	21,8	19,0	**86,8**
UFL/kg SS	19,7	17,5	**89,0**
PG	3,35	2,85	**85,1**
UIP	1,13	0,48	**42,7**
PDI	2,21	-	**-**
NDF	7,43	6,78	**91,2**
NDF-FLS	2,09	-	**-**

Tabella 4.45 – Ingestione media percentuale nel mese di marzo, relativa all'azienda V.

Al fine di monitorare efficienza e sostenibilità dell'azienda, si sono valutate l'efficienza alimentare e di utilizzazione dell'azoto.
La prima corrisponde al rapporto tra la quantità di latte prodotta giornalmente corretta in grasso e proteine (FPCM), pari a 27,5 kg, e sostanza secca ingerita con la razione giornaliera, pari a 19,7 kg. È risultata una *dairy efficiency* più che ottimale di 1,45, ben oltre il valore minimo.
Per quanto riguarda l'utilizzazione dell'azoto, essa è uguale al rapporto tra l'azoto escreto con il latte e quello ingerito con la razione. Sapendo che le proteine contengono un valore di azoto abbastanza costante, pari al 16% del peso molecolare medio degli aminoacidi, è stato possibile calcolarne il quantitativo assunto con la dieta: dividendo le proteine grezze (2,85 kg/d) per 6,25, si è ricavato l'azoto ingerito, pari a 0,46 kg/d. Allo stesso modo l'azoto contenuto nel latte si è trovato dividendo le proteine nel latte per 6,38, ottenendo così un valore pari a 0,16 kg/d. Il rapporto percentuale tra i due valori era uguale a 35, nettamente superiore al valore medio stimato da diversi studi (si veda il paragrafo 1.9.2).

Dairy Efficiency (kg FPCM / kg SS Ingerita)	1,45
Azoto ingerito (kg)	0,46
Azoto escreto con latte (kg)	0,16
Efficienza azoto in latte (% N Ingerito)	35%

Tabella 4.46 – Riassunto dei risultati del monitoraggio per l'efficienza e la sostenibilità dell'azienda V, nel mese di marzo.

Viste le modifiche della razione (Tabella 4.47), si è ritenuto necessario effettuare una nuova valutazione per verificarne l'efficienza. Dai controlli funzionali si osserva che i dati erano simili al mese precedente; dunque, i fabbisogni medi delle bovine sono rimasti invariati. L'insilato di frumento è stato sostituito da un supplemento di silofieno, che presentava un minor contenuto in sostanza secca e NDF, ma maggiore in termini proteici ed energetici. Fatte queste considerazioni, si sono osservati valori molto simili a quelli precedenti, con le medesime conseguenze (Tabella 4.48-4.49).

ALIMENTO	**QUANTITÀ** (kg tql)
FORAGGI	
Prato polifita - 1° taglio	1,50
Prato polifita - 2° taglio	1,50
Prato polifita - 3° taglio	1,50
Prato polifita, insilato - 2/3° taglio	3,20
Silomais - 1° raccolto	18,00
CONCENTRATI	
Miscela 70/30	5,00
Mix Protein 5 UC Pro	4,50

Tabella 4.47 – Razione giornaliera nel mese di marzo 2023, per l'azienda V.

FABBISOGNI	**kg/d MEDIO**	**APPORTO RAZIONE (kg/d)**	**INGESTIONE MEDIA %**
SS	21,84	18,95	**86,75**
UFL/kg SS	19,65	17,48	**88,99**
PG	3,35	2,85	**85,10**
UIP	1,13	0,48	**42,73**
PDI	2,21	-	**-**
NDF	7,43	6,78	**91,21**
NDF-FLS	2,09	-	**-**

Tabella 4.48 – Ingestione media percentuale nei mesi di aprile e maggio, relativa all'azienda V.

Dairy Efficiency (kg FPCM / kg SS Ingerita)	1,44
Azoto ingerito (kg)	0,45
Azoto escreto con latte (kg)	0,16
Efficienza azoto in latte (% N Ingerito)	35%

Tabella 4.49 – Riassunto dei risultati del monitoraggio per l'efficienza e la sostenibilità dell'azienda V, nei mesi di aprile e maggio.

Si è ritenuto opportuno effettuare un'altra valutazione per il mese di giugno, visti l'incremento produttivo e la diminuzione del tenore proteico e lipidico nel latte (Tabella 4.23) corrispondenti ad una variazione dei fabbisogni. La dieta è rimasta invariata (Tabella 4.47).

Conseguentemente ad un aumento dei fabbisogni e una dieta invariata, l'ingestione percentuale (Tabella 4.50) è risultata ancor più carente rispetto ai mesi precedenti, per ogni parametro. Si sono osservate mancanze superiori al 10% e per le UIP è stata evidenziata una carenza di oltre il 55%. I problemi correlati, sopra elencati, sussisteranno.

FABBISOGNI	kg/d MEDIO	APPORTO RAZIONE (kg/d)	INGESTIONE MEDIA %
SS	22,3	19,3	**86,6**
UFL/kg SS	20,4	18,0	**88,5**
PG	3,47	3,08	**88,7**
UIP	1,19	0,56	**46,8**
PDI	2,30	-	**-**
NDF	7,44	6,43	**86,4**
NDF-FLS	2,14	-	**-**

Tabella 4.50 – Ingestione media percentuale nel mese di giugno, relativa all'azienda V.

L'efficienza alimentare era in miglioramento rispetto ai mesi precedenti, con un valore pari a 1,53, mentre l'efficienza di utilizzazione dell'azoto è rimasta costante al 35%. Questo perché si è registrato un aumento del tenore proteico nella dieta e, contemporaneamente, una diminuzione di quello contenuto nel latte.

Dairy Efficiency (kg FPCM / kg SS Ingerita)	1,53
Azoto ingerito (kg)	0,49
Azoto escreto con latte (kg)	0,17
Efficienza azoto in latte (% N Ingerito)	35%

Tabella 4.51 – Riassunto dei risultati del monitoraggio per l'efficienza e la sostenibilità dell'azienda V, nel mese di giugno.

Nel mese di agosto si è verificato nuovamente un abbassamento dei fabbisogni, in quanto l'andamento quali-quantitativo del latte medio prodotto era negativo. Per tale ragione si è ritenuta necessaria un'ulteriore valutazione della razione. La dieta è rimasta invariata (Tabella 4.47)

Il rapporto tra foraggi e concentrati è rimasto ottimale, con i primi che rappresentavano il 60,0 % della sostanza secca totale. In generale questa razione è apparsa molto più bilanciata rispetto alle precedenti. Il fabbisogno d'ingestione della sostanza secca è stato quasi soddisfatto pienamente, con una lieve carenza inferiore ad 1 kg, mentre a livello energetico è stato perfettamente soddisfatto. Per quanto riguarda l'NDF si è registrato un surplus del 23%, dovuto all'elevata componente foraggera. Gli altri parametri sono rimasti un po' carenti, soprattutto per quanto riguarda le UIP. Ad eccezione del tenore proteico, questa razione può considerarsi calibrata per le vacche nei mesi di agosto e settembre.

FABBISOGNI	kg/d MEDIO	APPORTO RAZIONE (kg/d)	INGESTIONE MEDIA %
SS	21,20	20,69	**97,64**
UFL/kg SS	18,88	19,12	**101,30**
PG	3,23	2,94	**90,98**
UIP	1,07	0,51	**47,37**
PDI	2,12	-	**-**
NDF	7,30	9,01	**123,43**
NDF-FLS	2,02	-	**-**

Tabella 4.52 – Ingestione media percentuale nei mesi di agosto e settembre, relativa all'azienda V.

La *dairy efficiency* è peggiorata rispetto ai mesi precedenti, ma si è mantenuta comunque vicino al valore minimo ottimale. Questo perché si è registrato un aumento del tenore proteico nella dieta e, contemporaneamente, una diminuzione di quello contenuto nel latte. L'efficienza di utilizzazione dell'azoto è diminuita del 6%, mantenendosi comunque superiore al 28%, valore medio nazionale.

Dairy Efficiency (kg FPCM / kg SS Ingerita)	1,23
Azoto ingerito (kg)	0,47
Azoto escreto con latte (kg)	0,14
Efficienza azoto in latte (% N Ingerito)	29%

Tabella 4.53 – Riassunto dei risultati del monitoraggio per l'efficienza e la sostenibilità dell'azienda V, nei mesi di agosto e settembre.

L'ultimo parametro che si è voluto valutare è stato l'autosufficienza alimentare. Tale valore corrisponde al rapporto tra gli alimenti autoprodotti e il totale di quelli somministrati. Grazie alla sua posizione in aperta campagna e la grande disponibilità di terra coltivata, l'azienda è risultata completamente autosufficiente nella produzione dei foraggi secchi e del fieno di prato polifita insilato. Per quanto riguarda il silomais, la produzione aziendale non era in grado di coprire completamente i fabbisogni delle bovine e ne ha acquistato circa il 10%. Si è mostrata, invece, totalmente dipendente dal mercato per i concentrati e il frumento insilato, difficili da autoprodurre in questa zona. L'autosufficienza alimentare è risultata molto elevata rispetto alla media ed ha assunto un valore superiore al 50%. Solamente nel mese di marzo è risultata minore, in quanto la razione era composta anche dal frumento insilato, alimento interamente acquistato.

Per concludere, l'azienda V si è mostrata apparentemente molto efficiente da un punto di vista alimentare. Per quanto i parametri di *dairy efficiency* ed efficienza di utilizzazione dell'azoto potessero risultare elevati, le razioni, in media, non si sono dimostrate ottimali, in quanto hanno presentato carenze su tutti i fronti. Dal momento in cui la bovina assume un minor quantitativo di sostanza secca e proteine ed è forte geneticamente in termini quali-quantitativi, automaticamente questi parametri tendono ad aumentare. Ciò non significa che la razione sia ottimale, in quanto le carenze avranno forti ripercussioni sul BCS (*body condition score*) e sul benessere delle vacche in produzione e non. La razione da considerarsi migliore è stata quella che ha comportato valori più bassi di DE e MNE, in quanto era quella che si è maggiormente avvicinata ai fabbisogni medi delle vacche.

Si consiglia di rivedere la razione giornaliera al fine di aumentare, la quantità di sostanza secca e il tenore proteico, prestando attenzione a fornire un'adeguata porzione di UIP. Da considerare anche il contenuto di NDF che, nella razione di agosto, è risultato fin troppo elevato; il rischio è quello che, aumentando la sostanza secca, aumenti ulteriormente anche questo parametro. Si suggerisce, quindi, un leggero incremento dei concentrati a scapito dei foraggi (si ricorda che il rapporto deve essere mantenuto pari a 3).

Una gestione alimentare di questo tipo, rispetto a quella misurata nel corso dello studio, permetterebbe alle bovine di esprimere al meglio le proprie capacità produttive (ammesso che gli altri parametri ambientali lo garantiscano), sia in termini qualitativi che quantitativi. Migliorando il benessere e la salute degli animali, nonché la produttività, può avere risvolti positivi anche da un punto di vista economico.

5. CONCLUSIONI

Per concludere, si propone un breve paragone tra le aziende, al fine di evidenziarne punti di forza e criticità. È stato necessario eseguire un confronto su più fronti, viste le numero molte differenze tra le aziende oggetto di studio, a partire dalla loro locazione e dall'entità dell'allevamento. Le aziende A e V infatti sono di grandi dimensioni e si trovano in una zona classificata montana, ma completamente pianeggiante e ricca di terreni facilmente coltivabili in ottime condizioni; mentre l'azienda G è estremamente più piccola, posizionata in un paese di alta montagna, dove l'agricoltura è difficilmente praticabile e costringe gli allevatori all'acquisto di alimenti dall'esterno. A tal proposito, anche le condizioni climatiche sono molto diverse: si passa da zone più calde e soleggiata a zone tendenzialmente più fresche, con importanti ripercussioni sul THI.

In aggiunta, la gestione dell'allevamento è completamente differente. Le prime due aziende sono solite somministrare la razione giornaliera mediante la tecnica *unifeed*, mentre la terza somministra foraggi e concentrati in diversi momenti della giornata. Si differenziano anche per quanto riguarda la destinazione produttiva: se le aziende G e V vendono il latte tal quale al caseificio, l'azienda A, in parte, lo trasforma; di conseguenza, le prime saranno più attente alla quantità, mentre la qualità deve solo soddisfare i requisiti minimi, mentre l'ultima è molto attenta anche alla qualità, fondamentale per la lavorazione. Se si considera l'allevamento A, questo è munito di AMS (*Automatic Milking System*) e altre tecnologie utili ad una gestione aziendale più efficace e precisa.

Queste disuguaglianze spiegano le importanti differenze emerse dall'analisi ed elaborazione dei dati.

L'azienda A è risultata migliore da un punto di vista alimentare, con una DE e un MNE perfettamente nella media, proprio grazie alla sua gestione. L'attenzione ad una dieta bilanciata, che soddisfi pienamente i fabbisogni delle bovine e il robot di mungitura aiutano a migliorare questi parametri e, più in generale il benessere degli animali. Le nuove tecnologie adottate, inoltre, garantiscono un monitoraggio più attento ed efficace, che permette anche di avvicinarsi ad un'alimentazione di precisione, la quale mira a perfezionare e massimizzare le capacità produttive delle bovine, senza comprometterne salute e benessere e riducendone l'impatto sull'ambiente.

Al contrario, l'azienda V, ha mostrato valori molto elevati di DE e MNE, ma sono correlati a razioni sbilanciate, che non favoriscono la massima espressione della capacità

produttiva delle vacche. Infatti, tale azienda ha riscontrato una produzione media minore rispetto alla precedente, nonostante la razza allevata abbia un'attitudine a produrre maggiori quantità di latte. L'allevamento A, infatti, è composto da sole vacche di razza Bruna, mentre l'allevamento V presenta vacche di razza Frisona e incrocio di Meticcia. Questo non spiega il tenore medio in grasso più elevato per quest'azienda, piuttosto che per l'azienda A.

Per quanto riguarda l'azienda G, questa si è mostrata particolarmente svantaggiata a causa della sua posizione, che ne compromette soprattutto il bilancio economico. Questo influisce su numerose scelte aziendali, soprattutto da un punto di vista alimentare (si pensi alla scelta di un alimento piuttosto che un altro, per un fattore economico e non qualitativo). Tuttavia, ha mostrato un'ottima produttività, non molto distante dall'azienda A (che alleva la stessa razza), anche in termini qualitativi. Da questo punto di vista la locazione della stalla, gioca a favore, in quanto durante i mesi estivi, le temperature e l'indice di THI (valore fondamentale per il benessere degli animali) sono rimasti più bassi, garantendo una diminuzione percentuale della produzione minore rispetto alle aziende precedenti. Il principale problema, che compromette i parametri di DE e MNE, è rappresentato dalle razioni troppo sbilanciate. Si può, infine, osservare che quest'azienda ha ampio margine di crescita e miglioramento, limitato però dal bilancio economico.

In conclusione, questo studio è stato condotto per fornire alle aziende un quadro generale sul loro andamento in termini alimentari e produttivi, valutandone la sostenibilità economica, al fine di poter migliorare e massimizzarne i profitti.

6. BIBLIOGRAFIA

Accomando G., *La zootecnia nel settore agroalimentare italiano, Rivista di Agraria*, 2016 https://www.rivistadiagraria.org/articoli/anno-2016/la-zootecnica-nel-settore-agroalimentare-italiano/ (Visitato a settembre 2023).

ARPA Lombardia. https://www.arpalombardia.it/temi-ambientali/meteo-e-clima/form-richiesta-dati/ (Visitato a novembre 2023).

Associazione Italiana Allevatori (AIA), *Bollettino OnLine: Controlli sulla Produttività del Latte,* 2022. http://bollettino.aia.it/Contenuti.aspx?documento=NI&CD_Specie=C4 (Visitato a novembre 2023).

Bigi D., Zanon A., *Atlante delle razze autoctone Bovini, Equini, Ovicaprini allevati in Italia,* Edagricole, Milano, 2008. Pagine consultate: 9-11, 24-25.

Cevolani D., Barbieri L., Pepe F., Frigerio E., Bombardieri R., Cavassini P., Landini I., Mattiello S., Vertini F., *Gli alimenti per la vacca da latte. Materie prime e razioni per bovine ad alta produzione*, Edagricole, Bologna, 2005. Pagine consultate: 362, 374-375,.

Confai Bergamo, *Confai Bergamo analizza la situazione dell'agricoltura montana,* BergamoNews, Bergamo, 2022. https://www.bergamonews.it/2022/06/30/confai-bergamo-analizza-la-situazione-dellagricoltura-montana/528543/ (Visitato a settembre 2023).

Cozzi G., Bizzotto M., Rigoni Stern G. 2006. *Uso del territorio, impatto ambientale, benessere degli animali e sostenibilità economica dei sistemi di allevamento della vacca da latte presenti in montagna. Il caso di studio dell'altopiano di Asiago*, SoZooAlp, vol.3. Pagine consultate: 7-8.

Crovetto G. M., *L'alimentazione della bovina da latte*, Feedinnova. 2020. Pagine consultate: 4.

Erickson P.S., Kalscheur K. F., *Nutrition and feeding of dairy cattle,* 2020. Pagine consultate: 157-180. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7153313/#:~:text=Carbohydrates%2C%20amino%20acids%2C%20fatty%20acids,produce%20milk%20and%20milk%20components (Visitato a settembre 2023).

EFSA Europa, Malattie zoonotiche, 2023. https://www.efsa.europa.eu/it/topics/topic/biological-hazards#:~:text=Le%20zoonosi%20sono%20infezioni%20o,il%20contatto%20con%20animali%20infetti (Visitato novembre 2023).

EFSA Europa, Malattie zoonotiche veicolate da alimenti, 2023. https://www.efsa.europa.eu/it/topics/topic/foodborne-zoonotic-diseases#pubblicazioni-sul-tema (Visitato novembre 2023).

Fantini A., *Proteine, attenti ai dosaggi*, L'informatore Agrario, Verona, 2006. Pagine consultate: 20-23. https://www.ruminantia.it/wp-content/uploads/2016/05/PROTEINE-ATTENTI-AI-DOSAGGI.pdf visitato novembre 2023.

Ferrari M., Marcon E., Menta A., *Ecologia del paesaggio ed ecologia applicata, Parte terza: ecologia agraria ed applicata,* Edagricole, 2000. Pagine consultate: 431-432.

Foskolos A., Righi F., Melli E., Moorby J., *Migliorare l'efficienza di utilizzo dell'azoto nel latte bovino attraverso una gestione più attenta della nutrizione*, Ruminantia, Roma, 2017. https://ruminantiamese.ruminantia.it/migliorare-lefficienza-di-utilizzo-dellazoto-nel-latte-bovino-attraverso-una-gestione-piu-attenta-della-nutrizione/ (Visitato novembre 2023).

Francesia C., Madormo F, Vernetti-Prot L., *Sostenibilità dell'azienda zootecnica nella realtà Valdostana*, SoZooAlp, Trento, 2008. Pagine consultate: 189, 194.

Gusmeroli F., *Prati, pascoli e paesaggio alpino,* SoZooAlp, Trento, 2012. Pagine consultate: 33-42.

Gusmeroli F., Paoletti R., Pasut D., *Una foraggicoltura al servizio dell'allevamento e del territorio montano: tradizione e innovazione a confronto, ,* SoZooAlp, vol. 3. Pagine consultate: 26-39.

Heinrichs J., Ishler V., *Efficienza alimentare: la nostra bovina trasforma bene ciò che mangia?*, Informatore Zootecnico, Edagricole, 2011. Pagine consultate: 68.

Hirschi C., *Insilare: una soluzione a tutto tondo*, 2018. Pagine consultate: 4-7. https://www.bioattualita.ch/fileadmin/documents/bait/rivista/archivio/2018/ba-i-2018-06-ar.pdf (Visitato ottobre 2023).

Hutjens M., *Revisiting Feed Efficiency and Its economic impact,* University of Illinois, Urbana, U.S., 2005.

Ian Ohnstad, *Managing Heat Stress in Dairy Cows*, National Animal Diseases Information Services (NADIS), 2016.

INRA, *Alimentation des bovinc, ovins et caprins,* Edition Quae, INRA, RD 10, Versailles Cedex, 2007.

ISTAT, banca dati.
http://dati.istat.it/# (Visitato settembre 2023).

Lari L., Boldrin P., Riuzzi S., *Redditività nell'allevamento da latte: efficienza alimentare e IOFC (Income Over Feed Cost)-Ia parte,* Ex Dairy-Press, 2017. Pagine consultate: 1-2

Mahanna B., *Effetti dello stress da caldo sulla bovina in lattazione*, CORTEVA Global Nutritional Sciences Manager, 2020.

Marangoni F. et al, *Il latte vaccino: Ruolo nell'alimentazione umana*, Nutrition Found of Italy, 2017. Pagine consultate: 6-8

Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste, *Allerta caldo bovini da latte*. (Visitato a novembre 2023).

National Research Council, *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, *Seventh Revised Edition,* National Academy Press, Washington, 2001. Pagine consultate: 4-10.

Pacchioli M. T., Fattori G., *Gli alimenti per la vacca da latte: i foraggi*, C.R.P.A. S.p.A, Reggio Emilia, 2014. Pagine consultate: 3, 20-22, 25-27, 31-47.

Penati C., Sandrucci A., Tamburini A., Bava L., Timini M., *Bilanci aziendali dell'azoto e del fosforo di un campione di allevamenti bovini della bassa Valtellina e Valchiavenna*, SoZooAlp, Trento, 2008. Pagine consultate: 227, 235.

Rabai M., Lugoboni A., *Il settore zootecnico montano e le politiche di sostegno nella regione Lombardia*, SoZooAlp, Trento, 2010. Pagine consultate: 79-81.

Regione Lombardia.
https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/servizi-e-informazioni/cittadini/agricoltura (Visitato a ottobre 2023).

Rhoads M. L, Rhoads R. P., VanBaale M. J., Collier R. J., Sanders S. R., Weber W. J., Crooker B. A., Baumgard L. H., *Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin,* Journal of Dairy Science, Volume 92, 2009. Pagine consultate: 1986-1997.

Ronchi B., Savoini G., Trabalza Marinucci M., De Angelis A., *Manuale di Nutrizione dei Ruminanti da Latte*, EdiSES, Napoli, 2020. Pagine consultate: 78-87.

Ruozzi F., Dal Prà A., *Il razionamento della bovina da latte in sistemi foraggeri sostenibili*, CRPA S.p.A., Reggio Emilia, 2016.
https://www.crpa.it/media/documents/crpa_www/Convegni/016/20160203_FierAgricola_VR/Dal_Pra_Fieragricola.pdf visitato novembre 2023

Sandrucci A., Trevisi E.., *Produzioni animali,* EdiSES, Napoli, 2022. Pagine consultate: 84-88.

Satter L. D., Klopfenstein T. J., Erckson G. E., *The role of nutrition in reducing nutrient output from ruminants*, Journal of Animal Science, Volume 80, E-suppl_2, 2002. Pagine consultate: 143-156.

Sistema Informativo Veterinario.
https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/ (Visitato a ottobre 2023).

Spagnolo M., *Gli effetti del BCS e delle sue variazioni sul rischio sanitario e riproduttivo nella bovina da latte*, Ruminantia, Roma, 2022. https://ruminantiamese.ruminantia.it/gli-effetti-del-bcs-e-delle-sue-variazioni-sul-rischio-sanitario-e-riproduttivo-nella-bovina-da-latte/ (Visitato a novembre 2023).

Van Amburgh M. E., Collao-Saenz E. A., Higgs R. J., Ross D. A., Recktenwald E. B., Raffrenato E., Chase L. E., Overton T. R., Mills J. K., Foskolos A., *The Cornell Net Carbohydrate and Protein System: Updates to the model and evaluation of version 6.5*. Journal of Dairy Science, Volume 98, 2015. Pagine consultate: 6361-6380.

Van Soest P., *Nutritional Ecology of the Ruminant.* 1992.

7. RINGRAZIAMENTI

Giunta alla fine di questo percorso è doveroso fare alcuni ringraziamenti.

Prima di tutti, ci tengo a ringraziare il Prof. Alberto Tamburini, che mi ha sempre seguita con pazienza durante lo svolgimento del tirocinio e la stesura di questo elaborato.

Grazie a Mirko, Giovanni e Giancarlo per la loro disponibilità e per avermi permesso di svolgere il tirocinio presso le loro aziende.

Il grazie più grande di tutti va sicuramente alla mia famiglia. Ai miei genitori e a Fede, per i sacrifici fatti in questi anni, per avermi sempre appoggiata e, soprattutto, per avermi sopportata (perché sappiamo che non è stato semplice).
Spero possiate essere orgogliosi di me.

Grazie ai miei compagni di corso e a tutte le persone conosciute a Edolo in questi tre anni. In particolare, grazie ad Aurora, amica d'infanzia, con la quale ho condiviso parte dell'attività di tirocinio, per aver reso più divertenti e leggere le ore trascorse in laboratorio, ma anche per avermi assistita durante i nostri interminabili "viaggi della speranza" con il Pandino.
Un grazie speciale a Paola, compagna di studio e chiacchierate notturne, per avermi sempre sopportata (forse più di tutti) e incoraggiata prima di ogni esame; per i momenti di grande divertimento, ma anche di difficoltà.

Senza di voi non sarebbe stato lo stesso. Grazie a tutti!