

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente

Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Animali

Valutazione del comportamento e della produzione e qualità del latte in bovine di razza Pezzata Rossa Italiana con accesso ad un paddock esterno

Evaluation of behaviour and milk production and quality in Italian Simmenthal cows reared with access to an external paddock

Relatrice

Cristina Sartori

Correlatrici

Lucia Bailoni

Laureanda

Anna Sambugaro

Matricola

2081803

ANNO ACCADEMICO 2023-2024

Sommario

ABSTRACT	5
RIASSUNTO	7
1. INTRODUZIONE	9
1.1. LE CINQUE LIBERTÀ	9
1.1.1. I CINQUE BISOGNI	9
1.2. IL WELFARE	10
1.2.1. WELFARE E SENTIENT BEING	10
1.2.2. I DIVERSI GRADI DEL WELFARE	10
1.3. LA LEGISLAZIONE EUROPEA IN TEMA DI WELFARE	11
1.3.1 LA LEGISLAZIONE ITALIANA	11
1.4. BENESSERE DELLE VACCHE DA LATTE	12
1.4.1 VACCHE DA LATTE: BENESSERE E MOVIMENTO	13
1.4.1.1. MOVIMENTO E MOTIVAZIONE	13
1.4.1.2. BENESSERE E PASCOLAMENTO	14
1.4.1.3. BENESSERE E ACCESSO ALL'ESTERNO	15
1.4.2 VACCHE DA LATTE: BENESSERE E QUALITÀ DEL LATTE	15
1.4.2.1 BENESSERE E MUNGITURA	15
2. OBIETTIVO DELLA TESI	17
3. MATERIALI E METODI	18
3.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	18
3.1.1. DISEGNO SPERIMENTALE E AREA ESTERNA	18
3.2. LA PEZZATA ROSSA	19
3.2.1. LE VACCHE DA LATTE OGGETTO DI STUDIO	20
3.2.1.1. LA DIETA	21
3.3 CONTROLLI SPERIMENTALI	22
3.4 ANALISI DELLE VIDEOREGISTRAZIONI	22
3.5. ANALISI DELLE VIDEOREGISTRAZIONI	25
3.5.1 TIME BUDGET	25
3.5.2 ANALISI STATISTICA DEI COMPORTAMENTI	25
4. QUALITÀ DEL LATTE	26
4.1 RACCOLTA CAMPIONI E ANALISI DELLA QUALITÀ DEL LATTE	26
4.2 LA TECNOLOGIA MILKOSCAN	26
4.2.1 DESCRIZIONE DELLO STRUMENTO	26
4.2.2 LE ANALISI NEL DETTAGLIO	27
4.3 PROPRIETÀ DI COAGULAZIONE DEL LATTE	29

4.4 ANALISI STATISTICA DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DEL LATTE E LATTODINAMOGRAFICI	30
5. RISULTATI.....	32
5.1. COMPORTAMENTI OSSERVATI	32
5.1.1 TIME BUDGET: RISULTATI.....	32
5.1.2 ANALISI STATISTICHE DEL COMPORTAMENTO.....	33
5.1.3 ANALISI DEI COMPORTAMENTI IN RELAZIONE A TESI PERIODO	34
5.1.3.1 ANALISI DEI COMPORTAMENTI: MANGIA.....	35
5.1.3.1.1 ANDAMENTO DI CTR PER IL COMPORTAMENTO 'MANGIA'	36
5.1.3.1.2 ANDAMENTO DI U2 PER IL COMPORTAMENTO 'MANGIA'	37
5.1.3.1.3 ANDAMENTO DI U4 PER IL COMPORTAMENTO 'MANGIA'	37
5.1.3.2 ANALISI DEI COMPORTAMENTI: FERMA ERETTA	37
5.1.3.2.1 ANDAMENTO DI CTR PER IL COMPORTAMENTO 'FERMA ERETTA'	38
5.1.3.2.2 ANDAMENTO DI U2 PER IL COMPORTAMENTO 'FERMA ERETTA'	38
5.1.3.2.3 ANDAMENTO DI U4 PER IL COMPORTAMENTO 'FERMA ERETTA'	39
5.1.3.3 ANALISI DEI COMPORTAMENTI: RUMINAZIONE.....	39
5.1.3.3.1 ANDAMENTO DI CTR PER IL COMPORTAMENTO 'RUMINAZIONE'	40
5.1.3.3.2 ANDAMENTO DI U2 PER IL COMPORTAMENTO 'RUMINAZIONE'	40
5.1.3.3.3 ANDAMENTO DI U4 PER IL COMPORTAMENTO 'RUMINAZIONE'	41
5.1.3 STATISTICHE DESCRITTIVE DEL MODELLO DI ANALISI DELLA QUALITÀ E DELLE PROPRIETA' DI COAGULAZIONE DEL LATTE	42
7. CONCLUSIONI	49
BIBLIOGRAFIA	51
APPENDICE	56
RINGRAZIAMENTI	62

ABSTRACT

In the last century there has been a growing attention towards the welfare of farmed animals, starting from *Animal machines*, a novel by Ruth Harrison, to the five freedoms enunciated by the Brambell Committee in 1965, up to the elaboration of the five needs. Although there have been numerous reflections on the topic of animal welfare, there is no single definition. Therefore, it is better defined as a state of balance between the individual and the environment with which he interacts. By individual, we mean any vertebrate, in addition to *homo sapiens*. Welfare is linked to what the animal interacts with, i.e. the external and internal environment, housing structures, the weather and the presence of other animals. In this regard, it has been observed how, where there is access to the open air, the dairy cow can seize the opportunity to graze and exercise, thus reducing the risk of lameness. However, the issue is much more complex, since, although grazing brings benefits, it can lead cows to encounter nutritional problems. In fact, the cow tries to satisfy its needs by feeding on pasture grass, but this variation in diet can compromise its well-being. Despite the possible complications, exercise constitutes a great element of well-being in the cow, especially regarding the health of the limbs. This thesis aims to analyze the effects of the inclusion of a paddock on the behavior of six Italian Pezzata Rossa cows and on the quality of the product. The place where the study was based is the Paolini d'Aquileia Agricultural Technical Institute in Cividale del Friuli (UD), whose external company area measures 800 m², to which the cows can access from Monday to Friday, after milking. In order to avoid alterations in the diet, mowing was carried out in the week before the start of the test. The selected cows are six cows dedicated to milk production belonging to a stable of 25 specimens. The chosen cows were involved in different movements, according to a Latin square experimental design, i.e. they were divided into three groups of two cows each, and each group alternated in different periods in each of the three planned experimental tests. Specifically, the periods lasted two weeks, and the three theses were: i) no exit; ii) one two-hour outing per day; iii) two two-hour trips, one in the morning and one in the afternoon. The criteria for selecting the cows were: the cows had to be within 150 days of giving birth; the number of lactation had to be homogeneous; the cows had to be healthy; finally, the cows had to be docile in nature. The behaviors of the selected cows were recorded both inside and outside the housing structure. Six closed-circuit cameras were used to observe the behavior of the cows inside the stable, filming the feeding and resting lanes. The videos obtained include a time period of 10 hours, i.e. from approximately 09:00 to 18:00. The work was divided between three observers and the days analyzed by the graduate student refer

to 31/10, Monday 14/11, Thursday 1/12 and Wednesday 7/12. The data obtained from the three observers were then put together in order to subject them to a statistical analysis. At the end of each experimental period, milk samples were also collected in order to analyze its quality and suitability for cheesemaking through analyzes carried out using a Milkoscan detector and a lactodynamograph. The behavioral analysis allowed us to observe that the "Rumination" behavior was significantly influenced by the experimental thesis, whereas a tendency to significant differences due to the thesis effect was observed for "Standing" and "Eating" behaviours. The analysis of the quality of the milk and the lactodynamographic profile made it possible to see how the quality of the milk was not significantly affected by the treatment applied. This experimental work therefore allowed us to draw the following conclusions: rumination behaviour significantly changes based on the possibility of spending a period of time outside the housing facility. The quality of the milk depends mainly on the characteristics of the cow and has not undergone particular changes in composition linked to the period of time spent outside. Spending time outside the housing facility involves some changes in the frequencies of expression of behaviors which should be evaluated in light of potential connections with well-being. The quality of the milk does not appear to undergo any changes following a daily period of time outside the stable.

RIASSUNTO

Nel secolo scorso è nata una crescente attenzione nei confronti del benessere degli animali d'allevamento, a partire da *Animal machines*, un romanzo ad opera di Ruth Harrison, alle cinque libertà enunciate dal Brambell Committee nel 1965, fino a giungere all'elaborazione dei cinque bisogni. Sebbene ci siano state numerose riflessioni sul tema del benessere animale, non vi è una definizione univoca. Pertanto, esso si meglio definisce come uno stato di equilibrio tra l'individuo e l'ambiente con cui interagisce. Per individuo, si va ad indicare un qualsiasi vertebrato, oltre all'*homo sapiens*. Il welfare è legato a ciò con cui l'animale interagisce, ossia l'ambiente esterno ed interno, le strutture di stabulazione, il meteo e la presenza di altri animali. A tal proposito, è stato osservato come, laddove vi è l'accesso all'aperto, la vacca da latte può cogliere l'opportunità di pascolare e fare moto, riducendo così il rischio di zoppia. Tuttavia, la tematica è assai più complessa, poiché, sebbene il pascolo comporti dei benefici, esso può portare le bovine incontro a problematiche di carattere alimentare. Infatti, la vacca cerca di soddisfare il suo fabbisogno nutrendosi di erba del pascolo, ma tale variazione nella dieta può comprometterne il benessere. Nonostante le possibili complicazioni, il moto costituisce un grande elemento di benessere nella vacca, specialmente in merito alla salute degli arti. Questa tesi ha come obiettivo quello di analizzare gli effetti dell'inserimento di un paddock sul comportamento di sei vacche di Pezzata Rossa Italiana e sulla qualità del prodotto. Il luogo nel quale ha avuto sede lo studio è l'Istituto Tecnico Agrario Paolini d'Aquileia a Cividale del Friuli (UD), la cui area esterna aziendale misura 800 m², alla quale le vacche possono accedere dal lunedì al venerdì, previa mungitura. Al fine di evitare alterazioni nella dieta, è stato effettuato uno sfalcio nella settimana antecedente all'inizio della prova. Le bovine selezionate sono sei vacche dedite alla produzione di latte appartenenti ad una stalla di 25 esemplari. Le bovine scelte sono state coinvolte in diversi spostamenti, secondo un disegno sperimentale a quadrato latino, ossia sono state divise in tre gruppi di due bovine ciascuno, e ciascun gruppo si è alternato in periodi diversi in ciascuna delle tre tesi sperimentali previste. Nello specifico, i periodi sono durati due settimane ciascuno, e le tre tesi sono state: i) nessuna uscita; ii) una uscita di due ore al giorno; iii) due uscite di due ore, una al mattino ed una al pomeriggio. I criteri per la selezione delle bovine sono stati: le vacche dovevano trovarsi entro i 150 giorni dal parto; il numero di lattazione doveva essere omogeneo; le bovine dovevano essere in salute; infine, le vacche dovevano essere di indole docile. I comportamenti delle bovine scelte sono stati rilevati sia all'interno che all'esterno della struttura di stabulazione. Nell'osservazione dei comportamenti delle bovine manifestati all'interno della stalla sono

state utilizzate sei telecamere a circuito chiuso, le quali riprendevano la corsia di alimentazione e quella di riposo. I filmati ottenuti comprendono un lasso di tempo di 10 ore, ossia dalle ore 09:00 circa alle ore 18:00. Il lavoro è stato suddiviso tra tre osservatori e le giornate analizzate dalla laureanda fanno riferimento a 31/10, lunedì 14/11, giovedì 1/12 e mercoledì 7/12. I dati ricavati dai tre osservatori sono poi stati messi assieme, al fine di sottoporli ad un'analisi statistica. Al termine di ogni periodo sperimentale sono stati inoltre raccolti dei campioni di latte, al fine di analizzarne la qualità e l'attitudine alla caseificazione attraverso analisi effettuate mediante rilevatore Milkoscan e lattodinamografo. L'analisi dei comportamenti ha consentito di osservare come il comportamento di "Ruminazione" sia stato significativamente influenzato dalla tesi sperimentale, mentre si osserva una tendenza alla significatività per l'effetto della tesi sperimentale nei comportamenti di "ferma-eretta" e "mangia". L'analisi della qualità del latte e del profilo lattodinamografico ha permesso di constatare come la qualità dello stesso non sia stata condizionata significativamente dal trattamento applicato. Questo lavoro sperimentale ha consentito quindi di trarre le seguenti conclusioni: il comportamento di ruminazione cambia in maniera significativa in base alla possibilità di trascorrere un periodo di permanenza al di fuori della struttura di stabulazione; la qualità del latte dipende prevalentemente dalle caratteristiche della bovina e non ha subito particolari variazioni nella composizione legate al periodo di permanenza all'esterno. Il trascorrere tempo all'esterno della struttura di stabulazione comporta alcuni cambiamenti nelle frequenze di espressione dei comportamenti che andrebbero valutati alla luce di potenziali connessioni con il benessere. La qualità del latte sembra non subire modifiche in seguito ad un periodo di permanenza quotidiano all'esterno della stalla.

1. INTRODUZIONE

I primi cenni al benessere animale vennero fatti nella pubblicazione di *'Animal machines'* di Ruth Harrison (1964), all'interno del quale venne volta una critica nei confronti delle condizioni degli animali negli allevamenti intensivi.

1.1. LE CINQUE LIBERTÀ

Il filo narrativo citato in precedenza venne poi ripreso nel 1965, nel Brambell Report, prodotto dal Brambell Committee: esso afferma che l'adeguatezza di un allevamento non può essere basata sui soli parametri produttivi, ma bensì sull'associazione di indicatori comportamentali di benessere. Secondo tale documento, il benessere è definito come segue << *Con il termine welfare si deve intendere il benessere sia fisico sia mentale di un animale.* >>. Tale documento riporta, inoltre, le cinque libertà, ossia:

1. Libertà dalla sete, dalla fame e dalla malnutrizione.
2. Libertà dal discomfort.
3. Libertà da dolore, ferite e malattie.
4. Libertà di esprimere un comportamento normale.
5. Libertà dalla paura e dal distress.

1.1.1. I CINQUE BISOGNI

Al giorno d'oggi si fa maggiormente riferimento ai cosiddetti 'five needs', ossia elementi che pongono attenzione sui bisogni dell'animale e meno sulla libertà da sofferenza e disagi, riprendendo le five freedoms. Secondo l'Animal Welfare Act, infatti, <<*proprietari e custodi hanno il dovere di prendersi cura dell'animale e devono fare in modo che i loro bisogni vengano esauditi.*>> (Animal Welfare Act UK, 2006). I cinque bisogni a cui l'atto fa riferimento sono:

1. Bisogno di un ambiente adeguato.
2. Bisogno di una dieta adeguata.
3. Bisogno di essere in grado di manifestare normali modelli di comportamento.
4. Bisogno di essere stabulati con altri animali o separatamente.
5. Bisogno di essere protetti da dolore, sofferenza, ferite e malattie.

L'atto vieta in modo assoluto la crudeltà verso l'animale, ovvero pone il divieto al causare innecessaria sofferenza all'animale; vieta, inoltre, la mutilazione e l'avvelenamento dell'animale.

1.2. IL WELFARE

Nonostante ciò, non esiste una definizione globale di benessere animale, per maggior chiarezza viene impiegato il termine inglese 'welfare', poiché comprende componenti simili all'interno di varie definizioni. Per la maggiore, tale termine viene utilizzato per indicare uno stato di equilibrio individuo-ambiente. Ed è per questo che le componenti, chiamate indicatori, alle quali si fa riferimento si distinguono in due tipologie, indicatori diretti ed indiretti. Essi si suddividono in:

1. Animal-based → misurano le reazioni degli animali all'ambiente in cui vivono e si distinguono in:
 - a) etologici
 - b) fisiologici
 - c) patologici
 - d) produttivi
2. Environmental factors → rilevano le caratteristiche dell'ambiente in cui l'animale viene allevato, e sono distinti in:
 - a) sistemi di allevamento
 - b) strutture
 - c) gestione
 - d) relazioni uomo-animale

1.2.1. WELFARE E SENTIENT BEING

Nel 2022, il Regno Unito ha discusso un nuovo atto parlamentare, in relazione al benessere animale. L'atto indica l'animale come essere senziente, in termini legislativi, comprendendo all'interno dell'atto sia vertebrati che invertebrati. Pertanto, secondo l'Animal Welfare (Sentience) Act 2022, con il termine 'animale' si intende << *qualsiasi vertebrato oltre all'homo sapiens; qualsiasi mollusco cefalopode; qualsiasi crostaceo decapode* >>.

1.2.2. I DIVERSI GRADI DEL WELFARE

Il benessere animale è strettamente legato al modo in cui l'animale reagisce << *con il suo ambiente esterno, inclusa la stabulazione, il meteo e la presenza di altri animali, e con l'ambiente interno* >> (Cattle Behaviour and Welfare, Clive Phillips, 2002). L'animale è soggetto ad una serie di 'assessment' (vedi Fig. 1), ossia valutazioni inerenti a malattie, problemi comportamentali, cambiamenti fisiologici e test di preferenza, i quali possono avere svariati impatti sull'animale. Si tratta di condizionamento dell'equilibrio; sbilancio cognitivo; sbilancio fisiologico; soglia di dolore e soglia inerente alle ferite. Quanto appena citato rientra

nell'impatto che ciò ha sull'animale, ovvero indica lo stato di benessere dello stesso e, dunque, i diversi gradi del welfare.

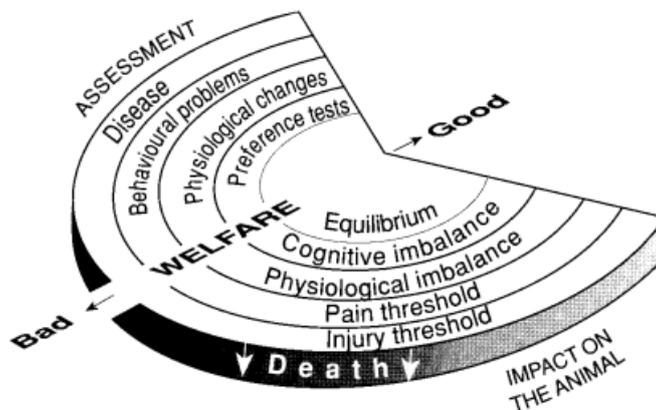


Figura 1: I diversi gradi del welfare, valutazione e impatto sull'animale, *Cattle Behaviour and Welfare*, Clive Phillips (2002)

1.3. LA LEGISLAZIONE EUROPEA IN TEMA DI WELFARE

A livello europeo, le istituzioni e gli organi di competenza in merito del benessere animale si identificano in Consiglio d'Europa, Parlamento Europeo, Commissione Europea e EFSA. Il primo è composto da 47 Stati membri ed emana trattati e convenzioni su tale tematica; il corpo parlamentare approva le direttive e i regolamenti a cui sono soggetti tutti gli Stati membri; la commissione prepara e propone le norme da approvare presso l'Europarlamento e ha l'incarico di effettuare i controlli sull'applicazione delle norme. L'EFSA costituisce uno degli organi tecnici dell'UE ed ha l'incarico di fornire pareri scientifici e consulenza in risposta a domande presentate da Istituzioni Europee e Nazionali in materia di catena alimentare.

1.3.1 LA LEGISLAZIONE ITALIANA

Per quanto concerne lo Stato italiano, gli organi di rilevanza sono il Ministero della Salute, i Servizi Veterinari Regionali e il Centro di Riferenza Nazionale per il Benessere Animale (CReNBA). Lo Stato italiano deve appurare che le norme in merito al benessere animale siano applicate da ogni regione, in più, deve redare una relazione annuale sull'attività svolta e accogliere gli ispettori europei ogni due anni, durante i sopralluoghi effettuati per conto della Commissione. I Servizi Veterinari Regionali eseguono controlli per verificare l'applicazione di leggi e regolamenti a livello locale, nonché hanno il compito di applicare il piano di controllo stabilito dal Ministero della Salute. Il CReNBA, invece, fornisce sostegno scientifico e approva i programmi di formazione dei corsi per gli operatori come previsti dal regolamento CE 1099/2009 sulla protezione degli animali durante l'abbattimento.

1.4. BENESSERE DELLE VACCHE DA LATTE

Un importante passo avanti in termini di legislazioni a livello europeo, inerenti al benessere animale è stato fatto con il trattato di Lisbona del 2007, ove viene affermato ciò che segue: << *nel formulare e incrementare le politiche dell'Unione sull'agricoltura, pesca, trasporti, mercato interno e ricerca, l'Unione e gli Stati Membri devono, poiché gli animali sono esseri senzienti, porre attenzione totale alle necessità degli animali [...] >>. L'Articolo 3 della Direttiva CE n. 58/1998 pone enfasi sulle normative del benessere delle vacche da latte: << [...] L'articolo 3 della direttiva 98/58 è formulato in termini ampi, ma il suo linguaggio è forte. La sua formulazione impone obblighi giuridici agli Stati membri e, a sua volta, ai proprietari e agli allevatori di vacche da latte (e di fatto di qualsiasi altra specie animali da allevamento). Richiede agli allevatori di "prendere tutte le misure ragionevoli", di "assicurare" il benessere dei loro animali e di "assicurarsi" che non vengano loro causati inutili (i) dolori, (ii) sofferenze o (iii) lesioni.>>. Le accortezze da mantenere ai fini di giovare al benessere della vacca da latte, secondo l'articolo 3 della Direttiva CE n. 58/1998 sono: << [...] necessità di magazzinieri esperti e ispezioni quotidiane; Gli animali e gli alloggi devono essere mantenuti puliti; I pavimenti devono essere ben drenati e non scivolosi; Dovrebbe essere disponibile un'area per sdraiarsi, che consiste in un pavimento solido ricoperto di paglia o altra lettiera idonea, al fine di garantire comfort e ridurre il rischio di lesioni; I cubicoli dovrebbero consentire i movimenti specifici della specie dell'animale quando si alza e si sdraia; Il numero di animali alloggiati non deve superare il numero di cuccette disponibili ed è consigliabile che siano disponibili cuccette di riserva; Gli animali dovrebbero poter uscire all'aperto, in estate preferibilmente tutti i giorni; Le procedure dolorose come la decornazione devono essere eseguite in anestesia e da un veterinario o altra persona qualificata ai sensi della legislazione nazionale [...] >> e, secondo la World Organization for Animal Health (OIE), devono essere seguiti anche i seguenti accorgimenti: << Le condizioni abitative devono essere pulite per garantire una buona igiene, comfort e ridurre al minimo il rischio di malattie e lesioni; I bovini hanno bisogno di un luogo ben drenato e confortevole dove riposare; La lettiera dovrebbe essere fornita a tutti gli animali alloggiati su cemento; Le cuccette dovrebbero consentire alle bovine di stare in piedi e sdraiarsi comodamente (ad es. lunghezza, larghezza e altezza dovrebbero essere adeguate alla taglia dell'animale più grande). Ci dovrebbe essere spazio sufficiente perché l'animale possa riposare e alzarsi adottando posture normali e muovere liberamente la testa mentre si alza; Laddove è possibile l'accesso a un'area all'aperto, compreso il pascolo, potrebbero esserci ulteriori*

benefici per i bovini da latte dall'opportunità di pascolare e fare esercizio, in particolare un ridotto rischio di zoppia. >>, vedi Fig. 2.

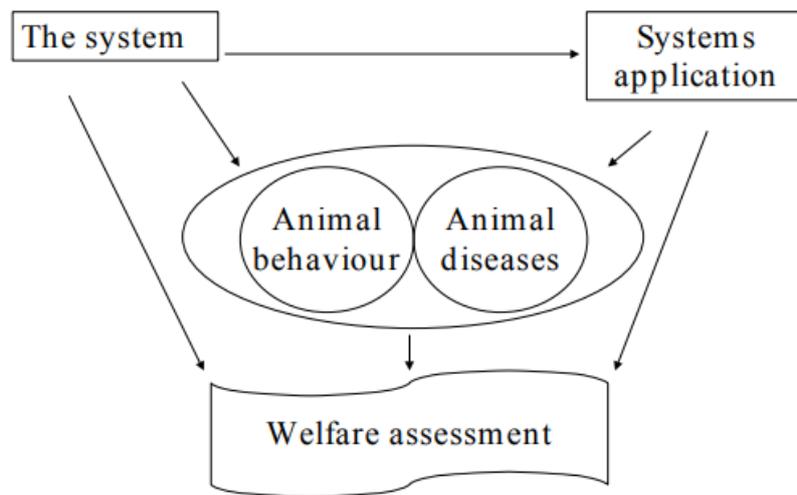


Figura 2: Fonti per la valutazione del benessere degli animali in allevamento (Sørensen et al 2001)

1.4.1 VACCHE DA LATTE: BENESSERE E MOVIMENTO

Le vacche da latte sono state storicamente bovini dedicati al pascolo; pertanto, si presume che tale elemento sia favorevole al benessere della vacca, in quanto rispecchia un comportamento naturale. Tuttavia, << le vacche da latte ad alto rendimento potrebbero non essere in grado di soddisfare le loro esigenze nutrizionali solo con l'erba, con il risultato che diventano affamate, compromettendo il loro benessere. >> (Charlton G. L., Steven M. R., East M., Sinclair L. A., 2011).

1.4.1.1. MOVIMENTO E MOTIVAZIONE

Le vacche d'oggi necessitano di movimento al fine di garantirne la salute e la produttività. Infatti, un << regolare esercizio fisico nella forma di camminata supervisionata >> per le vacche, << previene disordini degli arti >> (Cattle Behaviour and Welfare, Clive Phillips, 2002). Pertanto, viene raccomandata almeno un'ora di camminata, con un percorso di almeno 3 km al giorno. In condizioni poco ottimali, ove, ad esempio, si è notata una mancanza d'acqua nelle prossimità della vacca, è stato osservato che l'animale è più motivato a camminare e, soprattutto, a percorrere un maggior numero di km al fine di dissetarsi. La motivazione è, pertanto, un fattore fondamentale al movimento, ed essa si suddivide in 6 categorie (Zeeb et al., 1983), vedi Tabella 1.

Tabella 1: Fattori che possono influenzare il movimento della vacca

FATTORI INDIVIDUALI	Genetica Ontogenetica Stato fisiologico
CLIMA	Fattori climatici Ritmo diurno Ritmo stagionale
CIBO	Qualità Quantità Struttura Ritmo di alimentazione
FATTORI SOCIALI	Numero di animali Numero/spazio Partizione dei sessi Partizione dell'età Stato di integrazione sociale
AMBIENTE	Tipo di pavimentazione Illuminazione Ventilazione
STRUTTURE	Densità Spazio di alimentazione per animale Spazio per animale

1.4.1.2. BENESSERE E PASCOLAMENTO

Le bovine dedite al pascolamento << sono soggette a minori rischi subclinici e mastiti cliniche, lesioni degli arti, laminiti, metriti, mortalità embrionale precoce, abbattimento e mortalità ma sono soggette a un maggior rischio di parassitosi interne, malnutrizione >> (Mee J.F., Boyle L.A., 2020). Il pascolo ha dunque molti vantaggi e spesso viene preferito dalle vacche da latte, specialmente durante la notte. Tuttavia, la questione è più complessa, poiché è necessario analizzare fattori esterni al pascolo, come, ad esempio, l'esposizione a fenomeni metereologici sfavorevoli (Arnott G., Ferris C.P., O'Connell N.E., 2016). Un aspetto limitante nell'utilizzo del pascolo è la variazione di dieta, la quale condiziona la produzione del latte. Essa può spesso risultare ridotta, rispetto alla stabulazione in stalla, poiché dipende dalla composizione del pascolo utilizzato (Kolver E.S., 2007).

1.4.1.3. BENESSERE E ACCESSO ALL'ESTERNO

Ad avviso di Charlton Gemma L. e Rutter S. Mark (2017), vacche da latte a cui è stata data la scelta tra lo stare in stalla e l'attività pascoliva, hanno scelto la prima, poiché essa rappresenta ciò a cui esse sono abituate. Sebbene sia stato dimostrato che il pascolo può portare a risultati positivi in merito alla produzione e al benessere (vedi Fig. 3), è anche stato evidente come esso rappresenti un elemento spesso estraneo alla bovina da latte. Le opinioni in merito sono ancora poco chiare, tuttavia viene incentivata la possibilità di dare una scelta alle bovine. Infatti, secondo Crump A., Jekins K., Bethell E.J., Ferris C. P., Arnott G. (2019), le vacche tendono a trascorrere maggior tempo distese sul pascolo rispetto alle cuccette, poiché la superficie risulta più confortevole. Al fine di garantire tale comfort, viene suggerito di garantire una copertura esterna, per proteggere le bovine dallo stress da caldo. In più, la mancanza di coricamenti di lunga durata da parte delle bovine all'interno delle stalle, suggerisce la manifestazione di noia da parte delle vacche.



Reasons to provide outdoor access or not

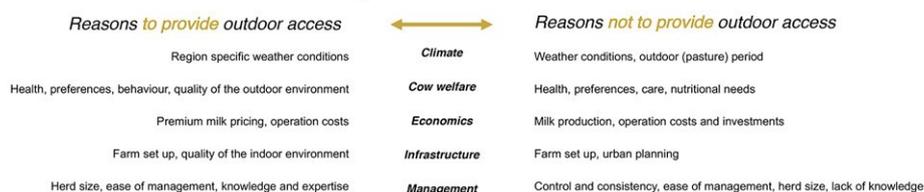


Figura 3: Ragioni per fornire l'accesso all'esterno (Smidt et al., 2021)

1.4.2 VACCHE DA LATTE: BENESSERE E QUALITÀ DEL LATTE

Secondo Davidson J. A. e Beede D. K. (Michigan State University, 2003), l'aumento di attività fisica nelle vacche da latte porta ad incremento della frequenza cardiaca, nonché ad una diminuzione delle concentrazioni plasmatiche di lattato. Ciò nonostante, l'attività motoria migliora la loro forma fisica, rispetto a vacche più sedentarie.

1.4.2.1 BENESSERE E MUNGITURA

Dal punto di vista scientifico, la maggior parte degli animali è maggiormente predisposto a scegliere il pascolo, se vi è una scelta tra ambiente esterno e interno (Schulte H.D., Armbrrecht L., Bürger R., Gauly M., Musshoff O., Hüttel S., 2018). Tuttavia, è stato anche dimostrato come il pascolo possa essere un elemento di disturbo in fase di mungitura e ai

fini della produzione del latte, poiché il pascolamento costituisce uno sforzo fisico aggiuntivo e, nel caso dell'impiego di un sistema di mungitura automatico, esso limita la vacca nel raggiungere gli spazi interni. Nonostante quanto detto, il pascolo è ancora oggi sfruttato come elemento a favore di un marketing rivolto a consumatori più attenti all'esigenza dell'animale, ed è quindi visto come elemento di pregio della produzione (Jiang R., Sharma C., Bryant R., Mohan M. S., Al-Marashdeh O., Harrison R., Torrico D. D., 2021). Per quanto concerne la mungitura con robot automatico, è importante che l'esperienza per la vacca sia un ricordo piacevole. Infatti, qualora venisse negato l'accesso al sistema di mungitura, la vacca potrebbe andare incontro a collisioni con l'impianto, provando così paura nei confronti dell'esperienza. Inoltre, è stato studiato come la negazione dell'accesso all'impianto comporti un aumento nella frequenza di urinazione, defecazione e selfgrooming (Stefanowska J., Tiliopoulos N. S., Ipema A. H., Hendriks M. M. W. B., 1999).

2. OBIETTIVO DELLA TESI

Il presente studio ha come obiettivo la valutazione degli effetti dello spostamento di vacche da latte Simmental italiane in lattazione dalle loro strutture di stabulazione ad un'area esterna adiacente alla stalla di 800 mq, per 2 ore o 4 ore al giorno al giorno, sull'espressione comportamentale e sulla produzione e composizione del latte. Per raggiungere questo obiettivo, sei bovine omogenee per numero di lattazione e condizioni di salute sono state suddivise a coppie in tre gruppi, e ciascun gruppo è stato assegnato alternativamente ad una delle tre tesi sperimentali considerate (nessuna uscita; uscita di 2 ore; uscita di 4 ore al giorno) per periodi della durata di due settimane. Il repertorio comportamentale è stato monitorato durante l'attività all'aperto e in stalla, utilizzando un sistema di registrazione video, e sono stati raccolti campioni individuali di latte che sono stati poi analizzati in laboratorio. Le registrazioni video hanno riguardato le attività in stalla durante 2 ore del mattino dalle 9 alle 11 (U4a) e due ore del pomeriggio dalle 14 alle 16 (U4b) per un totale di 4 ore al giorno oppure per sole due ore al giorno dalle 11.30 alle 13.30 (U2). In aggiunta sono state considerate le due ore successive al rientro di tutti gli animali in stalla, cioè dalle 16 alle 18. I campioni di latte sono stati prelevati al termine di ogni periodo sperimentale ed analizzati il giorno seguente al fine di caratterizzare la qualità e le proprietà di coagulazione del latte. I comportamenti osservati e le proprietà del latte sono quindi stati analizzati ai fini di rilevare possibili differenze ascrivibili alle tesi sperimentali considerate.

3. MATERIALI E METODI

3.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Lo studio è stato svolto presso l'allevamento di vacche da latte dell'Istituto Tecnico Agrario Paolino d'Aquileia a Cividale del Friuli (UD), vedi Figura 4.



Figura 4: Istituto Statale di Istruzione Superiore 'Paolino d'Aquileia', Cividale del Friuli (UD). Google Earth

3.1.1. DISEGNO SPERIMENTALE E AREA ESTERNA

L'area esterna dell'azienda è compresa in un'area di 800 m² (vedi Fig. 5), alla quale le vacche hanno accesso dal lunedì al venerdì. L'accesso deve avvenire previa mungitura. Lo sfalcio dell'erba è stato eseguito una settimana prima della prova per evitare il pascolamento.



Figura 5: Area esterna dell'Istituto Statale di Istruzione Superiore 'Paolino d'Aquileia'

3.2. LA PEZZATA ROSSA

Le vacche prese in oggetto di studio sono esemplari di pezzata rossa (vedi Fig. 6), ossia vacche a duplice attitudine, impiegate sia nella produzione di latte che in quella di carne. Questa tipologia di vacca rende buone produzioni di latte, caratterizzato da buone percentuali di grasso e proteine, in più, essa è nota per l'elevata resistenza a mastiti e per l'alto livello di fertilità.



Figura 6: Vacche di Pezzata rossa del Friuli dell'Istituto Tecnico Agrario Paolino d'Aquileia (Foto: Cristina Sartori)

3.2.1. LE VACCHE DA LATTE OGGETTO DI STUDIO

Ai fini di ricerca, sono state selezionate sei vacche di razza Pezzata Rossa Italiana, riportate in Appendice, e ad esse sono state associati sei codici distintivi, vedi Tabella 2.

Tabella 2: Caratteristiche delle sei vacche di pezzata rossa oggetto di studio durante il periodo della prova sperimentale

Numero aziendale	Numero collare	DIM al 31 ottobre	DIM al 9 dicembre	Num. latt. al 31 ottobre	Media prod. (Kg/ die)
190	66	147	186	1	21,8
183	58	59	98	2	27,15
167	42	132	171	2	26,22
138	21	72	111	5	32,06
179	54	117	156	2	28,32
182	57	88	127	2	25,39

Esse sono poi state suddivise in tre gruppi, i quali sono stati studiati in tre differenti periodi sperimentali, vedi Tabella 3.

Tabella 3: Disegno sperimentale

GRUPPO N° COLLARE	G1 58 - 66	G2 21 - 42	G3 54 - 57
PERIODO SPERIMENTALE			
31 ottobre – 11 novembre	CTR	U2	U4
14 novembre – 25 novembre	U4	CTR	U2
28 novembre – 9 dicembre	U2	U4	CTR

Dove le sigle stanno per:

- CTR → in stalla
- U2 → uscita dalle 11:30 alle 13:30
- U4 → uscita dalle 9:00 alle 11:00 e dalle 14:00 alle 16:00

Le vacche selezionate dovevano rispettare una serie di parametri, ossia:

- trovarsi entro i 150 giorni dal parto a livello di stadio di lattazione;
- numero di lattazione omogeneo tra gruppi sperimentali
- assenza di problemi sanitari come mastiti, zoppie, ecc;

- essere docili.

3.2.1.1. LA DIETA

La dieta somministrata alle bovine è composta interamente da unifeed, vedi Tabella 4. La somministrazione della razione è stata gestita secondo lo schema seguente: prima razione alle ore 08:30; seconda razione alle ore 17:30.

Tabella 4: Dieta unifeed delle sei bovine selezionate

INGREDIENTI	kg/capo
Acqua	10,0
Erba fasciata	8,5
Fieno di medica 1° taglio	3,0
Fieno di medica 3° taglio	3,0
Nucleo di cui: <i>Umidità 11,50%, Proteina grezza 32,50%, Grassi grezzi 2,50%, Fibra grezza 10,00%, Sodio 0,60%, Ceneri 14,20%</i>	1,5
Mais farina	3,2
Orzo farina	1,3
Farina di estrazione di soia 44	0,5
TOTALE	31,0

3.3 CONTROLLI SPERIMENTALI

Le sei vacche selezionate sono state fatte uscire a partire da qualche settimana prima dell'inizio della prova, al fine di farle abituare al cambiamento che essa ha comportato. Al termine di ogni mese, è stato previsto l'invio dei campioni di latte prelevati in merito alla valutazione della qualità del latte, analizzati dai laboratori dell'AAFVG. La determinazione del profilo lattodinamografico (LDG), qualità del latte e microcaseificazione sono state effettuate presso il laboratorio del latte del Dipartimento DAFNAE dell'Università di Padova. I dati del robot di mungitura sono stati resi disponibili dall'Istituto superiore, presso il quale si è svolta la prova.

3.4 ANALISI DELLE VIDEOREGISTRAZIONI

Le bovine sono state analizzate sia durante il periodo di permanenza all'esterno, sia all'interno della struttura di stabulazione. Il presente elaborato di tesi si è focalizzato sull'analisi dei comportamenti effettuati all'interno, per il cui rilievo sono state utilizzate sei telecamere a circuito chiuso, le quali riprendevano la corsia di alimentazione e quella di riposo. I filmati ottenuti comprendono un lasso di tempo di 10 ore, ossia dalle ore 09:00 circa alle ore 18:00. Le osservazioni finali sono state effettuate mediante la visione dei filmati ottenuti, attraverso il programma PlaybackSetup (vedi Fig. 7). Le giornate sono state distribuite in maniera randomizzata e omogenea tra tre osservatori, i quali sono stati addestrati in modo da rendere il più omogenea possibile l'osservazione dei comportamenti. Essi sono stati osservati attraverso il medesimo programma, e in questa tesi si fa riferimento, nello specifico, alle giornate di lunedì 31/10, lunedì 14/11, giovedì 1/12 e mercoledì 7/12. I dati dei tre osservatori sono poi stati messi assieme per un'analisi finale.



Figura 7: Screenshot di visualizzazione del programma PlaybackSetup, utilizzato per analizzare i filmati.

Le bovine selezionate sono state divise e analizzate a partire da tre gruppi diversi, seguendo la disposizione dell'agenda di prova, vedi Tabella 5, dove sono state individuate tre fasi differenti della prova – indicate con i colori arancio, azzurro e verde – in cui le bovine sono state suddivise in tre gruppi (G1: 66-58; G2: 21-42; G3: 54-57), sottoposti a diversi spostamenti – U2, U4 e CTR - a seconda della fase della prova. In questa tesi sono stati analizzati i comportamenti delle giornate di 31/10, 14/11, 1/12 e 7/12, evidenziate in giallo.

Tabella 5: Agenda della prova

Data	giorno	G1	G2	G3	NOTE
31 ottobre	Lunedì	CTR	U2	U4	
1 novembre	Martedì	CTR	U2	U4	
2 novembre	Mercoledì	CTR	U2	U4	
3 novembre	Giovedì	CTR	U2	U4	
4 novembre	Venerdì	CTR	U2	U4	
7 novembre	Lunedì	CTR	U2	U4	
8 novembre	Martedì	CTR	U2	U4	
9 novembre	Mercoledì	CTR	U2	U4	
10 novembre	Giovedì	CTR	U2	U4	<i>Prelievo campione di latte (litri 2)</i>
11 novembre	Venerdì	CTR	U2	U4	<i>Analisi laboratorio del latte</i>
14 novembre	Lunedì	U4	CTR	U2	
15 novembre	Martedì	U4	CTR	U2	
16 novembre	Mercoledì	U4	CTR	U2	
17 novembre	Giovedì	U4	CTR	U2	
18 novembre	Venerdì	U4	CTR	U2	
21 novembre	Lunedì	U4	CTR	U2	
22 novembre	Martedì	U4	CTR	U2	
23 novembre	Mercoledì	U4	CTR	U2	
24 novembre	Giovedì	U4	CTR	U2	<i>Prelievo campione di latte (litri 2)</i>
25 novembre	Venerdì	U4	CTR	U2	<i>Analisi laboratorio del latte</i>
28 novembre	Lunedì	U2	U4	CTR	
29 novembre	Martedì	U2	U4	CTR	
30 novembre	Mercoledì	U2	U4	CTR	
1 dicembre	Giovedì	U2	U4	CTR	
2 dicembre	Venerdì	U2	U4	CTR	
5 dicembre	Lunedì	U2	U4	CTR	
6 dicembre	Martedì	U2	U4	CTR	
7 dicembre	Mercoledì	U2	U4	CTR	<i>Prelievo campione di latte (litri 2)</i>
8 dicembre	Giovedì	U2	U4	CTR	
9 dicembre	Venerdì	U2	U4	CTR	<i>Analisi laboratorio del latte</i>
14 dicembre	DISINSTALLAZIONE DELLE TELECAMERE				

Dove: G1: 66-58; G2: 21-42; G3: 54-57

Ogni 5 minuti, sono stati segnalati, all'interno di un file Excel (vedi Fig. 8), i comportamenti di maggiore rilevanza effettuati dalle bovine riprese dalle telecamere. I comportamenti osservati, riportati in Tabella 6, sono stati individuati a seguito della visione preliminare di alcuni filmati, nonché utilizzando informazioni di prove sperimentali precedenti e bibliografiche.

Tabella 6: Comportamenti osservati

<i>Comportamento</i>	<i>Descrizione</i>
cammina	Il movimento del corpo e gambe cambia, la testa e il collo non si muovono
corre/scalcia	La vacca si muove velocemente nello spazio e/o agita almeno un arto
ferma eretta	La vacca è in piedi, si regge sulle quattro gambe; la testa è ferma
decubito	La vacca si trova distesa, completamente a contatto con la superficie; oppure è distesa per un solo lato
ruminazione	La vacca rigurgita il pasto o lo inghiotte già masticato
beve	La bovina si presta a bere dall'abbeveratoio
mangia	La bovina si nutre dell'alimento presente nella corsia di alimentazione
defeca	La bovina alza la coda e defeca; si ferma se in movimento
urina	La vacca alza la coda e urina; si ferma se in movimento
esplora ambiente	La vacca esplora l'ambiente attraverso la percezione di cibo o odori; la testa è a stretto contatto con la pavimentazione
self-grooming	La vacca striglia in proprio corpo, rivolendosi verso il suo addome
allogrooming	La vacca striglia il corpo di un'altra bovina
interazione positiva	La bovina risponde bene all'ambiente circostante
interazione negativa	La bovina manifesta un comportamento aggressivo nei confronti di altre bovine
non visibile	Le bovine non si trovano nel raggio di ripresa della videosorveglianza
monta	La vacca manifesta un approccio tipico all'iniziazione dell'accoppiamento

In seguito alla rilevazione dei dati mediante foglio Excel, è stata calcolata la frequenza di ogni comportamento entro ciascuna fascia oraria contando il numero delle volte in cui i comportamenti si sono presentati (es., 6) sul totale delle rilevazioni della fascia oraria (ogni 5 min per 4 ore, quindi 48 rilievi; quindi, la frequenza è, per es., 6/48). I comportamenti sono stati quindi espressi come minuti entro le due ore di ciascuna fascia oraria. Sono state calcolate anche le medie fenotipiche e relative deviazioni standard per ciascun comportamento in modo da avere il time budget generale.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Ora:min	Cammina	Corre/scalcia	Ferma eretta	Decubito	Ruminazione	Beve	Mangia	Defeca	Urina	Esplora ambiente	Self-grooming	Allogrooming	Interaz. positiva	Interaz. negativa	Non visibile	Monta
2	09:00	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	09:05	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	09:10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	09:15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	09:20	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	09:25	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	09:30	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	09:35	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	09:40	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	09:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	09:50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	09:55	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	10:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	10:05	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	10:10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	10:15	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	10:20	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	10:25	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	10:30	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	10:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
22	10:40	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
23	10:45	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	10:50	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	10:55	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	11:00	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 8: File Excel dei comportamenti delle bovine

3.5. ANALISI DELLE VIDEOREGISTRAZIONI

3.5.1 TIME BUDGET

Con il termine time budget si va ad indicare la ripartizione del tempo – espresso in minuti – tra i diversi comportamenti attuati all’interno della stalla da parte delle vacche soggette alla prova sperimentale. Ogni comportamento è quindi stato espresso per ogni individuo come minuti nelle due ore di osservazione.

3.5.2 ANALISI STATISTICA DEI COMPORAMENTI

Le analisi sono state realizzate usando il software SAS, procedura GLM (SAS Institute, NC, Cary). Il modello statistico utilizzato per elaborare i dati delle osservazioni comportamentali interni è un modello lineare generale (GLM) in cui i comportamenti sono stati via via considerati e analizzati singolarmente:

$$y_{ijkl} = \mu + D_i + C_j + T_k + (C*T)_{jk} + e_{ijkl}$$

dove: y_{ijkl} è il singolo comportamento; μ è la media generale dei dati; D corrisponde all’effetto del giorno di osservazione espresso come covariata; C corrisponde all’effetto fisso della bovina (6 livelli); T corrisponde all’effetto fisso della tesi concatenato con la fascia oraria (4 fasce orarie: 9.00-11.00;11.30-13.30; 14.00-16.00;16.00-18.00 concatenati con 3 tesi, CTR, U2 e U4, per un totale di 9 livelli); C*T corrisponde alla interazione tra l’effetto della bovina e l’effetto della tesi_fascia_oraria; e_{ijkl} è l’errore residuo dei dati.

Sono state quindi calcolate le medie corrette per l’effetto tesi-fascia_oraria e per l’effetto della bovina e i seguenti contrasti calcolati sui livelli di tesi-fascia_oraria:

U2 vs. U4 16_18; CTR vs. U2 16_18; CTR vs. U4 16_18; CTR vs. U2 9_11; CTR vs. U2 14_16; CTR vs. U4 1130_1330

La significatività statistica è stata posta ad un valore di $P \leq 0.05$.

4. QUALITÀ DEL LATTE

4.1 RACCOLTA CAMPIONI E ANALISI DELLA QUALITÀ DEL LATTE

In seguito alle analisi comportamentali, si sono svolte delle analisi sulla qualità del latte, al fine di poter osservare se queste modifiche nella quotidianità delle vacche da latte abbiano apportato dei cambiamenti in termini di produzione e qualità del latte. Ogni due settimane (vedi Tabella 7) è stato prelevato un campione di latte, pari a 2 L da ciascuna delle bovine oggetto di studio, al fine di analizzarne la composizione chimica mediante analisi dello spettro infrarosso (metodologia Milkoscan) e l'attitudine alla caseificazione e microcaseificazione tramite analisi con il lattodinamografo (vedi Fig. 20), ossia LDG. A seguito di ogni prelievo, ogni campione è stato posto negli appositi frigoriferi dell'Università di Padova per poi essere sottoposto ad analisi nel giorno successivo. Le relative date di prelievo e analisi sono riportate in tabella 9.

Tabella 7: Date di prelievo e delle analisi dei campioni di latte

Data prelievo	Data analisi
19/10/2022	20/11/2022
10/11/2022	11/11/2022
24/11/2022	25/11/2022
08/12/2022	09/12/2022

4.2 LA TECNOLOGIA MILKOSCAN

4.2.1 DESCRIZIONE DELLO STRUMENTO

La metodologia MilkoScan, basata sull'analisi dello spettro infrarosso mediante trasformate di Fourier (tecnologia FTIR), considerando le lunghezze d'onda nella regione tra 2500 and 25,000 nm. Secondo Foss Analytics, il MilkoScan™ Mars (vedi Fig. 9) è un analizzatore che permette di misurare fino a sei parametri (vedi Tabella 8) per campione di latte crudo.



Figura 9: MilkoScan™ Mars

I tipi di campione che si possono analizzare sono:

- Latte crudo
- Latte processato
- Panna
- Siero

Tabella 8: Parametri di misurazione in Milkoscan (Foss Analytics)

PARAMETRI
Grassi
Proteine
Lattosio
Solidi totali
Residuo secco magro
Punto di congelamento (solo nel latte)

4.2.2 LE ANALISI NEL DETTAGLIO

La tecnologia Milkoscan permette di venire a capo ad un problema assai diffuso come quello delle anomalie nel latte crudo. Raccolti i campioni di latte crudo (vedi Fig. 11) è infatti possibile effettuare lo screening degli stessi impiegando tale tecnologia (vedi Fig. 10).

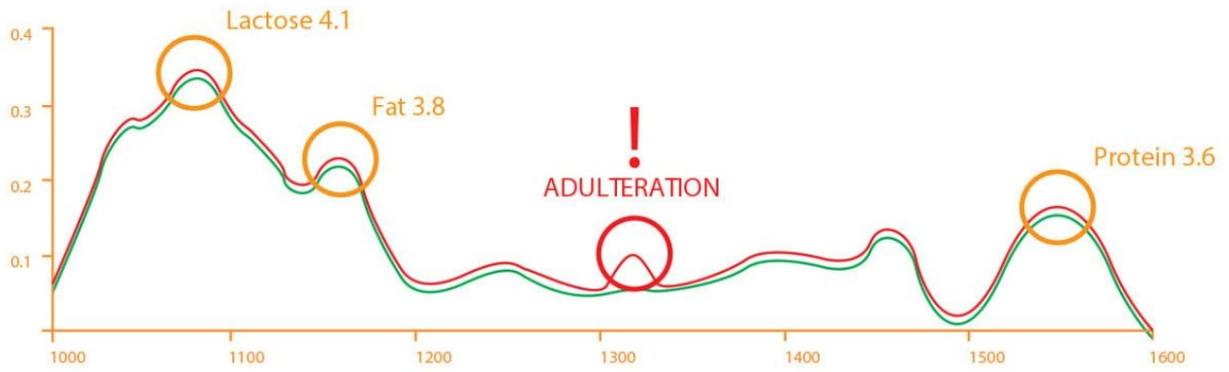


Figura 10: Screening di latte crudo tramite tecnologia Milkoscan (Foss Analytics)



Figura 11: Preparazione del campione di latte con aggiunta di caglio nei bagnetti per analisi lattodinamografica

La percentuale di proteina, caseina, grasso e lattosio nel latte dei campioni raccolti sono state stimate utilizzando la tecnologia Milkoscan seguendo la seguente calibrazione, già riportata in studi precedenti (Amalfitano et al., 2019): Grasso (ISO,2010; ISO1211/IDF 1; gravimetric method, Röse-Gottlieb); Proteina (ISO,2014; ISO 8968-1/IDF 20-1; titrimetric method, Kjeldahl); Caseina (ISO,2004; ISO 17997-1/IDF 29; titrimetric method, Kjeldahl); Lattosio (ISO,2002; ISO 5765-1/IDF 79-1; enzymatic method).



Figura 12: Sineresi della caciotta e caciotte ottenute dopo pressatura.

Sono state, dunque, prodotte delle caciotte (vedi Fig. 12), delle quali, in seguito a sei mesi di stagionatura, sono state analizzate le caratteristiche reologiche del prodotto, il pH, il colore ed il profilo acido, presso il laboratorio LaCHI del Dipartimento DAFNAE

dell'Università degli Studi di Padova.

4.3 PROPRIETÀ DI COAGULAZIONE DEL LATTE

Le qualità di coagulazione del latte, dette anche MCP, sono misurate attraverso metodologie computerizzate, meccaniche ed ottiche, le quali registrano la fermezza della cagliata nel corso del tempo. Le MCP (vedi Fig. 13) che sono solite essere misurate sono le seguenti:

- Tempo di coagulazione della cagliata, detto RCT (Rennet Coagulation Time)
- Consistenza coagulo, indicato con a30, a45 o a60 (minuti)
- Tempo di rassodamento della cagliata, indicato con k20

Il latte proveniente dalla razza bovina Simmenthal è caratterizzato da lunghi RCT e inferiori a30. I valori di RCT e a30 sono strettamente correlati; a30 è correlato al contenuto di caseina presente nei campioni raccolti (Bittante et al., 2012). I campioni di latte sono stati quindi sottoposti ad analisi delle MCP mediante lattodinamografo presente nel Laboratorio latte del

dipartimento DAFNAE (Formagraph, Foss) seguendo le metodiche descritte in studi precedenti (Bittante et al., 2015; Secchi et al., 2023).

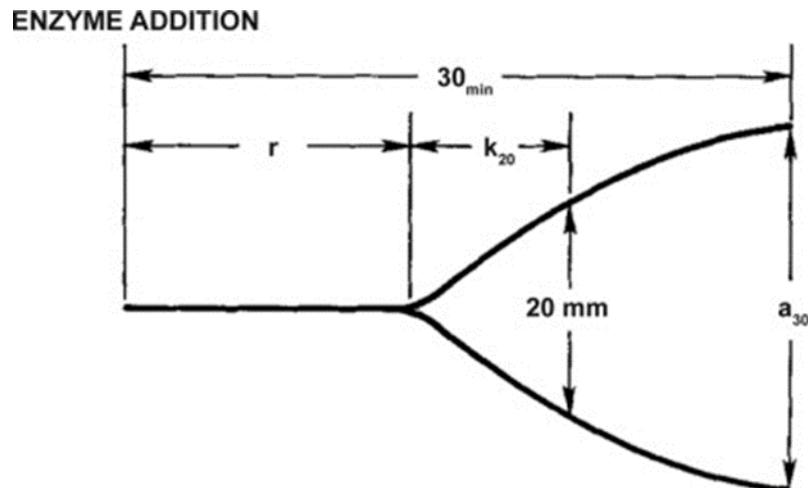


Figura 13: Diagramma del tempo di coagulazione della cagliata e fermezza della cagliata. (Bittante et al., 2011)

4.4 ANALISI STATISTICA DEI PARAMETRI DI QUALITÀ DEL LATTE E LATTODINAMOGRAFICI

I parametri ottenuti dal Milkoscan e dal lattodinamografo sono stati sottoposti ad analisi statistica, al fine di valutare i possibili effetti-incidenza della tesi sperimentale. Le analisi sono state realizzate usando il software SAS, procedura GLM (SAS Institute, NC, Cary). Il modello statistico utilizzato per elaborare i dati della qualità del latte elaborati con il Milkoscan interni è un modello lineare generale (GLM) in cui i dati di qualità del latte sono stati via via considerati e analizzati singolarmente:

$$y_{ijklm} = \mu + D_i + C_j + T_k + B_l + e_{ijklm}$$

dove: y_{ijkl} è il singolo parametro di qualità del latte; μ è la media generale dei dati; D corrisponde all'effetto del giorno di rilievo espresso come categorico ed espresso in tre livelli; C corrisponde all'effetto fisso della bovina (6 livelli); T corrisponde all'effetto fisso della tesi (3 tesi, CTR, U2 e U4); B corrisponde all'effetto del bagnetto in cui sono stati scaldati e lavorati i campioni (2 livelli); e_{ijkl} è l'errore residuo dei dati. Sono state quindi calcolate le medie corrette per l'effetto della tesi e per l'effetto del giorno di analisi e i seguenti contrasti calcolati sui livelli di tesi: CTR vs. U2_U4; CTR_U2 vs. U4

La significatività statistica è stata posta ad un valore di $P \leq 0.05$

Le analisi dei dati lattodinamografici sono state realizzate usando il software SAS, procedura GLM (SAS Institute, NC, Cary). Il modello statistico utilizzato è un modello lineare generale (GLM) in cui i parametri lattodinamografici sono stati via via considerati e analizzati singolarmente:

$$y_{ijklm} = \mu + D_i + C_j + T_k + ST_l + e_{ijklm}$$

dove: y_{ijkl} è il singolo parametro di coagulazione del latte; μ è la media generale dei dati; D corrisponde all'effetto del giorno di rilievo espresso come categorico ed espresso in tre livelli; C corrisponde all'effetto fisso della bovina (6 livelli); T corrisponde all'effetto fisso della tesi (3 tesi, CTR, U2 e U4); ST corrisponde alla concatenazione degli effetti dello strumento di analisi (2 livelli) e del pozzetto utilizzato (6 livelli) per un totale di 12 livelli; all'effetto del bagnetto in cui sono stati scaldati e lavorati i campioni (2 livelli); e_{ijkl} è l'errore residuo dei dati.

Sono state quindi calcolate le medie corrette per l'effetto della tesi e per l'effetto del giorno di analisi e i seguenti contrasti calcolati sui livelli di tesi:

CTR vs. U2_U4; CTR_U2 vs. U4

La significatività statistica è stata posta ad un valore di $P \leq 0.05$

5. RISULTATI

5.1. COMPORTAMENTI OSSERVATI

5.1.1 TIME BUDGET: RISULTATI

I comportamenti osservati sono stati riportati come medie dei comportamenti espressi da ciascun individuo all'interno della fascia oraria considerata, e riportati come time budget nel Grafico 1. Come riportato nel capitolo 3.5.1, la somma dei minuti osservati, per alcuni comportamenti, risulta superiore ai 120 minuti poiché alcuni di essi si sono verificati contemporaneamente come, ad esempio, decubito e ferma eretta si verificavano in contemporanea alla ruminazione. Nel Grafico 1, è possibile evincere che il comportamento che si è maggiormente osservato è “Mangia”, seguito da “Ferma eretta” e “Ruminazione”.

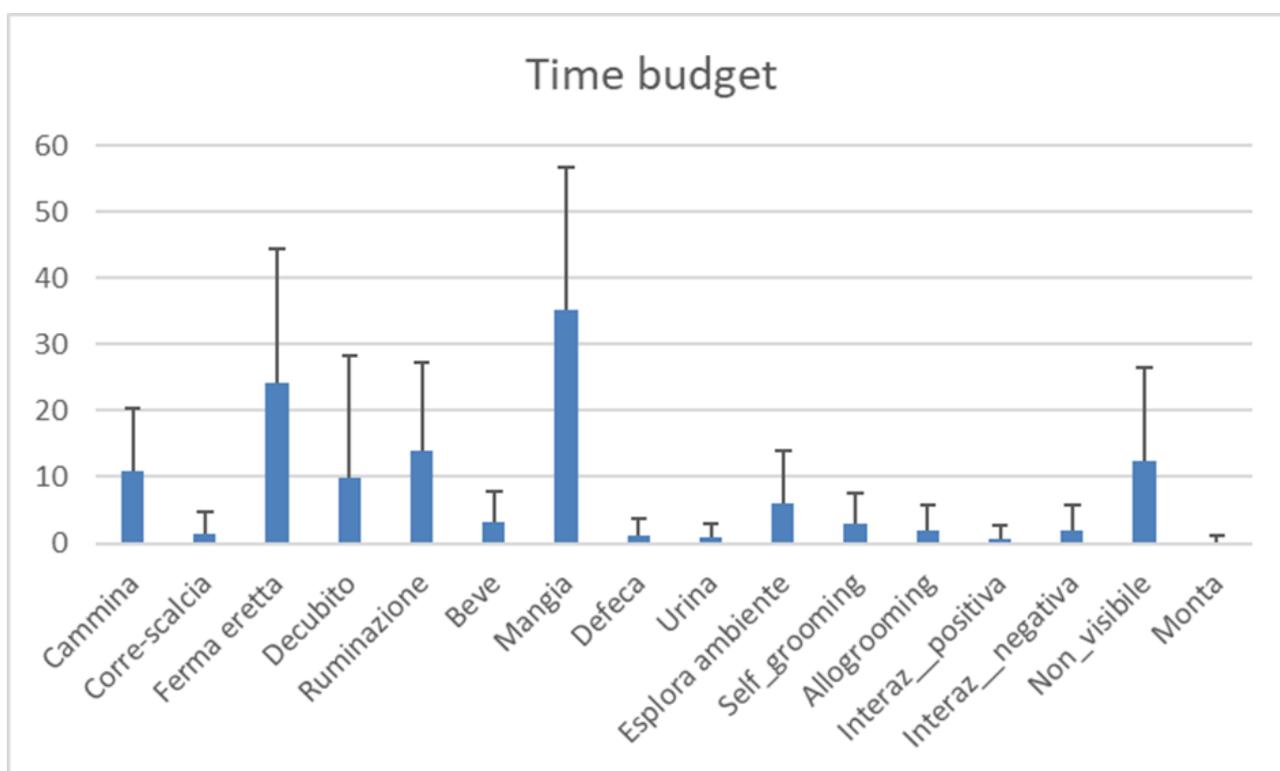


Grafico 1: Comportamenti espressi dalle vacche da latte in un totale di due ore di osservazione

Sulla base di quanto riportato nel Grafico 1, è infatti possibile stabilire la percentuale entro la quale i comportamenti si sono presentati nel corso di due ore. Le percentuali dei comportamenti osservati si sono manifestate come segue: Cammina 8,56%; Corre-scalcia 1,05%; Ferma eretta 19,02%; Decubito 7,85%; Ruminazione 10,95%; Beve 2,61%; Mangia 27,80%; Non_visibile 9,72%; Defeca 0,90%; Urina 0,64%; Esplora ambiente 4,83%; Self_grooming 2,35%; Allogrooming 1,60%; Interaz_negativa 1,45%; Interaz_positiva 0,53%; Monta 0,15%.

5.1.2 ANALISI STATISTICHE DEL COMPORTAMENTO

Le analisi statistiche dei dati raccolti relativi al comportamento hanno riguardato i comportamenti enunciati nel capitolo 3.4 come variabili dipendenti, e hanno considerato come possibili effetti (variabili dipendenti) i Giorni, BOVINA, tesi_periodo e BOVINA*tesi_periodo. In Tabella 9 sono riportati per ciascun comportamento i valori di F e di significatività statistica emersi dall'analisi della varianza sul modello. Considerando valori dell'ANOVA significativi per $P < 0,05$, è possibile notare come i valori significativi (vedi Tabella 10) si trovano in corrispondenza di: 'Corre_scalcia', 'Ruminazione', 'Beve', 'Self-grooming', 'Monta' per Giorni; 'Decubito' e 'Self-grooming' per BOVINA; Ferma eretta, Ruminazione e Mangia per tesi_periodo; nessun valore significativo per BOVINA*tesi_periodo. I valori relativi a R^2 vanno da un minimo di 0,251 ad un massimo di 0,364; si può osservare come per valori di R^2 vicini o superiori allo 0,300, è possibile che corrispondano dei valori significativi per gli effetti considerati nel modello.

Tabella 9: Valori significativi dei comportamenti osservati in base a variabili diverse nell' ANOVA

variabile	Valori di F				R ²
	Giorni	BOVINA (C)	tesi_periodo (T)	C*T	
CAMMINA	0,670	0,674	1,134	0,703	0,252
Corre_scalcia	7.651**	0,313	1,224	0,859	0,332
Ferma_eretta	0,326	0,599	1.874°	0,931	0,313
Decubito	1,474	3.430**	1,311	1,081	0,373
Ruminazione	4.846*	0,202	2.896**	0,751	0,303
Beve	3.703°	0,779	1,334	0,574	0,277
Mangia	0,133	0,556	1.902°	0,667	0,297
Defeca	10,961	0,652	0,569	0,992	0,283
Urina	7,871	0,709	0,649	0,781	0,251
Esplora_ambiente	0,524	1,399	0,735	0,704	0,273
Self_grooming	9.406**	3.976**	1,411	0,966	0,364
Allogrooming	0,081	0,833	0,677	1,227	0,329
Interazione_positiva	1,584	0,660	1,066	1,159	0,324
Interazione_negativa	0,210	1,740	1,217	0,883	0,305
Monta	3.717°	0,774	0,926	0,806	0,278

I comportamenti significativamente diversi nel corso dei giorni sono stati: 'Corre_scalcia', 'Ruminazione', 'Self_grooming' ($P < 0.01$), mentre l'effetto dei giorni è risultato vicino alla

significatività statistica ($P < 0.1$) per i comportamenti di bere e monta. La variabilità individuale delle bovine risulta statisticamente significativa ($P < 0.01$) per i comportamenti di 'Decubito' e 'Self_grooming', mentre la tesi_periodo ha influenzato significativamente ($P < 0.01$) il comportamento di 'Ruminazione', e ha riportato una tendenza alla significatività statistica per 'Ferma_eretta' e 'Mangia'.

5.1.3 ANALISI DEI COMPORAMENTI IN RELAZIONE A TESI PERIODO

La Tabella 10 riporta i valori di Least square means per l'effetto tesi-periodo per ciascun comportamento osservato ottenuti come analisi post-hoc del modello lineare. Come riportato nei Materiali e Metodi, le osservazioni sono distribuite entro i livelli di tesi-periodo come segue:

- Fascia oraria 1: dalle 09:00 alle 11:00: CTR, U1
- Fascia oraria 2: dalle 11:30 alle 13:30: CTR, U4
- Fascia oraria 3: dalle 14:00 alle 16:00: CTR, U2
- Fascia oraria 4: dalle 16:00 alle 18:00: CTR, U2, U4

Tabella 10: Least square means per i valori di tesi-periodo, con relativo errore standard (SE)

variabile	Least square mean tesi-periodo									SE
	9_11		11.30_13.30		14_16		16_18		U4	
	CTR	U2	CTR	U4	CTR	U2	CTR	U2		
Cammina	7,62	8,80	8,18	14,29	11,09	10,19	14,01	12,07	10,89	2,24
Corre_scalcia	0,82	1,09	0,82	1,51	1,30	3,45	1,16	1,09	0,89	0,74
Ferma_eretta	16,09	35,67	20,53	22,83	30,11	27	16,85	24,14	22,48	4,56
Decubito	4,61	1,63	14,61	13,29	9,40	14,33	9,89	9,13	13,29	3,93
Ruminazione	9,39	10,01	13,83	7,58	11,12	22,93	17,03	19,60	12,72	3,00
Beve	3,25	2,97	1,37	3,73	1,99	3,25	5,19	2,69	4,77	1,05
Mangia	47,37	41,19	31,61	40,85	27,79	29,81	32,86	28,90	34,25	4,85
Defeca	1,79	0,96	0,26	0,82	1,23	1,09	1,02	1,51	1,44	0,59
Urina	1,38	0,75	0,27	0,47	0,40	1,24	0,47	1,31	0,75	0,53
Esplora_ambiente	6,17	6,03	7,42	3,25	6,59	3,74	7,14	7,70	6,52	1,82
Self_grooming	2,32	1,97	1,07	2,73	2,94	3,71	3,98	3,15	5,03	0,98
Allogrooming	1,25	0,90	2,15	1,74	2,15	2,29	2,22	3,20	1,67	0,81
Interazione_positiva	1,05	1,12	0,0048	0,21	0,84	1,12	0,005	0,98	0,91	0,46
Interazione_negativa	0,56	0,77	0,70	2,29	2,99	1,95	2,09	2,99	2,36	0,87
Monta	0,55	0,00	0,00	0,48	0,20	0,00	0,20	0,00	0,20	0,22

La Tabella 11 riporta i contrasti condotti tra le diverse tesi entro ciascuna fascia oraria. Nell'ordine, è possibile osservare come nella fascia oraria 9_11 ci siano differenze statisticamente significative ($P < 0.1$) per il comportamento di 'Ferma_eretta', maggiore in U2,

e vi sia una tendenza alla significatività statistica per 'Monta', presente solo in U2 e non in CTR. Nella fascia oraria successiva 1130_1330 si osserva per il comportamento 'Cammina' una tendenza alla significatività statistica ($P < 0.1$) nel confronto tra CTR e U4, con valori più elevati in U4. Differenze significative ($P < 0.05$) si osservano nella fascia oraria 14_16 tra CTR e U2 per il comportamento 'Corre_scalcia' ($P < 0.05$) e per 'Ruminazione' ($P < 0.001$). Entrambi i comportamenti presentano una durata più elevata nelle bovine in U2 rispetto a quelle in U4. Nelle fasce orarie successive non ci sono differenze statisticamente significative tra i comportamenti.

Tabella 11: Tabella dei contrasti

variabile	CTR vs. U2	CTR vs. U4	CTR vs. U2	CTR vs. U2	CTR vs. U4	U2 vs. U4
	9_11	1130_1330	14_16	16_18	16_18	16_18
Cammina	0,14	3,720°	0,08	0,38	0,97	0,14
Corre_scalcia	0,07	0,44	4,193*	0,0043	0,07	0,04
Ferma_eretta	9,216**	0,13	0,23	1,28	0,76	0,07
Decubito	0,29	0,06	0,79	0,02	0,37	0,56
Ruminazione	0,02	2,17	7,76***	0,37	1,03	2,63
Beve	0,03	2,52	0,71	2,82	0,08	1,96
Mangia	0,81	1,81	0,09	0,33	0,04	0,61
Defeca	1,00	0,44	0,03	0,34	0,25	0,01
Urina	0,70	0,08	1,25	1,25	0,14	0,56
Esplora_ambiente	0,0034	2,62	1,22	0,05	0,06	0,21
Self_grooming	0,06	1,44	0,30	0,36	0,56	1,82
Allogrooming	0,09	0,13	0,01	0,72	0,24	1,79
Interazione_positiva	0,01	0,10	0,18	2,23	1,92	0,01
Interazione_negativa	0,03	1,70	0,72	0,54	0,05	0,26
Monta	3,12°	2,39	0,44	0,44	0,00	0,44

Nei successivi paragrafi sono descritte le LS-means dei comportamenti risultati significativi ($P < 0.05$) o vicini alla significatività statistica ($P < 0.1$) per l'effetto tesi-periodo, come riportati in Tabella 9: Ferma-eretta, Mangia, Ruminazione.

5.1.3.1 ANALISI DEI COMPORAMENTI: MANGIA

Il Grafico 2 rappresenta il comportamento Mangia, nel quale non troviamo nessuna differenza significativa nelle Least square means delle tesi entro fascia oraria, nonostante la tesi-periodo sia vicino alla significatività statistica per il comportamento. E' possibile comunque evidenziare che nel periodo 9:00- 11:00 si ha complessivamente un maggiore tempo di alimentazione. Questo è dovuto principalmente al fatto che il carro *unifeed* passava

a scaricare la razione alle ore 8:30, aumentando di conseguenza la frequenza delle bovine in mangiatoia.

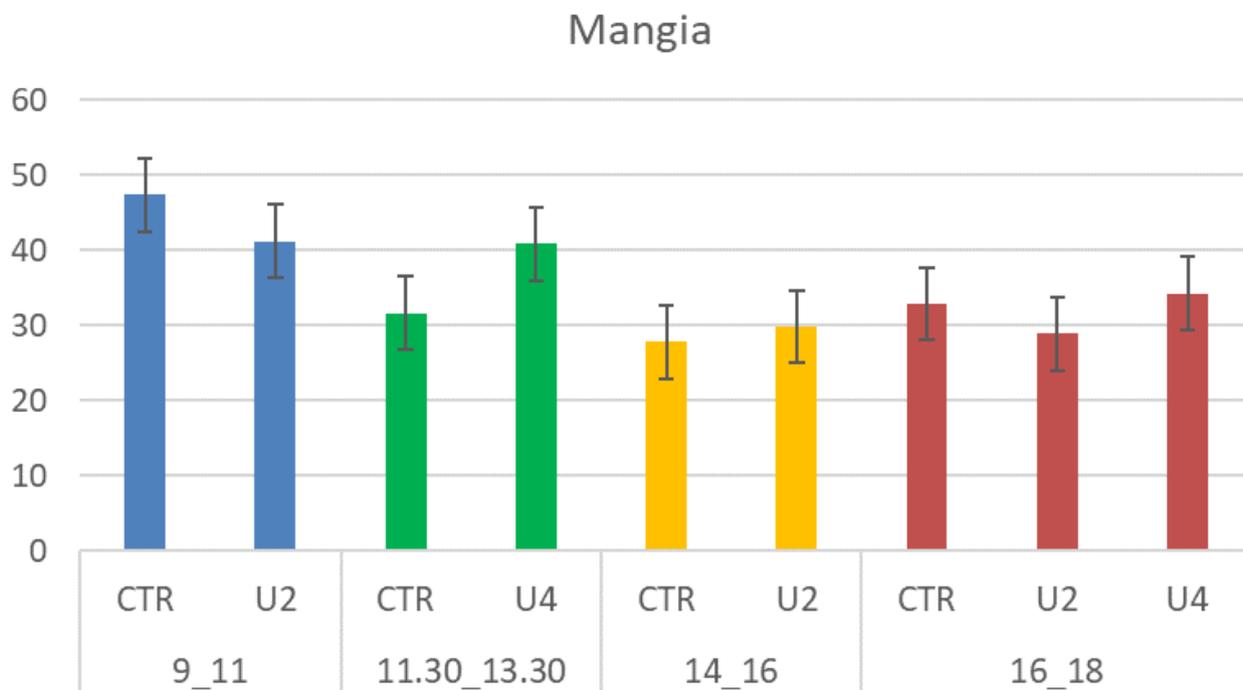


Grafico 2: Rappresentazione dei valori "tesi-periodo" per il carattere "Mangia"

I grafici successivi (da 3 a 5) riportano le least square means dell'effetto tesi-periodo per gli stessi comportamenti ma separatamente per ciascuna tesi, per vedere l'andamento del comportamento nel corso della giornata nelle diverse tesi.

5.1.3.1.1 ANDAMENTO DI CTR PER IL COMPORTAMENTO 'MANGIA'

Nel Grafico 3, è possibile osservare nel dettaglio il comportamento 'Mangia' inerente a CTR; al mattino corrisponde un picco, destinato poi a calare fino alle ore 14, dopodiché è soggetto ad un aumento nelle ore serali.

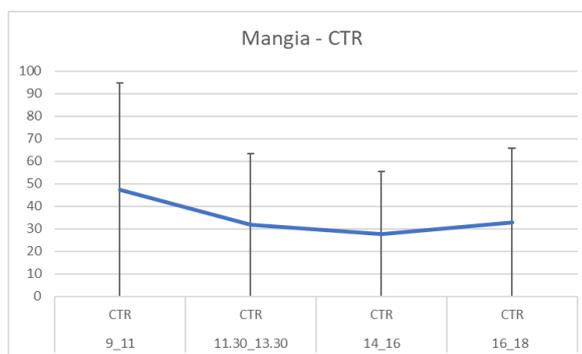


Grafico 3: Comportamento 'Mangia' in CTR

5.1.3.1.2 ANDAMENTO DI U2 PER IL COMPORTAMENTO 'MANGIA'

Nel Grafico 4 è riportato l'andamento del comportamento 'Mangia' per U2; al contrario del precedente, in U2 si può notare un picco al mattino e un lento calo fino a sera.

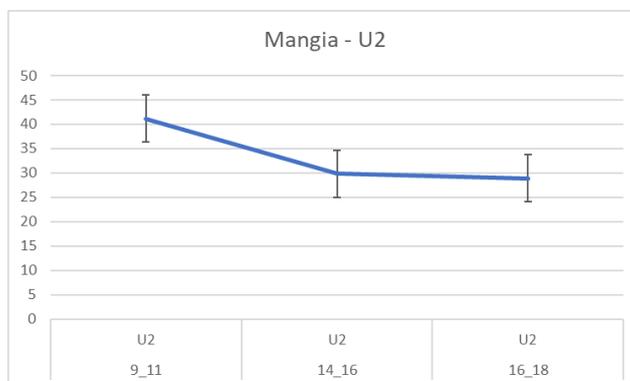


Grafico 4: Comportamento 'Mangia' in U2

5.1.3.1.3 ANDAMENTO DI U4 PER IL COMPORTAMENTO 'MANGIA'

Per quanto riguarda U4, nel Grafico 5 è possibile vedere l'evoluzione del comportamento 'Mangia'. Si nota un picco al mattino, con un calo completo nel corso della giornata, fino a sera.

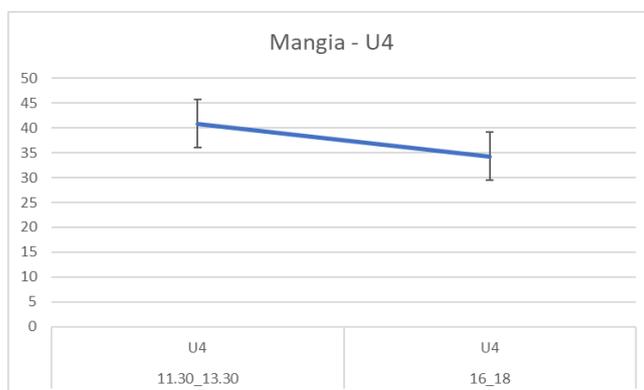


Grafico 5: Comportamento 'Mangia' in U4

5.1.3.2 ANALISI DEI COMPORTAMENTI: FERMA ERETTA

Nel comportamento Ferma-eretta ci sono differenze statisticamente significative ($P < 0,01$) tra CTR e U2 nel periodo tra le ore 9:00 e 11:00, passando da un periodo di ferma eretta di 16,09 minuti in CTR a 35,67 minuti in U2. Questo dato potrebbe essere causato dal fatto che le bovine in CTR, essendo permanentemente in stalla e non avendo troppi sfoghi, al posto di restare ferme preferiscono muoversi o compiere altre azioni (mentre le U2, uscendo per 2 settimane, potrebbero aver avuto un effetto *carry-over* del fatto di essersi mosse).

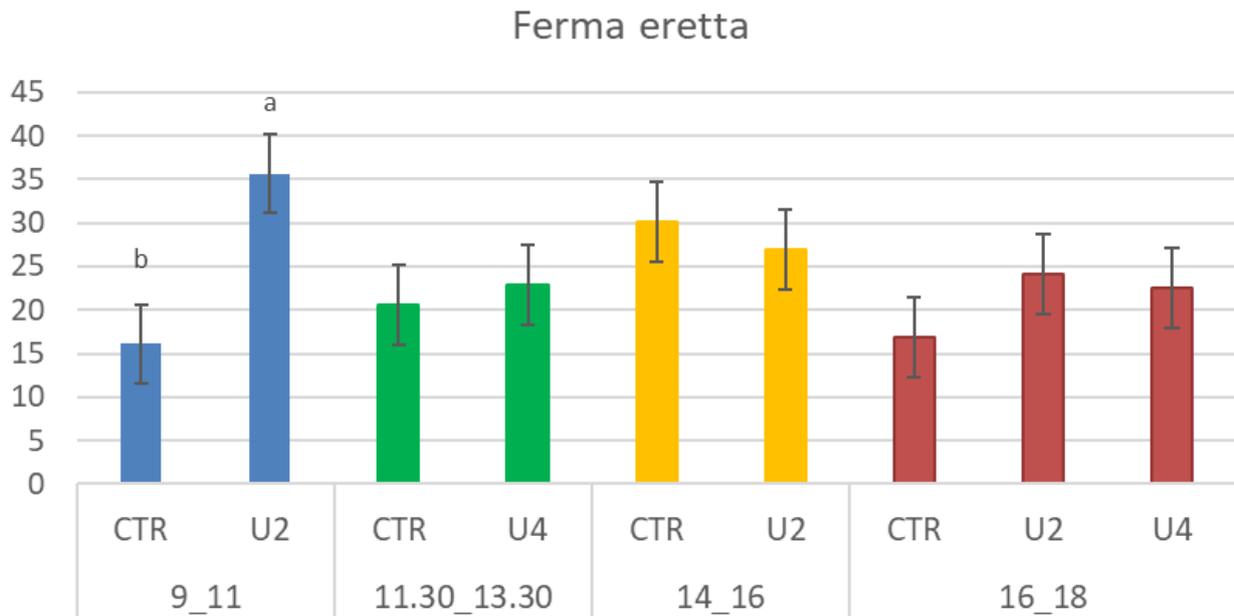


Grafico 5: Rappresentazione dei valori "tesi-periodo" per il carattere "Ferma-eretta". Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative ($P \leq 0.01$) tra i livelli dell'effetto tesi entro fascia oraria.

5.1.3.2.1 ANDAMENTO DI CTR PER IL COMPORTAMENTO 'FERMA ERETTA'

Nel Grafico 6 è riportata la distribuzione del comportamento 'Ferma eretta' per CTR, nelle quattro fasce considerate. È possibile vedere come sia presente un picco tra le 14 e le 16. Segue poi un calo fino a sera.

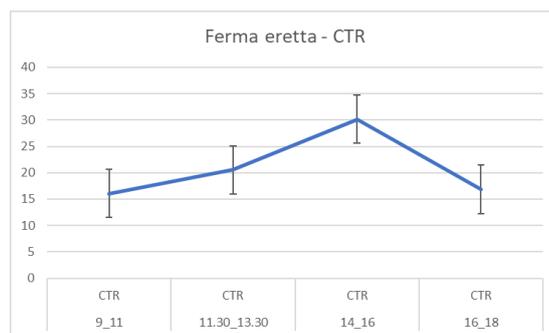


Grafico 6: Comportamento 'Ferma eretta' in CTR

5.1.3.2.2 ANDAMENTO DI U2 PER IL COMPORTAMENTO 'FERMA ERETTA'

Nel Grafico 7 è riportato il comportamento 'Ferma eretta' in U2, osservato per le fasce orarie considerate. Si può osservare un picco al mattino e un calo progressivo verso sera.

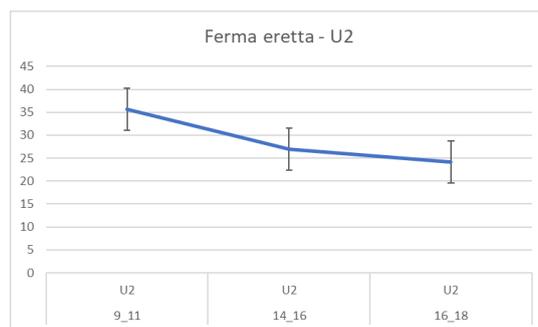


Grafico 7: Comportamento 'Ferma eretta' in U2

5.1.3.2.3 ANDAMENTO DI U4 PER IL COMPORTAMENTO 'FERMA ERETTA'

In merito ad U4, in Grafico 8 è possibile osservare come il comportamento 'Ferma eretta' subisca un drastico calo fino a sera, rispetto alla situazione iniziale.

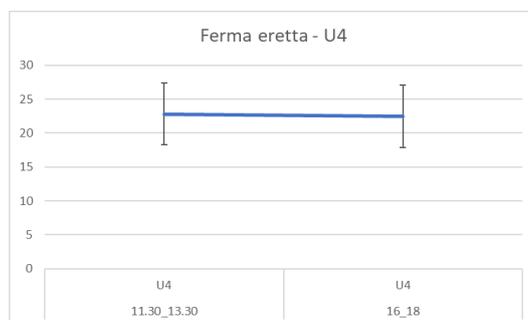


Grafico 8: Comportamento 'Ferma eretta' in U4

5.1.3.3 ANALISI DEI COMPORTAMENTI: RUMINAZIONE

Altro comportamento da esaminare è la "Ruminazione", che risulta significativamente influenzato ($P < 0.01$) dall'effetto della tesi-periodo. Nello specifico, la durata di tale comportamento risulta significativamente diversa ($P < 0,01$) tra CTR vs U2 dalle ore 14:00 alle 16:00, periodo nel quale si riscontra un raddoppiamento del tempo di ruminazione, passando da 11,12 minuti in CTR a 22,93 minuti nella tesi U2. Questo aumento della ruminazione si osserva al rientro in stalla delle bovine in U2, e potrebbe essere dovuto al fatto che, durante il periodo in paddock (dalle 11:30 alle 13:30), ci sia stata una scarsa ruminazione, dovuta probabilmente ad una situazione di non comfort, che potrebbe essere legata anche alle condizioni atmosferiche (vento in combinazione con basse temperature).

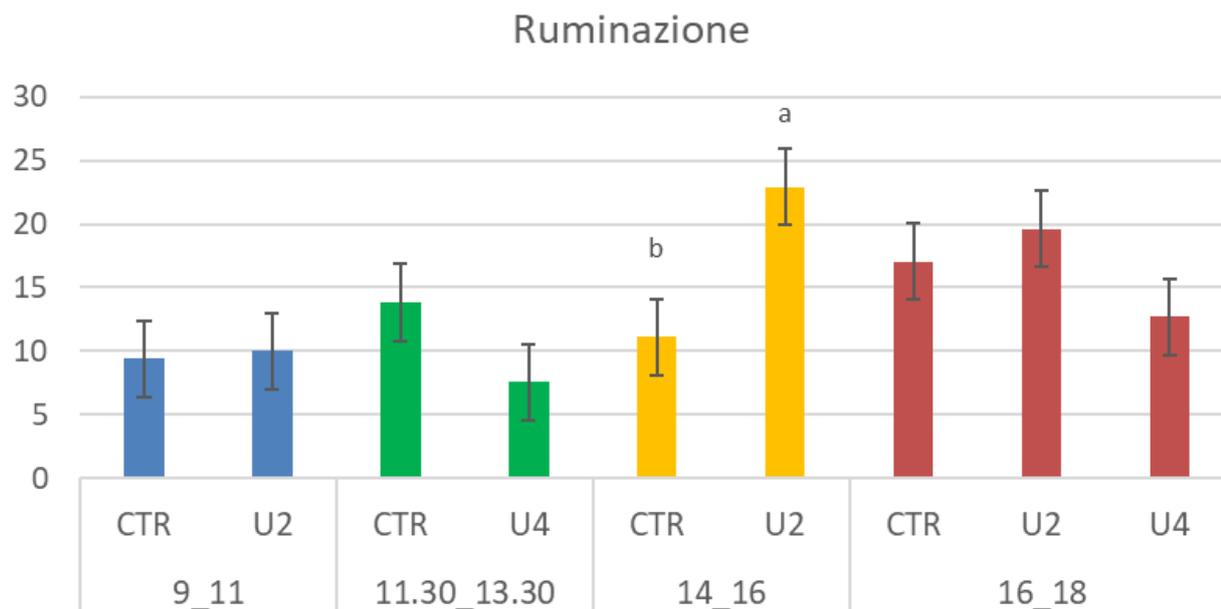


Grafico 9: Rappresentazione dei valori “tesi-periodo” per il carattere “Ruminazione”. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative ($P < 0.01$) tra i livelli dell’effetto tesi entro fascia oraria (vedere contrasti in Tabella 6).

5.1.3.3.1 ANDAMENTO DI CTR PER IL COMPORTAMENTO ‘RUMINAZIONE’

Nelle fasce orarie considerate per CTR, la ruminazione raggiunge il picco nella fascia oraria tra le 11.30 e le 13.30, per poi avere un calo nella fascia oraria successiva. Segue un aumento verso la fine della giornata (Grafico 10).

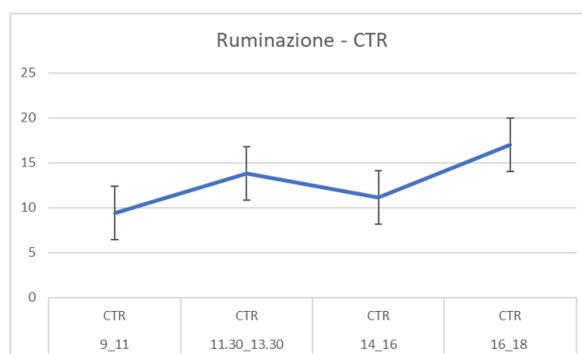


Grafico 10: Comportamento ‘Ruminazione’ in CTR

5.1.3.3.2 ANDAMENTO DI U2 PER IL COMPORTAMENTO ‘RUMINAZIONE’

L’andamento della ruminazione per U2, riportato a Grafico 11, indica un andamento crescente fino al culmine, ovvero fino al momento di raggiungimento della Fascia oraria 2, per poi subire un calo nell’ultima fascia oraria considerata.

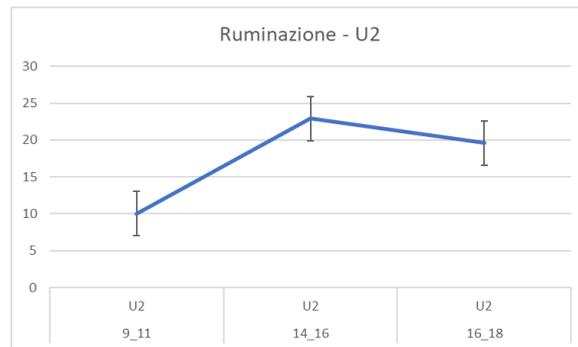


Grafico 11: Comportamento 'Ruminazione' in U2

5.1.3.3.3 ANDAMENTO DI U4 PER IL COMPORTAMENTO 'RUMINAZIONE'

Il Grafico 12 riporta un andamento crescente del comportamento 'Ruminazione' per U4 nelle due fasce orarie considerate.

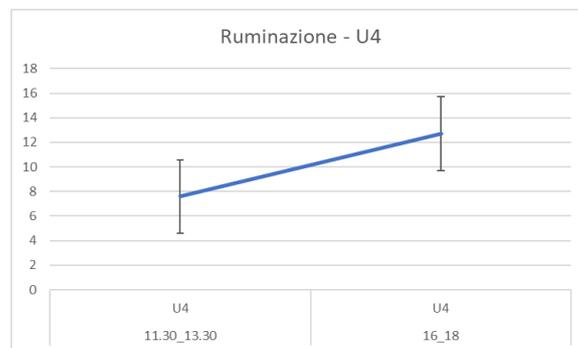


Grafico 12: Comportamento 'Ruminazione' in U4

5.1.3 STATISTICHE DESCRITTIVE DEL MODELLO DI ANALISI DELLA QUALITÀ E DELLE PROPRIETÀ DI COAGULAZIONE DEL LATTE

Al fine di determinare la qualità del latte prodotto dalle vacche oggetto di studio, e capire se questa possa essere stata influenzata dal periodo di permanenza outdoor delle bovine, è necessario fare riferimento a delle variabili che descrivano le caratteristiche del latte. La Tabella 12 riporta le statistiche descrittive per le variabili di qualità del latte analizzate con lo strumento Milkoscan, quindi la media, la deviazione standard, il valore minimo ed il valore massimo.

Tabella 12: Variabili di qualità del latte e relative media, deviazione standard (SD), valore minimo (MIN) e valore massimo (MAX)

Variabile	MEDIA	SD	MIN	MAX
<i>caseina (%)</i>	2,75	0,17	2,46	3,28
<i>energia nel siero kcal</i>	1911	195,7	1628	2425
<i>grasso del latte (%)</i>	3,96	0,92	1,59	5,52
<i>grasso nel siero (%)</i>	14,19	5,39	5,25	29,91
<i>latte netto ml</i>	1527	18,41	1510	1606
<i>lattosio (%)</i>	4,89	0,09	4,76	5,06
<i>lattosio nel siero (%)</i>	4,85	0,12	4,60	5,19
<i>pH latte</i>	6,60	0,06	6,49	6,75
<i>pH siero</i>	6,61	0,08	6,48	6,78
<i>proteina nel siero (%)</i>	0,97	0,08	0,82	1,16
<i>proteina nel latte (g)</i>	55,69	3,69	50,89	67,71
<i>proteina nel siero (g)</i>	12,76	1,14	10,65	15,02
<i>recupero di energia nella cagliata fresca %</i>	60,97	3,04	54,51	66,10
<i>recupero di grasso della cagliata fresca %</i>	76,84	5,07	64,22	82,68
<i>recupero di proteine della cagliata fresca %</i>	77,08	1,59	73,96	79,90
<i>recupero di solidi nella cagliata fresca %</i>	46,60	2,54	40,33	50,29
<i>resa del formaggio stagionato %</i>	9,58	0,97	7,38	11,03
<i>resa della cagliata fresca %</i>	14,10	1,54	10,81	17,46
<i>resa in acqua della cagliata fresca %</i>	7,85	1,05	6,24	10,34
<i>resa in solidi della cagliata fresca %</i>	6,04	0,64	4,42	6,91
<i>siero netto ml</i>	1228	33,58	1159	1305
<i>solidi non grassi nel latte %</i>	9,20	0,23	8,94	9,88
<i>solidi totali nel siero (%)</i>	8,00	0,45	7,32	9,15
<i>solidi totali nel siero (g)</i>	105,2	5,92	98,48	123,00
<i>solidi totali nel latte (g)</i>	197,45	13,61	168,1	230,18
<i>solidi totali nel latte (%)</i>	12,92	0,85	10,96	14,33
<i>urea nel latte (mg/dl)</i>	36,57	6,08	26,05	47,41

La Tabella 13 riporta invece media, deviazione standard, valore minimo e valore massimo per le proprietà di coagulazione del latte determinate con lattodinamografo, quindi RCT, k20, a30, a45 e a60.

Tabella 13: Media, deviazione standard, valore minimo e valore massimo di RCT, k20, a30, a45, a60

	MEDIA	SD	MIN	MAX
RCT	18,86	4,65	11,3	28,3
k20	4,69	1,67	2,3	10,15
a30	34,40	13,46	5,08	56,42
a45	44,211	9,20	20,63	60,6
a60	43,59	12,25	8,08	61,76

In relazione alle caratteristiche del latte, sono stati analizzati i valori significativi in relazione all'individualità degli animali (Bovina); al trattamento; al giorno di analisi e al bagnetto. In Tabella 14 sono riportati i risultati di tali analisi e da essi risulta che, per valori di coefficiente di determinazione (R^2) tra il 33% e il 90%, Trattamento non presenta valori significativi; al contrario, il Giorno di analisi risulta statisticamente significativo ($P<0.01$) per 'pH siero', 'recupero di proteine nella cagliata fresca' e 'proteine nel siero' ($P<0.05$), e tendente alla significatività ($P<0.1$) per 'resa in acqua della cagliata fresca' e 'urea nel latte'. Bovina e Bagnetto risultano tendenti alla significatività rispettivamente per: 'pH latte' e 'urea nel latte'.

Tabella 14: Analisi della varianza e coefficiente di determinazione (R^2) delle caratteristiche di qualità del latte

Variabile	Bovina	Trattamento	Giorno di analisi	Bagnetto	R²
caseina (%)	0,595	0,200	0,240	0,223	0.41
energia nel siero kcal	0,561	0,896	1,198	0,106	0.52
energia nel latte	0,472	0,519	0,575	0,079	0.42
grasso del latte (%)	0,610	0,374	0,608	0,073	0.44
grasso nel siero (%)	0,687	0,889	0,999	0,132	0.53
latte netto ml	2,099	0,774	1,893	2,525	0.70
lattosio (%)	1,264	1,040	0,594	3,618°	0.67
lattosio nel siero (%)	0,771	2,052	1,197	1,638	0.62
pH latte	3,042°	0,218	18,242	2,594	0.90
pH siero	2,141	0,247	10,42**	1,658	0.84
proteina nel siero %	0,962	0,100	6,26*	0,060	0.71
proteina nel latte %	0,564	0,104	0,576	0,154	0.41
recupero di energia nella cagliata fresca %	0,222	0,486	2,436	0,019	0.50
recupero di grasso della cagliata fresca %	1,054	1,493	2,477	0,520	0.66
recupero di proteine della cagliata fresca %	2,433	0,833	11,463**	0,017	0.86
recupero di solidi nella cagliata fresca %	0,097	0,287	1,406	0,161	0.39
resa del formaggio stagionato %	0,267	0,567	1,092	0,075	0.48
resa della cagliata fresca %	0,246	0,752	1,887	0,345	0.53
resa in acqua della cagliata fresca %	0,689	1,221	3,688°	0,906	0.69
resa in solidi della cagliata fresca %	0,259	0,332	0,546	0,025	0.33
siero netto ml	0,249	0,800	3,018	0,834	0.59
solidi non grassi nel latte %	0,420	0,458	0,182	0,764	0.54
solidi totali nel siero %	0,736	1,176	0,940	0,019	0.39
solidi totali nel latte %	0,476	0,504	0,412	0,000	0.40
urea nel latte	1,581	0,002	4,181°	0,771	0.73

L'analisi della varianza delle variabili lattodinamografiche, riportata in Tabella 15, mostra come il trattamento applicato (la tesi sperimentale) sia risultato tendente alla significatività statistica ($P < 0.1$) per RCT e a30. Sono presenti valori statisticamente significativi di: RCT e k20 per l'effetto della bovina ($P < 0.001$); a45 e a60 per il giorno di analisi ($P < 0.05$). Non è presente alcuna significatività per strumento_pozzetto.

Tabella 15: Analisi della Varianza e coefficiente di determinazione (R^2) per le variabili lattodinamografiche RCT, k20, a30, a45 e a60

variabile	Bovina	Trattamento	Giorno di analisi	strumento_pozzetto	R^2
RCT	11,27***	2,87°	45,24	1,25	0,92
k20	8,23***	1,64	23,93	2,91	0,90
a30	9,73	3,44°	39,68	1,55	0,92
a45	0,810	0,57	7,33**	0,82	0,66
a60	0,23	0,10	14,79*	0,60	0,72

Ponendo a confronto le least square means della tesi per i vari parametri (Tabella 16), è possibile evincere una differenza significativa tra U2 e CTR per RCT e a30, con valori di RCT maggiori in U2 e di a30 in C. Le bovine che sono uscite tra le 11.30 e le 13.30 (U2) presentano quindi un maggiore tempo di coagulazione rispetto a quelle che non sono uscite dalla stalla (C) e una consistenza del coagulo (mm) dopo 30 minuti dall'aggiunta del caglio significativamente inferiore rispetto a quella delle bovine non uscite dalla stalla.

Tabella 16: LSMean per RCT, k20, a30, a45 e a60

var	LSMeans			SE
	C	U2	U4	
RCT	19 ^b	21,31 ^a	19,52 ^{ab}	0,67
k20	4,78	5,46	4,79	0,28
a30	34,36 ^a	26,66 ^b	33,10 ^{ab}	2,09
a45	44,31	39,76	42,91	2,88
a60	43,49	40,94	42,29	3,67

I contrasti tra le diverse combinazioni dei livelli di tesi, cioè C, U2 e U4, riportati in Tabella 17 ('CTR vs. U2_U4' e 'CTR_U2 vs. U4') non sono risultati statisticamente significativi.

Tabella 17: Tabella contrasti

var	CTR vs. U2_U4	CTR_U2 vs. U4
RCT	2,597	0,522
k20	0,867	0,769
a30	2,665	0,905
a45	0,618	0,054
a60	0,151	0,0002

6. DISCUSSIONE

In questa tesi è stata studiata la reazione al cambiamento della routine giornaliera di sei vacche, in termini di uscite all'esterno. Le vacche sono state suddivise in gruppi, ossia: CTR, U2 ed U4, le quali si differenziano per le ore di permanenza all'esterno. CTR rappresenta un gruppo interessato alla permanenza in stalla per tutto il giorno; U2 esce dalle 11.30 alle 13.30; e infine U4 prevede un'uscita dalle 9.00 alle 11.00 e una dalle 14.00 alle 16.00. Questa tesi fa riferimento alle giornate di lunedì 31/10, lunedì 14/11, giovedì 1/12 e mercoledì 7/12, nelle quali l'uscita delle bovine era stata suddivisa secondo il seguente schema:

- **31/10:** G1 (66-58) in CTR; G2 (21-42) in U2 e G3 (54-57) in U4
- **14/11:** G1 (66-58) in U4; G2 (21-42) in CTR e G3 (54-57) in U2
- **01/12:** G1 (66-58) in U2; G2 (21-42) in U4 e G3 (54-57) in CTR
- **07/12:** G1 (66-58) in U2; G2 (21-42) in U4 e G3 (54-57) in CTR

Le vacche soggette a pascolamento sono soggette a << *a minori rischi subclinici e mastiti cliniche, lesioni degli arti, laminiti, metriti, mortalità embrionale precoce, abbattimento e mortalità ma sono soggette a un maggior rischio di parassitosi interne, malnutrizione* >> (Mee J.F., Boyle L.A., 2020), pertanto il pascolo sembra avere molti vantaggi per il benessere animale, in particolare quello delle bovine. Tuttavia, non è possibile fare completamente riferimento all'attività pascoliva nel suo intero, poiché la nutrizione delle vacche di questo studio non proviene dal pascolo, ma bensì da una dieta controllata e bilanciata e somministrata in stalla, in quanto è stato effettuato uno sfalcio al fine di evitare che le vacche si alimentassero al di fuori della loro dieta. Nonostante i benefici del pascolo, Charlton Gemma L. e Rutter S. Mark (2017) riportano come le vacche da latte tendono a scegliere la permanenza in stalla, piuttosto che il pascolo, quando le si pone dinnanzi alla capacità di poter scegliere queste due opzioni.

In merito ai comportamenti osservati, è stato possibile osservare, attraverso il Time Budget dei comportamenti presente a capitolo 5.1.1, come 'Mangia', 'Ferma eretta' e 'Ruminazione' siano stati osservati più frequentemente in relazione alle giornate osservate. Per la precisione, è stata osservata un'incidenza del 10,95% per Ruminazione, 27,80% per Mangia e 19,02% per Ferma eretta. Se si confrontano questi risultati con lo studio di Neave et al. (2022), che hanno valutato il comportamento di 396 bovine in lattazione lasciate per tutto il periodo invernale in un paddock esterno, si può notare che in 24 ore circa 5 ore erano adibite ad alimentazione (il 20,83%). La differenza rispetto alla presente tesi è dovuta in primis al

numero di capi osservati, quasi 400 rispetto ai 6 di questo lavoro di tesi. Altre differenze riguardano la quantità di alimento che i capi hanno a disposizione. nello studio di Neave et al. i bovini erano al pascolo, invece nel presente lavoro di tesi l'unifeed era fornito due volte al giorno in corsia di mangiatoia. Gli agenti atmosferici, che hanno influenzato la fase di nutrizione al pascolo, creando una diminuzione dell'alimentazione quando il ristagno idrico dovuto alla pioggia superava l'80% della superficie interessata dal paddock.

Il comportamento risultato significativamente influenzato dalla tesi sperimentale è stata la ruminazione, statisticamente superiore nelle bovine in U2 dalle 14 alle 16 rispetto al controllo. Il risultato suggerisce una ripresa accentuata della ruminazione al ritorno in stalla delle bovine. Questa può essere stata una risposta a quello che invece era stato il comportamento osservato in paddock dalle bovine e riportato in un altro lavoro di tesi tratto da questa prova sperimentale (Rocca, 2023). In tale sede, infatti, è stato possibile riscontrare un tempo di ruminazione significativamente inferiore nelle bovine uscite la mattina (dalle 9 alle 11 e dalle 11.30 alle 13.30) rispetto a quello manifestato nell'uscita del pomeriggio (14-16). Si può dunque evincere che una ruminazione inferiore all'esterno sia stata poi accompagnata da una maggior ruminazione all'interno. La ruminazione è una delle attività più importanti per le bovine, che possono trascorrere complessivamente dalle 7 alle 10 ore al giorno in ruminazione (Grant, 2007).

La differenza significativa riscontrata nel comportamento di 'Ferma_eretta' tra le 9 e le 11, risultato inferiore nelle bovine che non escono dalla stalla rispetto alle U2, può essere spiegato dal fatto che le bovine in CTR non hanno molti sfoghi durante l'arco della giornata, pertanto si muovono e compiono azioni, anziché decidere di stare ferme. Cionondimeno, le bovine in U2 tornate dalle due ore outdoor mostrano un comportamento di 'Corre_scalcia' significativamente superiore rispetto a quello delle bovine in CTR, forse quale effetto *carry over* del fatto di essersi potute muovere di più nelle due ore precedenti nell'area outdoor. La possibilità di muoversi è importante per il benessere delle bovine: uno studio di Lodberg et al. (2004), ha mostrato come l'accesso a un paddock esterno consenta alle bovine di camminare, trottare ed esplorare l'ambiente, e come questo abbia un effetto positivo sulla conformazione degli zoccoli. Analogamente, Shepley et al. (2020) hanno mostrato come la possibilità di avere un accesso ad un'area esterna alla stalla consenta di esprimere un'attività locomotoria superiore rispetto a bovine che non dispongono di questa possibilità.

In merito alle caratteristiche del latte riscontrate attraverso tecnologia Milkoscan, si evidenzia l'assenza di differenze significative in relazione al tempo speso o meno in uno

spazio outdoor (effetto tesi). Si riscontrano differenze statisticamente significative solo nel tempo di rassodamento della cagliata (RCT) e nella consistenza del coagulo (mm) raggiunta dopo 30 minuti dall'aggiunta del caglio, in quanto le bovine che sono state nell'area outdoor nel momento centrale della giornata, tra le 11.30 e le 13.30, hanno mostrato un tempo di rassodamento significativamente superiore e una consistenza significativamente inferiore. Questo risultato potrebbe essere legato alla routine del robot di mungitura, in quanto le vacche, abituate ad accedere liberamente al robot, potrebbero essere state mandate nell'area esterna in un momento vicino a quello in cui sono solite andare al robot, e questo potrebbe aver influito sulle successive proprietà di coagulazione. In ogni caso, le bovine in U4 non hanno mostrato differenze significative in questi parametri né con le U2 né con il controllo, suggerendo come la scelta del momento di accedere all'area outdoor dovrebbe essere operata tenendo conto delle necessità fisiologiche degli animali, come la possibilità di accedere al robot di mungitura.

Il possibile calo nelle performance produttive è sempre stato una delle principali preoccupazioni legate al fatto di consentire alle bovine un accesso ad un'area esterna alla stalla (Charlton and Rutter, 2017). In particolare, l'inclusione del pascolo nella gestione dei bovini da latte ad alto rendimento potrebbe far sì che essi non siano in grado di soddisfare le loro esigenze nutrizionali (Fike et al., 2003), e il solo pascolo potrebbe compromettere la loro libertà dalla fame e limitare produttività. Fontaneli et al. (2005) hanno riferito che le bovine al pascolo producevano il 19% in meno di latte rispetto a quelle in stabulazioni confinate, e similmente Hernandez-Mendo et al. (2007) hanno scoperto che, rispetto alle bovine tenute unicamente in stalla, quelle avviate al pascolo per tempi prolungati producevano meno latte e perdevano più peso. E' stato però anche osservato che se le bovine hanno accesso alla razione *unifeed* in stalla, è possibile consentire loro l'accesso al pascolo e mantenere i livelli di assunzione e di produzione (Chapinal et al., 2010). Inoltre, Motupalli et al. (2014) hanno riscontrato che le bovine nutrite ad *unifeed* che potevano scegliere se trascorrere il loro tempo al chiuso o al pascolo, producevano, in media, 6,7 kg/giorno di latte in più rispetto alle bovine e stabulate continuamente. Questo aumento sostanziale della produzione di latte può essere il risultato di tempi di riposo più lunghi e dell'aggiunta di erba. Anche consentire alle mucche il controllo sul loro ambiente potrebbe aver contribuito a questi risultati, con conseguenti benefici in termini di benessere e produzione. La soluzione di consentire un accesso ad un'area esterna per un tempo limitato, come quella del presente studio, consente di controllare l'alimentazione degli animali nel momento in cui l'area esterna non dispone di distese erbose adatte al pascolamento.

Questo consente alle bovine di nutrirsi unicamente all'interno e di non essere "frustrate" nel momento in cui all'esterno non è possibile dedicarsi in maniera appropriata al pascolamento, in quanto comunque il tempo da poter trascorrere fuori dalla stalla è limitato, e quindi esso è preferenzialmente dedicato ad attività di esplorazione e locomozione piuttosto che al pascolo. La possibilità di attuare tali comportamenti influisce positivamente sulla sfera cognitiva e sul benessere degli animali (Dawkins, 2004).

7. CONCLUSIONI

In relazione a quanto emerso in questa tesi, sono stati raccolti dati interessanti in merito alla possibilità, da parte delle vacche, di uscire dalla stalla. Sono state considerate sei bovine di Pezzata Rossa Italiana e poste a confronto tre condizioni (due bovine per tesi sperimentale): CTR, ovvero nessuna uscita, U2, ovvero un'uscita nelle ore centrali della giornata (11.30-13.30), e U4, ovvero due uscite, la mattina (9-11) e il pomeriggio (14-16). Queste modifiche dei loro spostamenti hanno portato alla raccolta di osservazioni inerenti sia ai comportamenti che alla qualità del latte prodotto. Il presente elaborato di tesi si è concentrato sull'analisi dei comportamenti manifestati all'interno della stalla durante le ore di osservazione all'esterno (quindi nelle bovine presenti nella struttura di stabulazione) e nelle due ore successive al rientro pomeridiano delle U4 (quindi dalle 16 alle 18). Inoltre, sono state considerate le caratteristiche qualitative e le proprietà di coagulazione del latte riscontrate nei campioni raccolti al termine di ogni periodo sperimentale (tre periodi da due settimane ciascuno, in cui le bovine si sono alternate nelle tre diverse tesi).

In merito ai comportamenti, l'analisi del time budget ha consentito di riscontrare come 'Mangia', 'Ferma eretta' e 'Ruminazione' siano stati i comportamenti complessivamente maggiormente osservati all'interno dell'ambiente di stabulazione nelle fasce orarie considerate. L'espressione dei comportamenti dipende sia dalla tesi che dalla fascia oraria. L'effetto concatenato della tesi_periodo ha influenzato significativamente il comportamento di 'Ruminazione', e ha riportato una tendenza alla significatività statistica per 'Ferma_eretta' e 'Mangia'. Nello specifico, la durata della ruminazione è risultata significativamente diversa ($P < 0,01$) tra CTR vs U2 dalle ore 14:00 alle 16:00, periodo nel quale si riscontra un raddoppiamento del tempo di ruminazione nelle bovine in U2 rispetto a quelle in CTR. Questo aumento della ruminazione si osserva al rientro in stalla delle bovine in U2, e potrebbe essere dovuto al fatto che, durante il periodo in paddock (dalle 11:30 alle 13:30), ci sia stata una scarsa ruminazione, dovuta probabilmente ad una situazione di non comfort, che potrebbe essere legata anche alle condizioni atmosferiche (vento in combinazione con basse temperature). Nella fascia oraria dalle 9 alle 11 si sono riscontrate differenze statisticamente significative per il comportamento di 'Ferma_eretta', maggiore in U2, e una tendenza alla significatività statistica per 'Monta', comportamento presente solo in U2 e non in CTR. Il fatto che le bovine in CTR si muovano maggiormente rispetto alle U2 può essere legato al fatto di avere meno possibilità di muoversi essendo sempre confinate all'interno della stalla. Nella fascia oraria successiva, dalle 11.30 alle 13.30 si è osservata per il comportamento 'Cammina' una tendenza alla significatività statistica con valori più elevati

in U4 rispetto al controllo. Questo risultato potrebbe essere un effetto *carry over* del fatto di aver avuto la possibilità di trascorrere un periodo all'esterno. Un'osservazione simile può essere fatta per il comportamento 'Corre_scalcia' nella fascia oraria dalle 14 alle 16, presentando una durata più elevata nelle bovine in U2 rispetto a quelle in U4. Nelle ore successive (dalle 16 alle 18) non ci sono invece differenze statisticamente significative tra i comportamenti.

Le caratteristiche del latte risultano indipendenti dal trattamento applicato, mentre sono dipendenti dalla bovina, e soprattutto dal giorno di analisi. Considerando le variabili di coagulazione del latte, è possibile riscontrare una differenza significativa tra U2 e CTR per RCT e a30, con valori di RCT maggiori in U2 e di a30 in CTR. Le bovine che sono uscite tra le 11.30 e le 13.30 (U2) presentano quindi un maggiore tempo di coagulazione rispetto a quelle che non sono uscite dalla stalla e una consistenza del coagulo (mm) dopo 30 minuti dall'aggiunta del caglio significativamente ad esse. Questo risultato potrebbe essere legato alla routine del robot di mungitura, in quanto le bovine hanno libero accesso ad esso e l'uscita in orario centrale potrebbe aver precluso alcuni momenti che sarebbero stati diversamente destinati alla mungitura. Questo risultato sottolinea come sia importante nella scelta di un periodo all'esterno, tener conto della fisiologia e della routine degli animali, onde garantire loro il massimo benessere e le maggiori performance produttive. In ogni caso le proprietà coagulative delle bovine in U4 non sono risultate statisticamente diverse da quelle nelle altre tesi, indicando forse quei momenti della giornata come i maggiormente adatti per un'uscita all'esterno nelle bovine oggetto di studio.

Complessivamente è possibile riscontrare come la possibilità di accedere ad una struttura esterna non comprometta la produttività delle bovine, essendo anche l'alimentazione totalmente unifeed e fornita all'interno della stalla, ma possa portare conseguenze positive in termini di benessere, consentendo ad esempio una maggior espressione di comportamenti positivi, quali quelli legati al movimento e all'esplorazione dell'ambiente.

BIBLIOGRAFIA

Albertini M., Canali E., Cannas S., Ferrante V., Mattiello S., Panzera M., Verga M. 2008. *Etologia applicata e benessere animale, Vol. 1 – parte generale.*

Alsaad M., Huber S., Beer G., Kohler P., Schüpbach-Regula G., Steiner A., Svizzera, 2017. *Locomotion characteristics of dairy cows walking on pasture and the effect of artificial flooring systems on locomotion comfort*

Amalfitano N., Cipolat-Gotet C., Cecchinato A., Malacarne M., Summer A., Bittante G., 2019. *Milk protein fractions strongly affect the patterns of coagulation, curd firming, and syneresis*

Arnott G., Ferris C.P., O'Connell, 2016. *Review: welfare of dairy cows in continuously housed and pasture-based production systems*

Bagliacca M., Baroli D., Bianchi M., Canali E., Cannas S., Casamassima D.V., Cavani C., Cozzi G., De Rosa G., Diverio S., Ferrante V., Fossati P., Gottardo F., Grasso F., Lolli S., Luzi F., Martino P.A., Martuzzi F., Mattiello S., Michelazzi M., Minero M., Nanni Costa L., Napolitano F., Natoli E., Palestini C., Panzera M., Picco C., Saroglia M., Scipioni R., Sevi A., Terova G., Trocino A., Xiccato G. 2009. *Etologia applicata e benessere animale, Vol. 2 – parte speciale.*

Barkema H.W., von Keyserlingk M.A.G., Kastelic J.P., Lam T.J.G.M., Luby C., Roy J.P., LeBlanc S.J., Keefe G.P., Kelton D.F., Canada, 2015. *Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare.*

Bittante G., Penasa M., Cecchinato A., 2012. *Invited review: Genetics and modeling of milk coagulation properties. Journal of Dairy Science*

Bittante, G., Cipolat-Gotet, C., Malchiodi, F., Sturaro, E., Tagliapietra, F., Schiavon, S. and Cecchinato, A., 2015. Effect of dairy farming system, herd, season, parity, and days in milk on modeling of the coagulation, curd firming, and syneresis of bovine milk. *Journal of Dairy Science*, 98(4), pp.2759-2774.

Brzozowska A., Łukaszewicz M., Sender G., Kolasińska D., Oprządek J., Polonia, 2014. *Locomotor activity of dairy cows in relation to season and lactation*

Charlton G. L., Rutter S. M., East M., Sinclair L. A., Regno Unito, 2011. *Preference of dairy cows: Indoor cubicle housing with access to a total mixed ration vs. access to pasture*

Charlton, G.L. and Rutter, S.M., 2017. The behaviour of housed dairy cattle with and without pasture access: A review. *Applied Animal Behaviour Science*, 192, pp.2-9.

Chapinal, N., Goldhawk, C., de Passillé, A.M., Von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M. and Rushen, J., 2010. Overnight access to pasture does not reduce milk production or feed intake in dairy cattle. *Livestock Science*, 129(1-3), pp.104-110.

Crump A., Jekins K., Bethell E.J., Ferris C. P., Arnott G., 2019. *Pasture Access Affects Behavioral Indicators of Wellbeing in Dairy Cows*

Davidson J. A., Beede D. K., Michigan State University, 2003. *A System to Assess Fitness of Dairy Cows Responding to Exercise Training*

Dawkins, M. S. 2004. Using behaviour to assess animal welfare. *Animal Welfare* 13: S3–S7.

Ente Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino. 2022. *SmartAlp: un progetto per valorizzare il sistema alpicolturale*.

Fike, J.H., Staples, C.R., Sollenberger, L.E., Macoon, B. and Moore, J.E., 2003. Pasture forages, supplementation rate, and stocking rate effects on dairy cow performance. *Journal of Dairy Science*, 86(4), pp.1268-1281.

Fontaneli, R.S., Sollenberger, L.E., Littell, R.C. and Staples, C.R., 2005. Performance of lactating dairy cows managed on pasture-based or in freestall barn-feeding systems. *Journal of dairy science*, 88(3), pp.1264-1276.

Grant, R., 2007, March. Taking advantage of natural behavior improves dairy cow performance. In *Proc. Western Dairy Management Conf.*, Reno, NV (pp. 225-236).

Harrison R., 1964. *Animal machines*.

Hernandez-Mendo, O., Von Keyserlingk, M.A.G., Veira, D.M. and Weary, D.M., 2007. Effects of pasture on lameness in dairy cows. *Journal of dairy science*, 90(3), pp.1209-1214.

Jiang R., Sharma C., Bryant R., Mohan M. S., Al-Marashdeh O., Harrison R., Torrico D. D., 2021. *Animal welfare information affects consumers' hedonic and emotional responses towards milk*

Kawonga B. S., Chagunda M. G. G., Gondwe T. N., Gondwe S. R., Banda J. W., 2012. *Characterisation of smallholder dairy production systems using animal welfare and milk quality*

Kolver E. S., 2007. *Nutritional limitations to increased production on pasture-based systems*

Loberg J., Telezhenko E., Bergsten C., Lidfors L., 2004. Behaviour and claw health in tied dairy cows with varying access to exercise in an outdoor paddock. *Applied Animal Behaviour Science*. 89, 1–16.

Macolino S., Pornaro C., Sambugaro A., Veronese L. DAFNAE, 2021. *Distribuzione delle specie infestanti sui pascoli montani monticati con vacche da latte e vacche da carne.*

Mee J.F., Boyle L.A., 2020. *Assessing whether dairy cow welfare is “better” in pasture-based than in confinement-based management systems*

Motupalli, P.R., Sinclair, L.A., Charlton, G.L., Bleach, E.C.L. and Rutter, S.M., 2014. Pasture access increases dairy cow milk yield but preference for pasture is not affected by herbage allowance. *Journal of Animal Science*, 92(11), pp.5175-5184.

Nalon E., Stevenson P., 2019. *Protection of Dairy Cattle in the EU: State of Play and Directions for Policymaking from a Legal and Animal Advocacy Perspective.*

Neave, H.W., Schütz, K.E. and Dalley, D.E., 2022. Behavior of dairy cows managed outdoors in winter: Effects of weather and paddock soil conditions. *Journal of Dairy Science*, 105(10), pp.8298-8315.

Rocca Matteo, 2023. Valutazione delle escrezioni azotate e del comportamento di bovine da latte di razza pezzata rossa italiana durante l'attività locomotoria praticata per 2 o 4 ore in un'area non pascoliva esterna alla stalla. Tesi di laurea magistrale, Università di Padova.

Schulte H. D., Ambrecht L., Bürger R., Gaulty M., Musshoff O., Hüttel S., 2018. *Let the cows graze: An empirical investigation on the trade-off between efficiency and farm animal welfare in milk production*

Secchi, G., Amalfitano, N., Carafa, I., Franciosi, E., Gallo, L., Schiavon, S., Sturaro, E., Tagliapietra, F. and Bittante, G., 2023. *Milk metagenomics and cheese-making properties as affected by indoor farming and summer highland grazing. Journal of Dairy Science*, 106(1), pp.96-116.

Shepley E., Lensink J., Leruste H., Vasseur E., 2020. The effect of free stall versus strawyard housing and access to pasture on dairy cow locomotor activity and time budget. *Applied Animal Behaviour Science* 224.

Shepley E., Lensink J., Vasseur E., Department of Animal Science, McGill University, Canada, 2020. *Cow in Motion: A review of the impact of housing systems on movement opportunity of dairy cows and implications on locomotor activity.*

Sørensen J. T., Hindhede J., Rousing T., Fossing C., 2002. *Assessing Animal Welfare in a dairy cattle herd with an automatic milking system*

Stefanowska J., Tiliopoulos N.S., Ipema A. H., Hendriks M. M. W. B., 1999. *Dairy cow interactions with an automatic milking system starting with 'walk-through' selection*

Weary D.M., von Keyserlingk M.A.G., 2017. *Public concerns about dairy-cow welfare: how should the industry respond?*

SITOGRAFIA

[Animal Welfare in the European Union \(europa.eu\)](#)

[Animal welfare \(europa.eu\)](#)

[Il Consiglio d'Europa: custode dei diritti umani, della democrazia e dello Stato di diritto per 700 milioni di cittadini - Portal \(coe.int\)](#)

[EUR-Lex - 31998L0058 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

[EFSA | Scienza, alimenti sicuri, sostenibilità \(europa.eu\)](#)

[EUR-Lex - 32009R1099 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

[Brambell Report](#)

[Cow Welfare](#)

[Animal Act UK 2006](#)

[Milkoscan](#)

APPENDICE

La vacca numero 54 è caratterizzata da un mantello di colore rosso chiaro, il cui colore predomina sulla maggior parte del corpo, ad eccezione della testa, la quale si presenta di colore bianco con contorno di tinta rossa attorno ad ambo gli occhi (vedi Fig. 14).



Figura 14: Bovina n. 54, dettaglio del manto. Istituto Tecnico Agrario Paolino d'Aquileia, Cividale (UD). Foto di Veronica Trabacchin

Essa si presenta con natiche e addome sporco (vedi Fig. 15).



Figura 15: Bovina n. 54, stato di pulizia. Istituto Tecnico Agrario Paolino d'Aquileia, Cividale (UD). Foto di Veronica Trabacchin

La bovina numero 57 si distingue per il suo mantello rosso chiaro. Essa è la vacca di colore più chiaro, tra le sei bovine scelte, e si presenta con testa di colore bianco (vedi Fig. 16).



Figura 16: Bovina n. 57, dettaglio del mantello. Istituto Tecnico Agrario Paolino d'Aquileia, Cividale del Friuli (UD). Foto di Veronica Trabacchin

Sul lato destro presenta una macchia di colore bianco, che comprende la gamba posteriore destra, la grassella e parte della pancia. Il mantello è pulito (vedi Fig. 17).

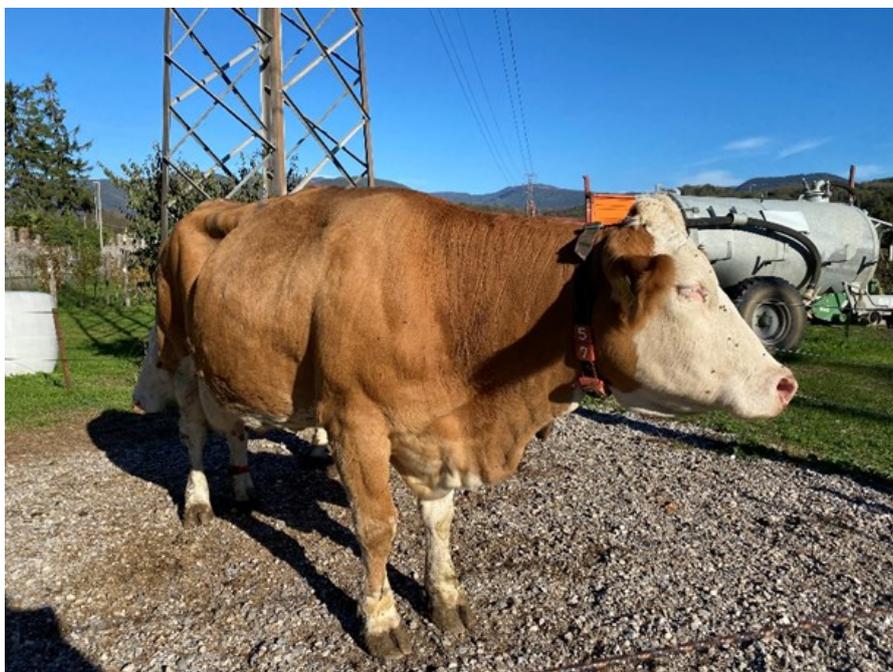


Figura 17: Bovina n. 57, dettaglio della macchia e dello stato di pulizia. Istituto Tecnico Agrario Paolino d'Aquileia, Cividale del Friuli (UD). Foto di Veronica Trabacchin

La vacca numero 21 si distingue da un manto di colore rosso scuro; sul lato sinistro del muso presenta una macchia rosso scuro e il resto è di colore bianco; presenta, in più, una macchia bianca sulla spalla sinistra (vedi Fig. 18).



Figura 18: Bovina n. 21, dettaglio di manto e macchie. Istituto Tecnico Agrario Paolino d'Aquileia, Cividale del Friuli (UD). Foto di Veronica Trabacchin

Inoltre, essa presenta due macchie bianche aggiuntive: una sopra alla spalla destra ed una sulla grassella, lato sinistro (vedi Fig. 19).



Figura 19: Bovina n. 21, dettaglio delle macchie. Istituto Tecnico Agrario Paolino d'Aquileia, Cividale del Friuli (UD). Foto di Veronica Trabacchin

La bovina numero 42 presenta un manto rosso scuro, più chiaro della bovina numero 21. Ha due macchie rosse che ricoprono ambo gli occhi (vedi Fig. 20).



Figura 20: Bovina n. 42, dettaglio del manto e della macchia sull'occhio sinistro. Istituto Tecnico Agrario Paolino d'Aquileia, Cividale del Friuli (UD). Foto di Veronica Trabacchin

Presenta, inoltre, una macchia bianca a livello del garrese ed una più piccola in corrispondenza della grassella sinistra (vedi Fig. 21).



Figura 21: Bovina n. 42, dettaglio delle macchie bianche. Istituto Tecnico Agrario Paolino d'Aquileia, Cividale del Friuli (UD). Foto di Veronica Trabacchin

La vacca numero 58 si differenzia dalle precedenti per la presenza di corna ed il mantello pezzato. Il muso è di colore bianco (vedi Fig. 22).



Figura 22: Bovina n. 58, dettaglio di corna e mantello. Istituto Tecnico Agrario Paolino d'Aquileia, Cividale del Friuli (UD). Foto di Veronica Trabacchin

Le natiche, le gambe e la pancia si presentano sporche (vedi Fig. 23).



Figura 23: Bovina n. 58, dettaglio dello stato di pulizia. Istituto Tecnico Agrario Paolino d'Aquileia, Cividale del Friuli (UD). Foto di Veronica Trabacchin

La bovina numero 66 è caratterizzata dalla presenza di corna. Tra le vacche selezionate, è quella di più bassa statura. Non presenta pezzature, il suo manto è di colore rosso chiaro e il muso è di colore bianco (vedi Fig. 24).



Figura 24: Bovina n. 66, dettaglio di corna e mantello. Istituto Tecnico Agrario Paolino d'Aquileia, Cividale del Friuli (UD). Foto di Veronica Trabacchin

Presenta due macchie bianche, una sul costato destro ed una a livello del garrese, lato sinistro (vedi Fig. 25).



Figura 25: Bovina n. 66, dettaglio delle macchie. Istituto Tecnico Agrario Paolino d'Aquileia, Cividale del Friuli (UD). Foto di Veronica Trabacchin

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio la Professoressa Cristina Sartori per avermi seguito in questo progetto di tesi; inoltre, ringrazio la Dottoressa Veronica Trabacchin per avere steso i protocolli necessari al progetto e avere fornito materiale fotografico dal campo. Si ringrazia la Professoressa Lucia Bailoni.

Ringrazio i miei genitori per avermi sostenuto e per avere finanziato i miei studi; e il Dottore Agronomo Forestale Marco Sambugaro per essere stato un punto di riferimento in questi anni.

Ringrazio Nicola per essermi stato vicino e avere alleggerito questo percorso in salita; grazie per esserci sempre.

Ringrazio Sofia per aver ascoltato tutte le mie lamentele e avermi dato preziosi consigli in questi anni.

Ringrazio Giulia per avere condiviso con me questo percorso universitario e per avermi comunicato la passione con cui intraprende tutti i suoi brillanti progetti.

Infine, ringrazio i miei nonni, in particolare nonno Antonio, che insegnava che la cultura va al di sopra di ogni cosa.