



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di AGRONOMIA ANIMALI ALIMENTI RISORSE NATURALI E AMBIENTE

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

## Effetti delle fonti di variazione individuale e ambientale su parametri rilevati dai boli ruminali nelle bovine da latte

Relatore Dott.ssa Diana Giannuzzi

Correlatore

Prof. Stefano Schiavon

Dott. Alessandro Toscano

Laureando

Francesco Masetto

Matricola n. 2043297

ANNO ACCADEMICO 2023/2024



# Sommario

<b>1. Introduzione</b> .....	9
1.1 Precision livestock farming .....	9
1.2 Sensori/sistemi per l'ottimizzazione della gestione degli animali e la prevenzione di patologie .....	10
1.2.1 Produzione e qualità del latte .....	11
1.2.2 Acidosi .....	12
1.2.3 Stress da caldo .....	13
1.2.4 Fertilità .....	15
1.3 Boli ruminali .....	16
1.4 Misure e stime effettuate da boli alimentari SmaXtec .....	18
<b>2. Obiettivi del lavoro</b> .....	19
<b>3. Materiali e metodi</b> .....	19
3.1 Descrizione aziendale .....	19
3.2 Materiali utilizzati .....	22
3.2.1 Temperatura .....	24
3.2.2 Attività .....	24
3.2.3 Indice di ruminazione .....	25
3.2.4 Indice di calore .....	26
3.2.5 Abbeverata .....	27
3.2.6 Delta T .....	27
3.3 Analisi statistica .....	28
3.3.1 Selezione dei dati .....	28
3.3.2 Modello statistico .....	28
<b>4. Risultati</b> .....	31
4.1 Stadio di lattazione .....	32
4.2 Ordine di parto .....	36
4.3 Livello di produzione di latte .....	37
4.4 Mese/stagione dell'anno .....	40
<b>5. Discussione</b> .....	45
5.1 Stadio di lattazione .....	45
5.2 Ordine di parto .....	46
5.3 Livello di produzione di latte .....	47
5.4 Mese/stagione dell'anno .....	48
<b>6. Conclusione</b> .....	51
<b>Bibliografia</b> .....	53



## *Riassunto*

La gestione degli allevamenti attraverso strumenti innovativi di *precision livestock farming* (PLF) è sempre più diffusa negli allevamenti di vacche da latte, i quali utilizzano tecnologie avanzate per monitorare e gestire la salute e la produttività degli animali. L'obiettivo è di ottimizzare la produttività e migliorare il benessere degli animali riducendo l'impatto ambientale del settore zootecnico. Tra i vari sistemi PLF evidenziamo la presenza nel mercato di boli ruminali, sempre più diffusi negli ultimi anni. Questa tipologia di sensori non è invasiva e consente di monitorare diversi parametri fisiologici delle bovine e ambientali. I boli sono impiegati per ottimizzare la nutrizione animale, monitorare la salute insieme al benessere animale e offrire supporto all'allevatore nella gestione dell'allevamento. In questo studio sono stati utilizzati boli *SmaXtec classic bolus* (SmaXtec Animal Care GmbH, Graz, Austria) inseriti in 45 vacche in lattazione provenienti da un allevamento nella provincia di Cremona in un periodo compreso tra giugno 2023 e febbraio 2024. L'obiettivo di questo studio è quello di analizzare gli effetti delle fonti di variazione sulle variabili misurate e stimate dai boli che comprendono temperatura, indice di ruminazione, attività, indice di calore e abbeverata. Le variabili sono associate a diversi fattori come il mese/stagione dell'anno, il livello di produzione, l'ordine di parto e lo stadio di lattazione. I risultati ottenuti, in seguito ad un'analisi statistica, hanno evidenziato un'influenza significativa del mese/stagione dell'anno sui parametri misurati, così come del livello di produzione di latte. Tuttavia questo studio non è stato sufficiente per comprendere definitivamente i meccanismi fisiologici che controllano le fonti di variazione delle variabili studiate. C'è necessità di effettuare ed approfondire, nei prossimi anni, ulteriori studi relativi a questi argomenti.



## *Abstract*

The management of livestock through innovative precision livestock farming (PLF) tools is increasingly widespread in dairy cattle, which use advanced technologies to monitor and manage animal health and productivity of the animals. The goal is to optimize productivity, improve animal welfare, and reduce the environmental impact of the livestock sector. Among the various PLF systems, we highlight the presence of ruminal boluses, which have become increasingly widespread in recent years. This type of sensor is non-invasive and allows the monitoring of various physiological parameters of cows and environmental conditions. Boluses are used to optimize animal nutrition, monitor health and animal welfare, and support the farmer in livestock management. In this study, SmaXtec classic bolus (SmaXtec Animal Care GmbH, Graz, Austria) have been used on 45 lactating cows from a farm in the province of Cremona in a period between June 2023 and February 2024. The aim of this study is to analyse the effects of sources of variation on the variables measured and estimated by the boluses, which include temperature, rumen index, activity, heat index, and water intake. The variables are associated with several factors such as the month/season of the year, production level, parity, and stage of lactation. The results obtained, following statistical analysis, showed a significant influence of the month/season of the year on the measured parameters, as well as the level of milk production. However, this study was not sufficient to definitively understand the physiological mechanisms controlling the causes of variation in the variables studied. There is a need to conduct and further explore additional studies on these topics in the coming years.

*Parole chiave:* boli ruminali, PLF, bovine da latte, ruminazione



## 1. Introduzione

### 1.1 Precision livestock farming

Negli ultimi anni il comparto zootecnico ha subito una rapida diffusione della zootecnia di precisione, dall'inglese *precision livestock farming* (PLF), definita come l'applicazione dei principi e delle tecniche di ingegneria all'allevamento zootecnico per monitorare, modellare e gestire automaticamente la produzione animale. Queste tecniche hanno l'obiettivo di rendere l'allevamento più sostenibile dal punto di vista economico, sociale e ambientale (Tullo et al., 2018). L'allevamento di precisione ha il potenziale per aumentare l'efficienza della produzione zootecnica, fornendo agli allevatori un'ampia varietà di strumenti e indicatori di cui hanno bisogno per prendere decisioni e ottimizzare le loro pratiche di gestione (Silva et al., 2023). Queste tecniche offrono la possibilità all'allevatore di non trascurare la salute e il benessere animale utilizzando un sistema di monitoraggio e gestione in tempo reale, che fornisce un allarme precoce e permette di intraprendere azioni immediate non appena compaiono i primi segnali di compromissione della salute o del benessere animale (Dominiak e Kristensen, 2017). Nonostante i numerosi vantaggi che si possono trarre dall'utilizzo di queste nuove tecnologie ci sono alcune criticità, come la disponibilità dell'allevatore e la formazione necessaria per poter leggere i parametri rilevati. Nel primo caso l'allevatore deve essere disposto ad utilizzare i nuovi sistemi e vedere il beneficio che ne è associato. La tecnologia ultimamente è riuscita ad essere sempre più precisa riducendo al minimo gli errori, i falsi positivi o falsi negativi, fornendo così dati sempre più precisi e paragonabili all'osservazione di un occhio umano esperto, facendo risparmiare il tempo dedicato all'osservazione della mandria da parte dell'allevatore. Nel secondo caso dopo che i dati sono stati misurati e raccolti è necessaria la

presenza di un operatore formato che sappia raggruppare, analizzare e interpretare i dati monitorati traducendoli poi in interventi pratici da applicare alla gestione aziendale o sul singolo animale (Lovarelli et al., 2020).

### *1.2 Sensori/sistemi per l'ottimizzazione della gestione degli animali e la prevenzione di patologie*

Nel mercato sono disponibili diverse tipologie di sensori e tecnologie che consentono il monitoraggio in tempo reale dei parametri ambientali e biologici, con l'obiettivo di aumentare l'efficienza degli allevamenti. All'interno dei sistemi PLF i sensori si dividono in due grandi categorie: sensori che rilevano parametri ambientali e sensori che rilevano parametri biologici. I parametri ambientali più misurati sono: la temperatura, l'umidità, la concentrazione di polveri, di CO<sub>2</sub>, di NH<sub>3</sub> e la qualità dell'acqua. Invece i parametri biologici sono: la temperatura corporea, l'estro, il respiro, la ruminazione, l'attività motoria, le infezioni e l'alimentazione. Tutti i sensori per essere davvero funzionali devono essere precisi, affidabili, robusti e avere la capacità di registrare e trasmettere i dati (Pazzona e Chessa, 2015).

La zootecnia di precisione applicata in allevamenti di vacche da latte prende il nome di *precision dairy farming* (PDF). Le tipologie di sensori maggiormente impiegati in allevamenti di vacche da latte sono capaci di monitorare la ruminazione e il comportamento alimentare (Molfino et al., 2017), la composizione del latte in tempo reale (Todde et al., 2017), la funzionalità ruminale (Beauchemin, 2018), il rilevamento delle zoppie (Hansen et al., 2018), il rilevamento delle mastiti (Wang et al., 2017) e la gestione della fertilità (Crowe et al., 2018).

### 1.2.1 Produzione e qualità del latte

La produzione e la qualità del latte sono due dati importanti per l'allevatore. Diversi sistemi installati nelle sale di mungitura riescono ad ottenere molte informazioni sulla quantità e qualità del latte di ogni singola vacca. Un esempio sono i sensori rappresentati in Figura 1 Afilab e Afimilk MPC (Afimilk, Afikim, Israele) utilizzati per l'analisi del latte. Questa tecnologia utilizza spettrometri che lavorano in tempo reale eseguendo misurazioni delle componenti del latte. L'analisi è basata sulla tecnologia ad infrarosso NIR (*near infrared*, vicino infrarosso), durante la mungitura il latte viene attraversato da un fascio di luce e misurando la rifrazione è in grado di determinare il contenuto di grasso, proteine, lattosio e cellule somatiche. Lo strumento permette così di analizzare il latte di ogni animale ad ogni sessione di mungitura (Todde et al., 2017).



Figura 1: sensori Afilab e Afimilk MPC (Milk Point Controller) installati in una sala di mungitura. Foto da [www.lukrom.cz](http://www.lukrom.cz)

L'installazione di robot di mungitura è un altro sistema che permette di monitorare la produzione e qualità del latte, consente anche di eseguire più di due mungiture nell'arco di una giornata, fattore che aumenta la produzione di latte. I robot di mungitura contengono molti sensori che possono rilevare diversi parametri per ogni singolo animale: la produzione di latte giornaliera, il contenuto di grasso, il contenuto di proteine, la quantità di cellule somatiche e la conducibilità elettrica (Verde et al., 2023). In figura 2 sono rappresentati due

diverse tipologie di robot disponibili nel mercato, che monitorano diversi parametri: Lely Astronaut (Lely, Maassluis, Paesi bassi) ha integrato il sistema Lely MQC (*Milk Quality Control*) capace di misurare le cellule somatiche, la conducibilità e il colore del latte. Viene fornita anche un'indicazione sul contenuto di grasso, proteine e lattosio. La nuova versione di robot di mungitura GEA DairyRobot R9500 (Gea Group, Düsseldorf, Germania) può essere combinata con il sensore GEA DairyMilk M6850 per il conteggio delle cellule somatiche di ogni quarto della mammella durante la sessione di mungitura.



Figura 2. Robot di mungitura: a sinistra Lely Astronaut, foto da [www.agrarheute.com](http://www.agrarheute.com) Werkbild. A destra Gea DairyRobot R9500, foto da [www.laterre.ca](http://www.laterre.ca)

### 1.2.2 Acidosi

L'acidosi ruminale si verifica quando avviene un eccessivo abbassamento del pH del rumine per lunghi periodi di tempo, rispetto ai normali valori fisiologici. Molto più frequente lo stato di acidosi subacuta (SARA) ma più difficile da individuare dato che la sintomatologia è poco evidente. Una delle cause più comuni è l'elevato apporto di carboidrati nella dieta a scapito della fibra, che fa produrre all'animale una quantità eccessiva di acidi grassi volatili nel rumine, facendo scendere il valore del pH al di sotto di 5,5 (Tufarelli et al., 2024). Solitamente l'acidosi ruminale subacuta causa una diminuzione del tenore di grasso nel latte, quindi sistemi di

controllo di qualità del latte durante la mungitura possono risultare utili per aiutare l'allevatore nella gestione di questa malattia metabolica.

Le misurazioni della temperatura e del pH del liquido reticolo ruminale possono essere utili nella diagnosi di acidosi subacuta, in quanto esiste una correlazione negativa tra questi due parametri. L'uso di specifici boli reticolo-ruminali consente una rilevazione continua di dati come il pH e temperatura, fornendo all'allevatore importanti informazioni per la diagnosi e la gestione aziendale (Antanaitis et al., 2016).

### *1.2.3 Stress da caldo*

Lo stress da caldo è una condizione fisiologica dove la temperatura corporea è diversa da quella definita da un intervallo di termoneutralità. La zona di termoneutralità è delimitata inferiormente dalla temperatura critica inferiore mentre il margine superiore è definito temperatura critica superiore. Valori inferiori alla temperatura critica inferiore comportano la necessità per l'animale di riscaldarsi e quindi di produrre calore. Al contrario, con valori di temperatura ambientale superiori alla temperatura critica la bovina deve trovare soluzioni per disperdere calore, come ad esempio ridurre l'ingestione di energia alimentare e ridurre l'attività motoria che genera calore. Animali con elevate produzioni di latte generano anche una maggiore quantità di calore per le connesse attività di conversione energetica. Con aumenti di temperatura ambientale nell'intervallo di neutralità termica l'animale compensa la riduzione della perdita di calore sensibile (conduzione, convezione e irraggiamento), con un aumento della perdita di calore insensibile (evaporazione di acqua dai polmoni e dal sudore). L'indice THI (*Temperature Humidity Index*) combina la temperatura ambientale con l'umidità relativa, un valore elevato di umidità dell'aria respirata riduce significativamente la

possibilità di disperdere il calore per evaporazione dell'acqua che si trasforma in vapore nei polmoni.

L'uso di tecnologie specifiche per ridurre lo stress da caldo è essenziale e deve essere implementato negli allevamenti. Ombreggiatura, ventilazione e raffrescamento sono soluzioni pratiche per migliorare la produzione e la salute durante la stagione estiva. Le vacche in stress da caldo riducono l'ingestione e di conseguenza ruminano meno e deprimono la produzione di saliva, la quale funge da sostanza tampone all'interno del rumine. Una diminuzione di assunzione di alimento comporta anche una riduzione della produzione di latte (Antanaitis et al., 2023).

La tecnica più diffusa per contrastare lo stress da caldo consiste nel controllare l'ambiente di stabulazione degli animali con vaporizzatori d'acqua (Mader et al., 2007). Quasi tutti gli impianti di raffrescamento oggi non sono più comandati manualmente ma da centraline che misurano le condizioni ambientali ed in funzione di questo regolano docce e ventilatori. Anche il cambiamento della razione è stato studiato come potenziale procedura di mitigazione dello stress (Kanjanapruthipong et al., 2015).

Recentemente si sono diffuse molte tecnologie PLF per diagnosticare lo stress da caldo: monitorare la temperatura corporea è importantissimo per identificare lo stress da caldo, in quanto questo parametro consente all'allevatore di verificare in modo oggettivo se gli impianti di raffrescamento funzionino correttamente. La temperatura può essere misurata da diversi sistemi e in varie zone del corpo dell'animale, per esempio: nel retto, nella vagina, nell'orecchio e nel rumine-reticolo (Levit et al., 2021). Tuttavia l'operazione migliore per rilevare lo stress da caldo è l'osservazione della frequenza respiratoria dell'animale (Bar et al., 2019), che può essere rilevata manualmente da un operatore o con l'utilizzo di sistemi innovativi come Aficollar (Afimilk, Afikim, Israele) rappresentato in figura 3.



Figura 3. Aficollar installato su una vacca frisona. Foto da [www.tdm.it](http://www.tdm.it)

#### 1.2.4 Fertilità

La gestione riproduttiva e il rilevamento del calore sono tra gli aspetti gestionali che influenzano maggiormente l'efficienza aziendale. Un punto critico di questi aspetti è l'individuazione del momento ottimale per l'inseminazione. Tradizionalmente la gestione riproduttiva era basata sull'osservazione visiva del comportamento estrale o l'uso di protocolli di inseminazione a tempo fisso. Il tempo trascorso in piedi è il principale fattore che identifica un periodo estrale. L'osservazione è il sistema più semplice ed economico per la rilevazione del calore, con osservazioni di 20 minuti per cinque volte al giorno è possibile ottenere tassi di rilevamento del 90/95% (Crowe et al., 2018). Quest'attività richiede un'elevata manodopera, un'accurata identificazione delle vacche e un personale formato nel rilevamento del calore. Per aumentare l'efficienza di questo metodo si possono utilizzare indicatori della monta come uno strato di colore sulla coda o applicare stick che virano di colore dopo essere stati schiacciati. Recentemente si sono diffuse tecnologie PLF per il rilevamento del calore grazie alla loro capacità di monitorare e misurare cambiamenti comportamentali fisiologici tipici del calore come l'aumento dell'attività motoria e il calo del tempo di ruminazione (Mayo et al., 2019). Nel primo caso vengono impiegati pedometri, applicati nella parte terminale dell'arto e misurano il numero di passi dell'animale, e accelerometri che registrano la velocità

di movimento e la posizione dell'animale (Figura 4). Il tempo di ruminazione invece, può essere rilevato da collari, accelerometri, boli ruminali.



Figura 4: A sinistra pedometro AfiAct II (Foto da [www.afimilk.com](http://www.afimilk.com)). Al centro collare milkrите InterPlus (foto da [www.milkrите-interplus.it](http://www.milkrите-interplus.it)). A destra collare milkrите Interplus su vacca frisona (foto da [novagricoltura.edagricole.it](http://novagricoltura.edagricole.it))

### 1.3 Boli ruminali

Come abbiamo visto nei capitoli precedenti i boli ruminali sono impiegati negli allevamenti per molteplici scopi. Molti parametri sono misurati da questa tipologia di sistemi: la temperatura interna, la ruminazione, il pH ruminale, l'attività e i cicli di abbeveraggio. La temperatura corporea è uno dei fattori più importanti, minime variazioni segnalano l'insorgenza di malattie più comuni nella vacca da latte. Alcuni vantaggi che si traggono dall'utilizzo di questi dispositivi sono: la precisione in quanto forniscono dati precisi e in tempo reale sulle condizioni interne dell'animale, la continuità del monitoraggio, la rilevazione precoce dei problemi o disturbi che possono insorgere nelle bovine e l'incremento dell'efficienza produttiva migliorando la gestione della nutrizione e della salute.

Nel mercato sono disponibili due tipologie di boli: quelli capaci di misurare la temperatura ed alcuni in grado di misurare sia la temperatura che il pH del liquido ruminale. La prima tipologia di bolo riesce a misurare la temperatura dell'animale in tempo reale. La temperatura corporea è un parametro fondamentale ed è influenzata dallo stato di salute e fisiologico dell'animale, dalla temperatura ambiente, dall'assunzione di acqua, dalla capacità di ingestione, dall'ordine

di parto e dalla stagione Liang et al. 2013. Il sensore si posiziona nel rumine-reticolo. In questa posizione, la temperatura del liquido ruminale è superiore di circa 0.5 °C a quella corporea a causa del calore generato dalle fermentazioni ruminali. Inoltre la temperatura in questa posizione è influenzata in senso negativo dalla temperatura e dalla quantità di acqua che l'animale ingerisce ad ogni abbeverata (Bewley et al., 2008).

I boli capaci di misurare il pH forniscono importanti informazioni per identificare l'acidosi subacuta o altre patologie legate all'alimentazione. Entrambe le tipologie vengono inserite nel rumine tramite un applicatore metallico ed entra nel reticolo dopo la deglutizione (Sleptsov et al., 2021). I dati misurati vengono salvati e inviati ad un computer o ad un cloud, la durata della misurazione e l'intervallo di invio dei dati sono variabili tra i costruttori: boli SmaXtec (SmaXtec Animal Care GmbH, Graz, Austria) in figura 5 hanno una capacità di durata della batteria di circa 5 anni (la misurazione del pH è inferiore) e l'invio dei dati ha un intervallo di 10 minuti.



Figura 5: a sinistra SmaXtec Classic Bolus. A destra SmaXtec pH Bolus. Foto da [www.SmaXtec.com](http://www.SmaXtec.com)

#### *1.4 Misure e stime effettuate da boli alimentari SmaXtec*

I boli SmaXtec (SmaXtec classic bolus, SmaXtec Animal Care GmbH, Graz, Austria) sono commercializzati in Italia da SIVAM (Società Italiana Veterinaria Agricola Milano S.P.A). I boli SmaXtec, dopo il loro posizionamento nel rumine-reticolo, effettuano in continuo, ogni 10 minuti e per una durata di circa 5 anni, misure di temperatura, di movimento dell'animale, di contrazione del rumine reticolo e di abbeverata. Queste misure sono poi utilizzate per la stima dell'indice di calore. Alcuni boli SmaXtec, inoltre, hanno la possibilità di effettuare misure del pH ruminale ma per tempi più limitati di 150 giorni dalla taratura e inserimento nell'ambiente.

Queste misure e queste variabili stimate variano probabilmente in relazione all'individuo, all'azienda, al periodo/stagione dell'anno, e ad aspetti animali come ad esempio l'ordine di parto, lo stadio di lattazione e il livello di produzione. Tuttavia le conoscenze in merito alle cause di variabilità sono molto limitate.

## *2. Obiettivi del lavoro*

Il presente lavoro si prefigge di studiare alcuni effetti delle fonti di variazione sulle misure effettuate dai boli SmaXtec e della stima dell'indice di calore. L'ipotesi sperimentale è che queste variabili siano condizionate dai seguenti fattori: mese/stagione dell'anno, livello di produzione di latte, ordine di parto e stadio di lattazione, accanto ad una ovvia variabilità individuale a parità di altri fattori considerati. Infatti, il mese o la stagione dell'anno possono riflettere differenti condizioni di temperatura/umidità che a loro volta incidono sul comportamento alimentare e lo stato di salute/benessere dell'animale. Analogamente, il livello di produzione di latte può condizionare queste variabili perché a maggiori livelli di produzione corrispondono maggiori ingestioni alimentare e di acqua, maggiori produzioni di calore e maggiore stress metabolico. Infine, anche l'ordine di parto e lo stadio di lattazione, sono connessi a differenti stati fisiologici delle vacche in lattazione, che possono avere un impatto più o meno rilevante sulle variabili in questione.

## *3. Materiali e metodi*

### *3.1 Descrizione aziendale*

L'azienda considerata in questo studio è localizzata nella provincia di Cremona (Lombardia, Italia), organizzata a stabulazione libera su cuccette e affiancata da sala di mungitura con impianto a spina di pesce 4+4. La stalla ospita una media di 49 vacche in lattazione con una produzione media di 27,2 kg di latte nei 9 mesi in cui si è svolta la rilevazione dei dati. Nel primo mese di rilevazione dei dati in azienda la media dello stadio di lattazione è di 225 giorni, mentre per il diverso ordine di parto le bovine presenti si dividono in 30 vacche pluripare e 15

primipare. Il latte prodotto viene consegnato ad una latteria per la produzione di Grana Padano. Nei locali di stabulazione sono presenti abbeveratoi a disposizione delle bovine. Le bovine ricevono una razione unifeed preparata con carro miscelatore che viene distribuita in mangiatoia una volta al giorno (Tabella 1). La razione distribuita nel corso dei mesi della rilevazione è stata stabile con alcune modifiche non sostanziali che interessano la base foraggera. La proteina grezza contenuta è circa del 15% della sostanza secca.

Tabella 1. Composizione della razione alimentare

	KG	%
Silomais	24.00	51.28%
Triticale insilato	11.00	23.50%
Mais farina	4.20	8.97%
SOIA F.E.	3.40	7.26%
Fieno silo 5°T.	2.00	4.27%
Fieno polifita	1.50	3.21%
I Unif. Easy <sup>1</sup>	0.50	1.07%
I Fat RS6 <sup>2</sup>	0.20	0.43%
Totale	46.80	100%
	22.01 SS	Umidità 57.2%

<sup>1</sup> integratore vitaminico minerale

<sup>2</sup> mix di grasso e zuccheri con un additivo per migliorare il titolo di grasso nel latte

Analisi	UM	Grammi/Un	%SS
UFL	%	174.18	0.87
PG	%	2962.67	14.81
FG	%	3372.44	16.86
NDF	%	6627.16	33.12
ADF	%	3956.35	19.77
NDFD	%	4888.86	24.44
peNDF	%	5255.03	26.27
Foraggio	%	10409.2	52.03
Concentrato	%	9598.2	47.97
Amido Totale	%	5392.31	26.95
NFC	%	8339.15	41.68
Lipidi Grezzi	%	609.26	3.05
Ca	%	137.99	0.69
P	%	88.52	0.44
Na	%	43.8	0.22
Mg	%	65.78	0.33
K	%	318.79	1.59
Cl	%	90.39	0.45
S	%	33.31	0.17
Vit A	Unità	200000	9996.3
Vit D	Unità	40000.01	1999.26
Vit E	mg/kg	1000.01	49.98
PP	mg/kg	2999.98	1902.2
Vit B1	mg/kg	99.99	2018.77
Vit B2	mg/kg	200.02	2135.33
Vit B6	mg/kg	50.02	2251.9
Vit B12	mg/kg	0.24	2368.47
Colina	mg/kg	500	2485.03
Betaina	mg/kg	1500	2601.6
Metionina	mg/kg	2999.98	2718.16
DCAB	mEq/1	543.84	2834.73
NEL	MCal/	319.18	2951.3

### 3.2 Materiali utilizzati

Come indicato nell'introduzione, il bolo SmaXtec è una tecnologia di monitoraggio che consente di monitorare in modo continuo la temperatura e il valore di pH ruminale insieme ad altri parametri, in modo di consentire un monitoraggio del comportamento e dello stato fisiologico e di salute dell'animale. L'introduzione dei boli nella bovina è fatta mediante l'uso di un applicatore metallico fornito dall'azienda produttrice, ed è necessario che gli animali siano stati a digiuno per almeno un paio di ore. In figura 6 è rappresentato il posizionamento di un bolo SmaXtec all'interno dell'applicatore metallico, con il collo e la testa della bovina in posizione estesa si può procedere con la somministrazione. L'estremità anteriore dell'applicatore deve estendersi oltre la base della lingua prima del rilascio. Dopo l'inserimento il dispositivo deve depositarsi rapidamente sulla superficie del reticolo, per questo motivo è importante che il cibo rimasto nel ruminale non sia troppo denso per la presenza di materiale fibroso.



Figura 6: Inserimento di SmaXtec classic bolus all'interno dell'applicatore metallico. Foto da [www.SmaXtec.com](http://www.SmaXtec.com)

Nella stalla è necessaria l'installazione della stazione base di SmaXtec (*SmaXtec base station*) che riceve automaticamente i dati misurati dai dispositivi e successivamente trasmessi al server e memorizzati nel database online. Inoltre è importante aggiungere nel locale il sensore climatico (*SmaXtec climate sensor*) che fornisce indicazioni sulla temperatura e l'umidità

ambientale nella stalla. L'allevatore riceve notifiche e accede ai dati della mandria tramite il PC o il proprio cellulare. Il bolo utilizzato in questo studio è stato lo *SmaXtec classic bolus*, che presenta una dimensione di 10,49 cm di lunghezza e un diametro di 3,50 cm, l'intervallo di misurazione di 10 minuti e una batteria che dura fino a cinque anni. I dati raccolti si riferiscono a 45 bovine in un periodo di tempo compreso tra il 01/06/2023 e 08/02/2024 (9 mesi). I dati dei boli sono stati successivamente associati ai dati mensili risultanti dai controlli funzionali di produzione di latte, giorni di lattazione, ordine di parto e mese di rilevazione.

I dati utilizzati in questo studio hanno riguardato i seguenti parametri: temperatura reale, variazioni di temperatura dovuti all'abbeverata, temperatura normale, attività, indice di ruminazione, indice di calore e abbeverata. Il software di SmaXtec elabora un grafico, rappresentato in figura 7, che riassume tutti i parametri misurati.

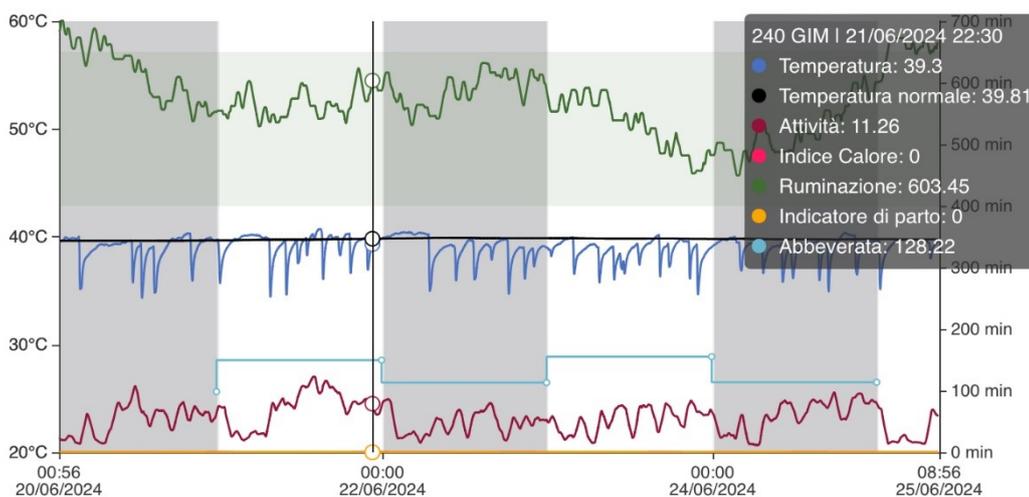


Figura 7: rappresentazione grafica generata dal software SmaXtec. Foto da app SmaXtec

### 3.2.1 Temperatura

Minimi cambiamenti di temperatura costituiscono segni premonitori di possibili stati di disagio e di salute compromessa delle vacche. Spesso questi segnali si manifestano prima di altri sintomi più evidenti. Questo vale sia per le malattie infiammatorie che per disturbi digestivo-metabolici con possibili conseguenze di lungo periodo. I boli *SmaXtec classic bolus* contengono al loro interno un sensore di temperatura il quale ha una precisione molto elevata  $\pm 0,01^\circ \text{C}$  a  $39^\circ \text{C}$ . Il sensore trasmette tre dati diversi di temperatura: temperatura reale, temperatura senza cicli di abbeverata e temperatura normale. La temperatura reale corrisponde alla temperatura misurata dal sensore posto all'interno del bolo. La temperatura senza cicli di abbeverata viene calcolata, dalla temperatura reale al netto delle variazioni immediate dovute all'ingestione di acqua di abbeverata, in quanto la temperatura dell'acqua di abbeverata è di gran lunga inferiore a quella di circa  $38/39^\circ \text{C}$  del liquido ruminale. Infine la temperatura normale viene calcolata facendo la media delle variazioni di temperatura negli ultimi 5 giorni, e può riflettere cambiamenti dello stato fisiologico o ambientale, ad esempio modifiche nella produzione di latte, calori, o condizioni di freddo o caldo nei locali di stabulazione.

### 3.2.2 Attività

Ogni movimento dell'animale viene misurato da un attivometro presente all'interno del bolo, l'attività comprende quindi movimenti come camminare o stare in piedi. L'attività registrata viene riassunta in un dato percentuale ogni 10 minuti e viene poi automaticamente trasferita al software *SmaXtec*. I cambiamenti di attività che vengono misurati dai boli sono raffigurati

sui grafici generati dal software da una curva. L'indice di attività è un fattore per determinare l'indice di calore.

### 3.2.3 *Indice di ruminazione*

La ruminazione è un parametro che fornisce approfondimenti sulla gestione dell'allevamento e il benessere animale. Il vantaggio principale che si ottiene con la misura effettuata dallo *SmaXtec classic bolus* è quello di avere un monitoraggio molto più accurato dato che il dispositivo si trova proprio nel reticolo. Grazie alla tecnologia *TruRumi™ technology* il sensore che rileva l'attività (attivometro) è in grado di registrare anche il numero e la durata delle contrazioni del reticolo. Il rumine è sempre in movimento a seconda del comportamento alimentare e fisiologico dell'animale. Si distinguono tre modelli di contrazione reticoluminale: primarie, secondarie e di ruminazione. Le contrazioni primarie hanno origine dalla contrazione bifasica del reticolo e coinvolgono anche il rumine, generano il rimescolamento del contenuto ruminale favorendo le fermentazioni. Le contrazioni secondarie invece si originano dal rumine e sono le responsabili dell'eruttazione dei gas prodotti. Il processo di ruminazione prevede che il contenuto ruminale sia rigurgitato, rimasticato e riingoiato, per fare in modo che ciò avvenga avviene un'ulteriore contrazione reticolare che precede la normale contrazione bifasica del reticolo (Capuzzello et al., 2023). Quest'ultima contrazione del reticolo libera l'apertura esofagea dall'alimento appena deglutito causando una pressione addominale che favorisce il richiamo nell'esofago del contenuto del reticolo.

Il tempo di ruminazione viene calcolato dal software SmaXtec nell'intervallo di 10 minuti sotto forma di minuti giornalieri e la curva viene rappresentata nel grafico a disposizione dell'allevatore in modo da rilevare cambiamenti o disturbi legati all'alimentazione degli

animali. Il valore viene rilevato dal bolo in secondi, per poi essere elaborato dal software e mostrato nei grafici in minuti.

### 3.2.4 Indice di calore

Il sistema SmaXtec permette la rilevazione dei calori e fornisce una indicazione sul tempo ideale di inseminazione, fornendo all'allevatore una percentuale. La semplice rilevazione visiva del calore non è infatti sufficiente per ottenere la massima efficienza riproduttiva, perché il calore può manifestarsi in modo silente, con sintomi deboli, brevi o in orari notturni (Pennington et al., 1985) I cambiamenti comportamentali degli animali permettono al software di SmaXtec di stimare l'indice di calore analizzando le variazioni dell'indice di attività, di temperatura e del tempo di ruminazione. Vacche in calore sono caratterizzate da un aumento della temperatura, un aumento dell'attività e un calo della ruminazione, dovuto anche ad un maggiore movimento dell'animale. Attraverso la finestra di inseminazione si conosce quando si ha la più alta probabilità che l'inseminazione avvenga con successo o quando la probabilità è minore. L'indice di calore è raffigurato da una percentuale, nel grafico di esempio in figura 8 è presente la curva dell'indice di calore rilevato dai boli.

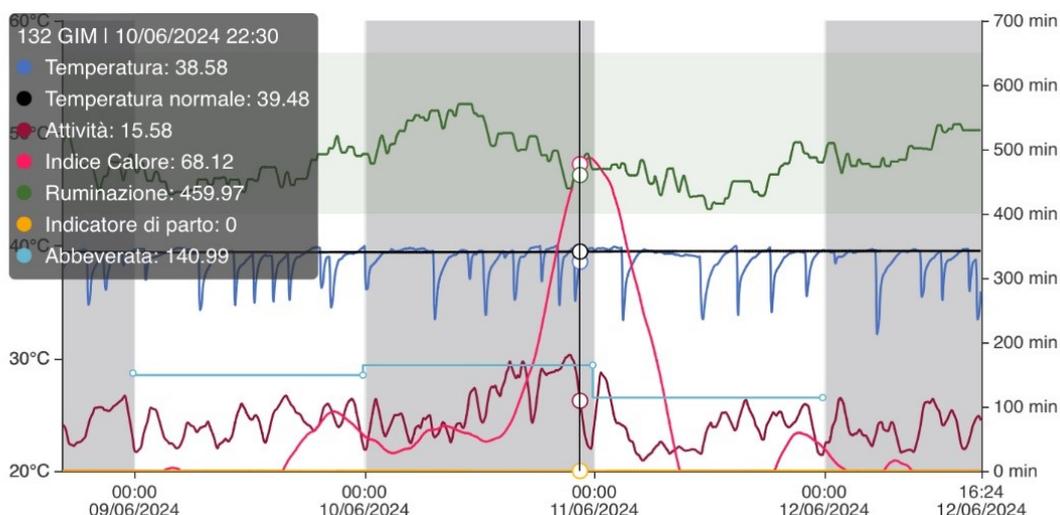


Figura 8: Grafico generato dal software SmaXtec in cui si evidenzia la curva dell'indice di calore. Foto da app SmaXtec

### 3.2.5 Abbeverata

Questo parametro consente all'allevatore di conoscere il consumo di acqua di ogni singolo animale nel tempo. Una riduzione del consumo di acqua può riflettere una riduzione dell'ingestione di mangime e un conseguente calo di produzione di latte (Muller et al., 1993). Il sistema *SmaXtec TruDrinking* consente di misurare attraverso un sensore volumetrico il quantitativo di acqua (misurato in litri) assunto giornalmente da una vacca. Invece la frequenza dell'abbeverata viene stimata in base all'abbassamento di temperatura: i picchi di temperatura repentini, causati dall'ingestione di acqua, vengono rilevati dal sistema come ingestione d'acqua. L'acqua assunta dall'animale finisce direttamente nel reticolo dove è posizionato il bolo, l'ambiente viene raffreddato dato che la temperatura dell'acqua bevuta è inferiore rispetto a quella della bovina e questo ha un effetto su alcune misurazioni successive (1-3) che risultano più basse. Il dato viene misurato da un sensore volumetrico ed espresso in litri nei grafici. Dal monitoraggio del comportamento di abbeverata si possono dedurre informazioni di natura manageriale o dello stato di salute del singolo animale o della mandria. Ad esempio se si osserva una riduzione dei consumi di acqua della mandria o di una parte di essa è possibile che si sia verificato qualche problema nel sistema di distribuzione dell'acqua, o che le condizioni ambientali di stabulazione si siano modificate.

### 3.2.6 Delta T

Il delta T non è un parametro misurato o stimato dai boli ruminali *SmaXtec*, ma calcolato dalla differenza tra la temperatura senza i cicli di abbeveramento e la temperatura reale. Il valore del delta T è stato calcolato perché attraverso questo valore può essere più facile l'interpretazione dei dati misurati.

### 3.3 Analisi statistica

#### 3.3.1 Selezione dei dati

Ai fini dello scopo della tesi, le misurazioni derivanti dai boli sono state accoppiate con i controlli funzionali eseguiti in azienda. Per questo motivo si è passati da un dataset di 1337821 misurazioni ad uno di 26281 misurazioni, escludendo le bovine e i giorni in cui il dato dei controlli funzionali mancava.

#### 3.3.2 Modello statistico

Per quanto riguarda il metodo di analisi è stato utilizzato il pacchetto lme4 implementato in R (*The R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*) che ha consentito di analizzare ogni singola fonte di variazione delle misurazioni effettuate con i boli. Il modello utilizzato è quello che segue:

$$y_{ijklmn} = \mu + \text{Giorni in lattazione}_i + \text{Ordine di parto}_j + \text{Produzione}_k + \text{Mese}_l \\ + (\text{Giorni in lattazione} \times \text{Animale})_{im} \\ + (\text{Ordine di parto} \times \text{Animale})_{jm} + e_{ijklmn}$$

Dove:

- $y_{ijklmn}$  è il tratto investigato cioè le singole misurazioni dei boli;
- $\mu$  è la media complessiva;

- Giorni in lattazione<sub>i</sub> è l'effetto fisso della *i-esima* classe di giorni di lattazione (*i*= 6 classi; classe 1 ≤ 60; 60 < classe 2 ≤ 120; 120 < classe 3 ≤ 180; 180 < classe 4 ≤ 240; 240 < classe 5 ≤ 300; classe 6 > 300);
- Ordine di parto<sub>j</sub> è l'effetto fisso del *j-esimo* ordine di parto (*j*= 2 classi; classe1= primipare; classe 2 ≥ 2 multipare);
- Produzione<sub>k</sub> è l'effetto fisso della *k-esima* classe di resa in latte (*k*=4 classi divise secondo il 25°, 50° e 75° percentile);
- Mese<sub>l</sub> è l'effetto fisso del *l-esimo* mese (*l*= 9 classi da giugno 2023 a febbraio 2024)
- (Giorni in lattazione × Animale)<sub>im</sub> è l'effetto random dell'interazione tra Giorni in lattazione e Animale;
- (Ordine di parto × Animale)<sub>jm</sub> è l'effetto random dell'interazione tra Ordine di parto e Animale;
- e<sub>ijklmn</sub> è l'effetto residuo casuale. Sia l'effetto random che residuo sono stati considerati come normalmente distribuiti.

Gli effetti sono stati considerati significativi a  $P < 0,05$ .



#### 4. Risultati

In tabella 2 sono mostrati i risultati dell'analisi statistica, in colonna sono presenti le quattro fonti di variazione individuali e ambientali prese in considerazione in questo studio: stadio di lattazione, ordine di parto, produzione di latte e il mese dell'anno. Lo stadio di lattazione è stato classificato in periodi di 30 giorni fino ad arrivare a 330 giorni di lattazione. L'ordine di parto si distingue in due classi a seconda del numero di parti delle bovine, vacche primipare o pluripare. Il livello di produzione di latte delle bovine è suddiviso in quattro classi di produzione: la prima classe comprende vacche con produzione inferiore o uguale a 24 kg/d, successivamente da 24,9 fino a 28 kg/d, la terza classe include animali con produzioni tra 28 e 32,4 kg/d infine l'ultima classe per bovine che hanno una produzione superiore a 32,4 kg/d. I mesi in cui si è svolta la misurazione dei dati sono nove, il primo mese corrisponde a giugno 2023 fino ad arrivare al nono, febbraio 2024.

Tabella 2. Risultati dell'analisi statistica con modello lineare misto sugli effetti delle fonti di variazione individuali ed ambientali sulle variabili misurate da boli ruminanti.

Variabili	Stadio di lattazione		Ordine di parto		Produzione di latte		Mese		RMSE
	F-value	P-value	F-value	P-value	F-value	P-value	F-value	P-value	
Temperatura reale	1.07	0.384	0.056	0.815	1.69	0.167	35.5	<0.001	1.16
Temp senza abbeverata	2.31	0.052	0.692	0.414	21.3	<0.001	346	<0.001	0.312
Temperatura normale	4.23	0.003	1.05	0.326	420	<0.001	3613	<0.001	0.0835
Attività	5.60	<0.001	9.09	0.005	2.00	0.112	43.9	<0.001	2.92
Indice di calore	4.30	0.002	0.165	0.688	72.9	<0.001	53.2	<0.001	4.83
Indice di ruminazione	3.53	0.006	8.38	0.005	440	<0.001	407	<0.001	2455
Abbeverata	4.18	0.002	0.821	0.373	48.6	<0.001	333	<0.001	11.2
Delta T	4.08	0.002	0.443	0.512	1.28	0.281	3.08	0.002	1.14

#### 4.1 Stadio di lattazione

Valori più significativi, in relazione allo stadio di lattazione, sono relativi all'attività, l'indice di calore, la temperatura normale, l'abbeverata, delta T e l'indice di ruminazione. I grafici che descrivono gli effetti dello stadio di lattazione sulle diverse variabili sono raggruppati nella figura 9. L'effetto dello stadio di lattazione sull'attività causa una diminuzione graduale fino a raggiungere la metà della lattazione per poi aumentare fino alla fine della lattazione (figura 9A). L'indice di calore aumenta raggiungendo il picco massimo intorno ai 90 giorni di lattazione, successivamente con l'aumentare dello stadio di lattazione diminuisce fino a diventare negativo (figura 9B). L'andamento della temperatura normale è simile a quello dell'attività ed è visibile in figura 9C, inizialmente cala raggiungendo il punto minimo tra i 150 e 210 giorni, negli stadi finali il valore aumenta. L'abbeverata all'aumentare dei giorni di lattazione ha un andamento lineare decrescente, con valori maggiori all'inizio e valori inferiori alla fine della lattazione (figura 9D). La curva dell'effetto dei diversi stadi di lattazione sul delta T è caratterizzata da un aumento dei valori fino ai 90 giorni, per poi diminuire progressivamente fino ad arrivare al termine della lattazione con il valore minimo (figura 9E). L'indice di ruminazione tende a crescere fino ai 270 giorni per poi diminuire notevolmente alla fine della lattazione, la rappresentazione grafica è rappresentata nella figura 9F.

Figura 9. Effetto dello stadio di lattazione in funzione delle diverse variabili misurate dei boli ruminali.

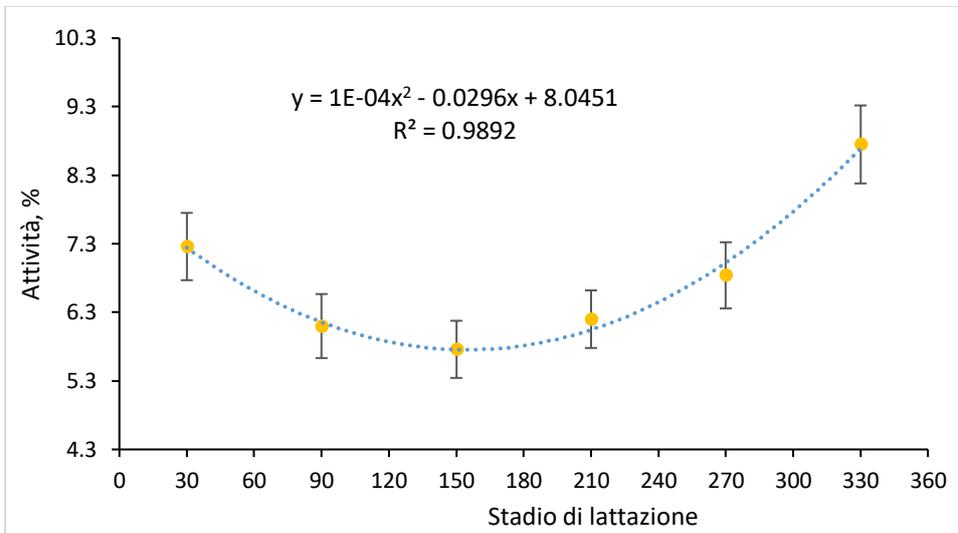


Figura 9A: Effetto dello stadio di lattazione sull'attività

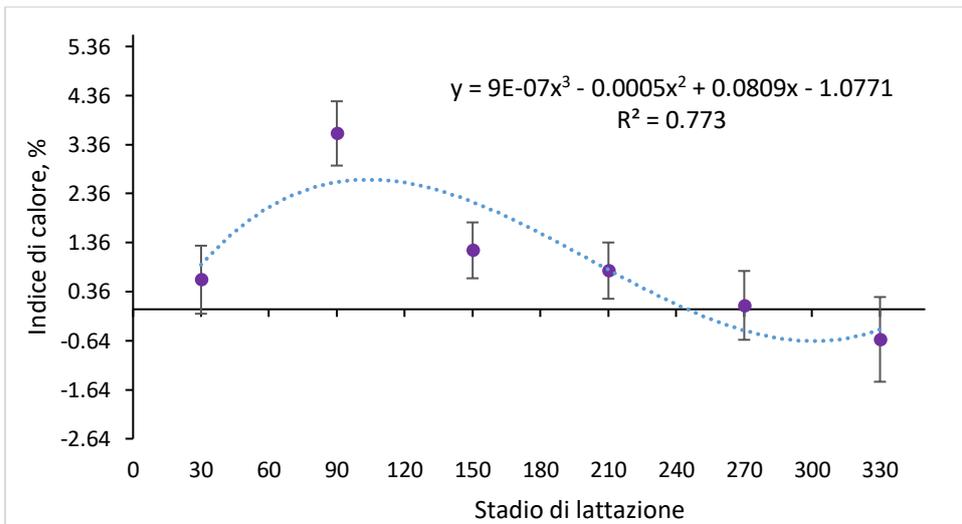


Figura 9B: Effetto dello stadio di lattazione sull'indice di calore

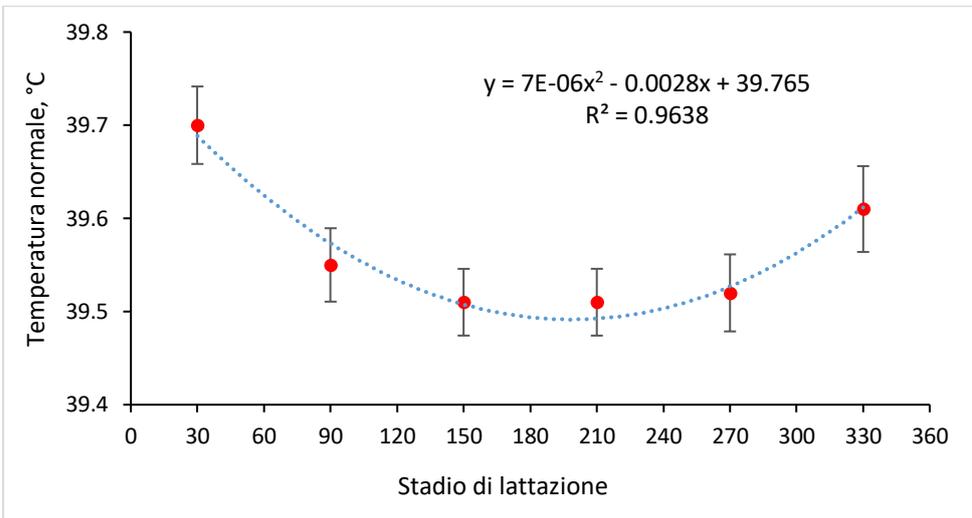


Figura 9C: Effetto dello stadio di lattazione sulla temperatura normale

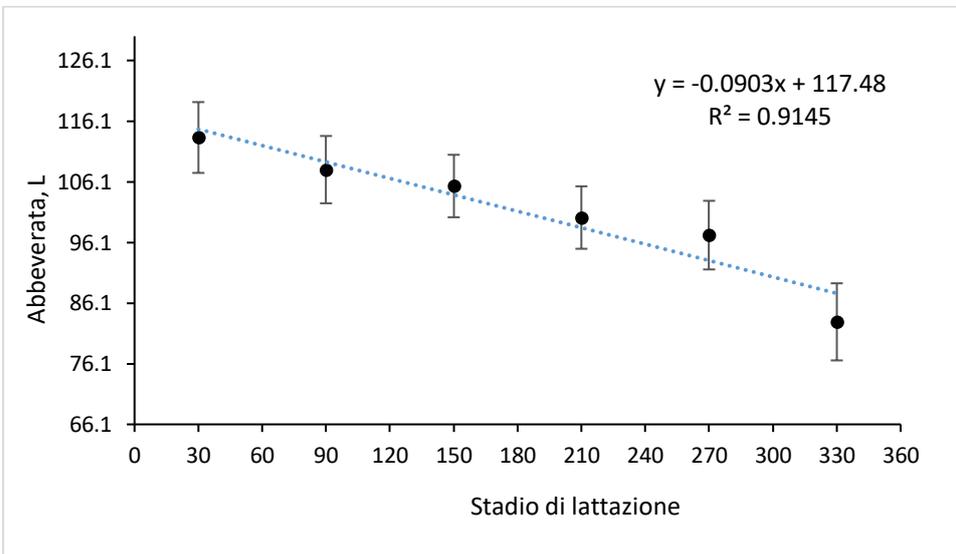


Figura 9D: Effetto dello stadio di lattazione sull'abbeverata

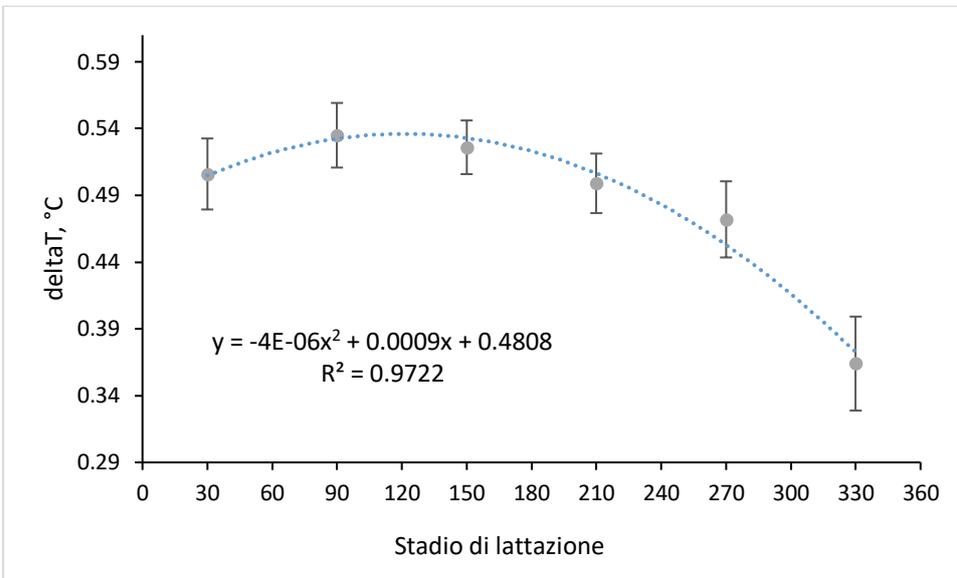


Figura 9E: Effetto dello stadio di lattazione sul delta T

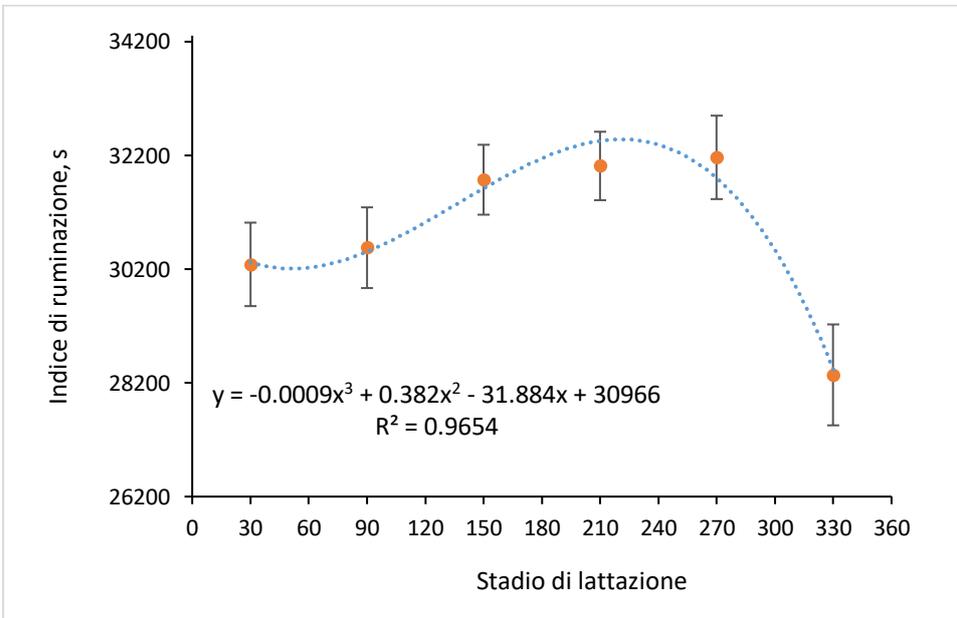


Figura 9F: Effetto dello stadio di lattazione sull'indice di ruminazione

## 4.2 Ordine di parto

Effetti più significativi sui valori misurati corrispondono alle misurazioni dell'attività e dell'indice di ruminazione. Gli effetti del diverso ordine di parto sulle due variabili significative sono rappresentati in figura 10. L'attività in bovine primipare è superiore rispetto ad animali che hanno partorito 2 o più volte (figura 10A). Allo stesso modo, anche i valori registrati dell'indice di ruminazione che sono rappresentati nella figura 10B, sono più elevati in vacche primipare rispetto alle pluripare

Figura 10. Effetto dell'ordine di parto in funzione delle diverse variabili misurate dai boli ruminali.

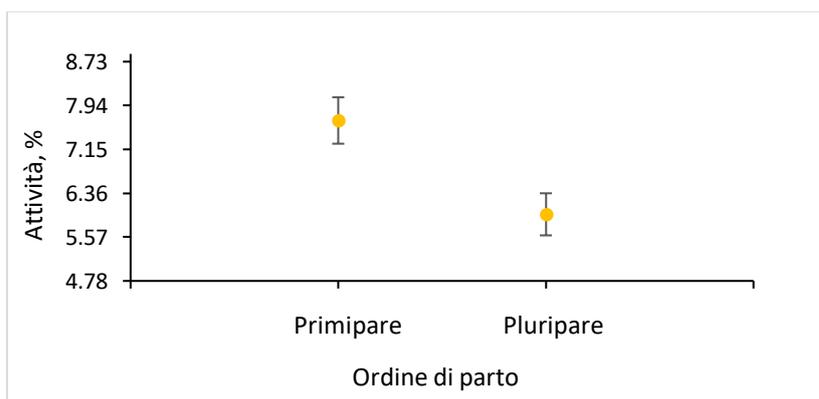


Figura 10A: Effetto dell'ordine di parto sull'attività

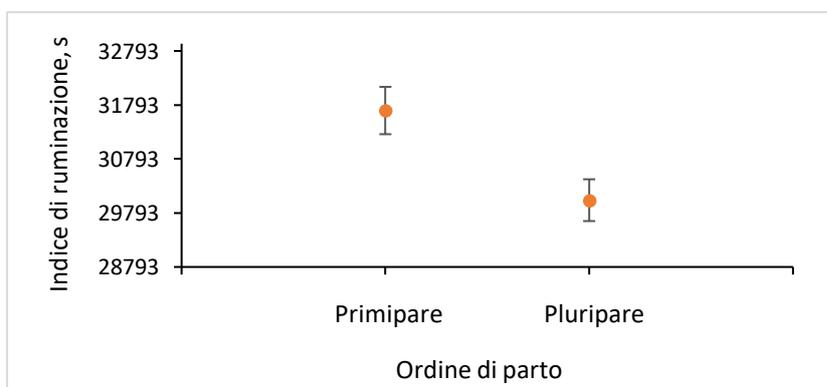


Figura 10B: Effetto dell'ordine di parto sull'indice di ruminazione

### *4.3 Livello di produzione di latte*

Il livello di produzione di latte è caratterizzato da valori più significativi relativi all'indice di ruminazione e della temperatura normale, seguono in ordine decrescente l'indice di calore, l'abbeverata, la temperatura senza cicli di abbeverata. Gli effetti dei diversi livelli di produzione sono raffigurati in figura 11. L'effetto del livello di produzione sull'indice di ruminazione ha un andamento crescente all'aumentare della produzione di latte, bovine appartenenti alla prima classe hanno valori di ruminazione minori rispetto alle altre classi con produzioni maggiori. Il secondo e terzo gruppo sono caratterizzati da valori vicini tra loro, mentre nelle vacche più produttive l'indice di ruminazione è maggiore (figura 11A). L'andamento della temperatura normale per i livelli di produzione, è caratterizzato da valori più elevati nelle prime tre classi mentre produzioni maggiori hanno valori di temperatura inferiori (figura 11B). L'indice di calore è più elevato nelle vacche con una produzione maggiore, il valore minimo è associato alla prima classe, l'andamento crescente è rappresentato in figura 11C. Il grafico relativo all'abbeverata ha un andamento decrescente ed è visibile nella figura 11D, bovine con produzioni inferiori hanno un'abbeverata maggiore rispetto ad animali più produttivi. L'effetto della temperatura senza i cicli di abbeverata per le 4 classi di produzione di latte è rappresentato da un andamento altalenante, la prima e la terza classe condividono lo stesso valore mentre la seconda e la quarta classe sono caratterizzate da valori vicini ma inferiori rispetto alle altre due (figura 11E).

Figura 11. Effetto del livello di produzione di latte in funzione delle diverse variabili misurate dai boli ruminali.

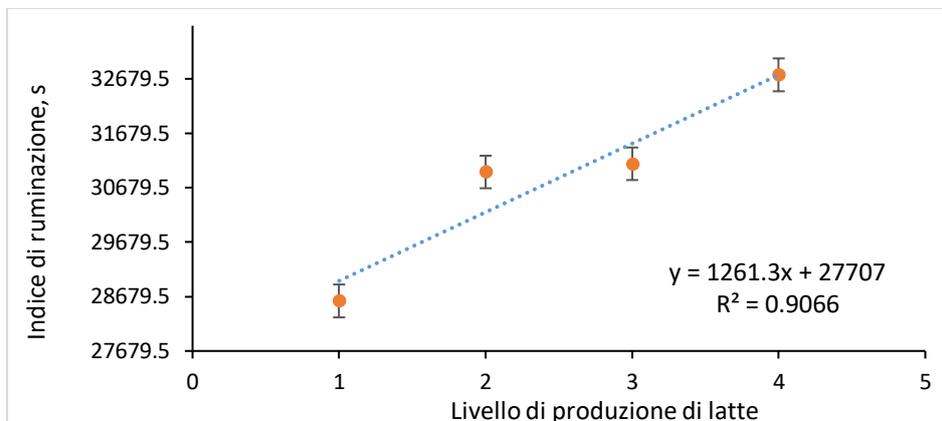


Figura 11A: Effetto del livello di produzione di latte sull'indice di ruminazione

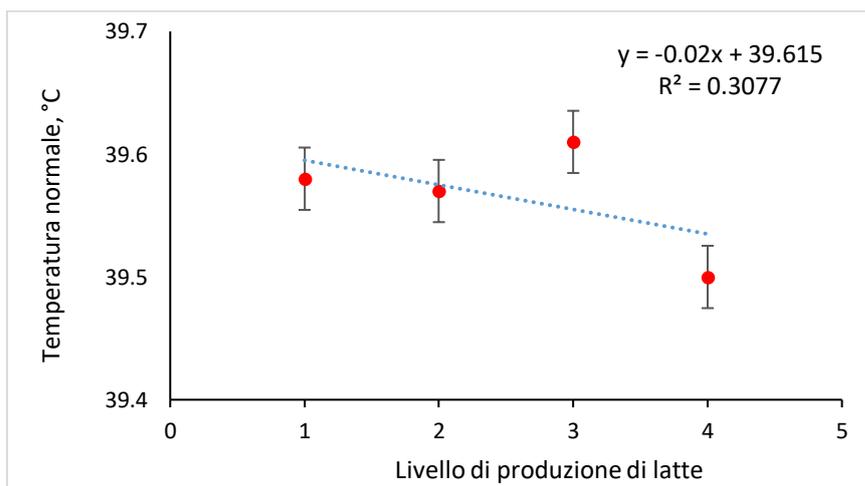


Figura 11B: Effetto del livello di produzione di latte sulla temperatura normale

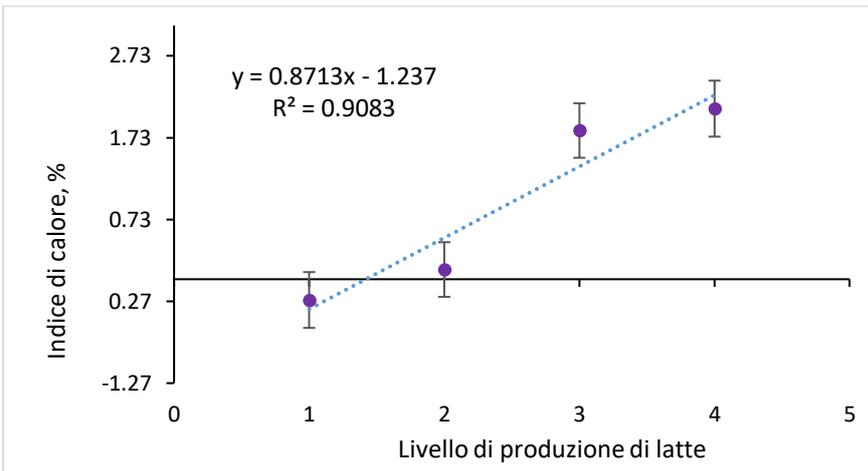


Figura 11C: Effetto del livello di produzione di latte sull'indice di calore

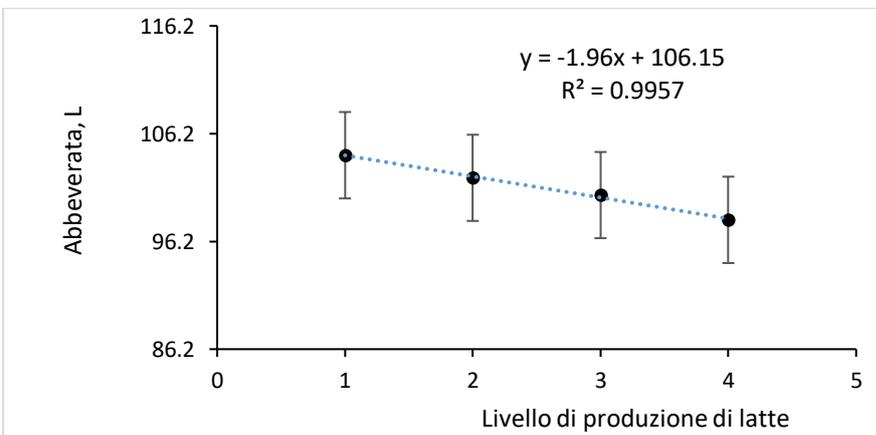


Figura 11D: Effetto del livello di produzione di latte sull'abbeverata

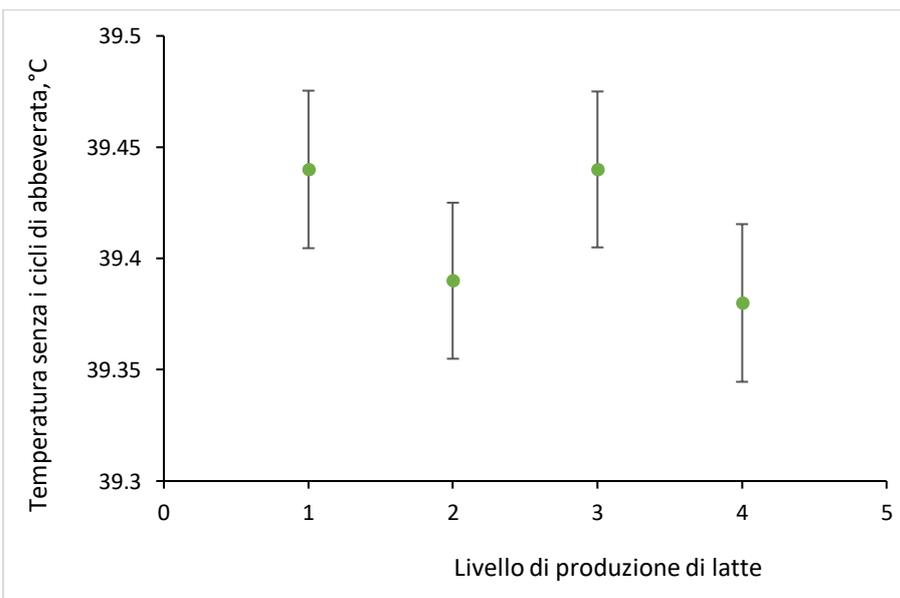


Figura 11E: Effetto del livello di produzione di latte sulla temperatura senza i cicli di abbeverata

#### 4.4 Mese/stagione dell'anno

Gli effetti del mese/stagione dell'anno sulle variabili misurate sono rappresentati in figura 12. La temperatura normale ha un andamento decrescente nel susseguirsi dei mesi, nei mesi più caldi è risultata più alta che nei mesi invernali (figura 12A). Al contrario l'indice di ruminazione è risultato crescente nel periodo tra il mese di giugno e di novembre, successivamente nel mese di dicembre è aumentato per poi calare negli ultimi due mesi della rilevazione, disegnando una curva dell'indice di ruminazione crescente rappresentato in figura 12B. L'effetto del mese sulla temperatura senza i cicli di abbeverata, figura 12C, ha causato un andamento decrescente come la temperatura normale, infatti nei mesi estivi della rilevazione è superiore mentre nei mesi invernali la temperatura è più bassa. L'abbeverata da parte dell'animale ha un andamento relativamente stabile con leggere fluttuazioni, nei mesi di dicembre e gennaio si notano valori leggermente più elevati (figura 12D). L'andamento dell'indice di calore durante i mesi dell'anno è caratterizzato da valori molto bassi nei mesi più caldi, successivamente nei mesi più freddi aumentano con un picco massimo nel mese di novembre, la rappresentazione grafica è raffigurata in figura 12E. La curva dell'attività ha un andamento decrescente, si evidenziano valori più elevati nei mesi estivi mentre dal mese di novembre fino a febbraio si verifica un calo dell'attività (figura 12F). In figura 12G è rappresentato l'effetto del mese sulla temperatura reale, l'andamento disegnato è simile alle curve di temperatura normale e temperatura senza cicli di abbeverata con una diminuzione di temperatura nei mesi invernali. La curva che descrive l'effetto sul delta T è rappresentata in figura 12H ed ha un andamento crescente, il picco massimo si verifica nel mese di dicembre.

Figura 12. Effetto del mese in funzione delle diverse variabili misurate dai boli ruminali.

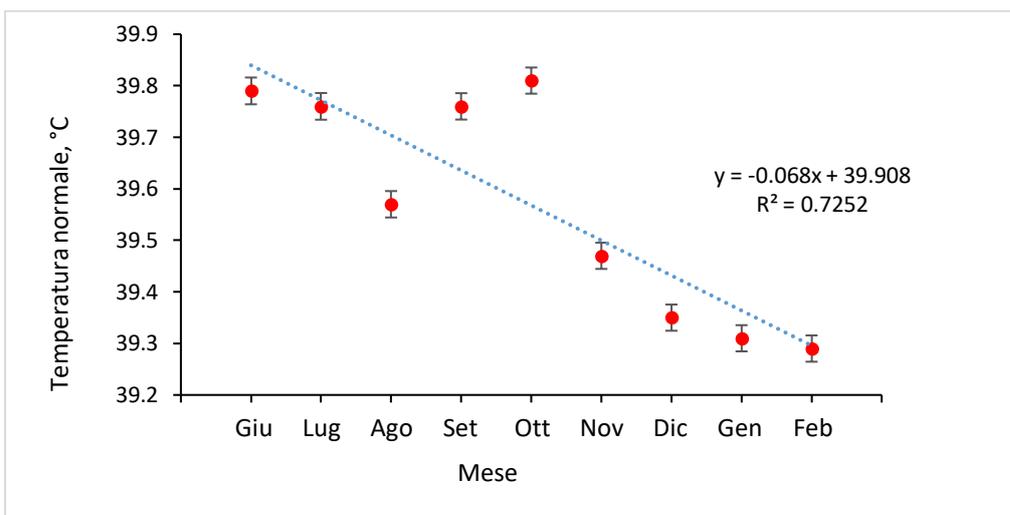


Figura 12A: Effetto del mese sulla temperatura normale

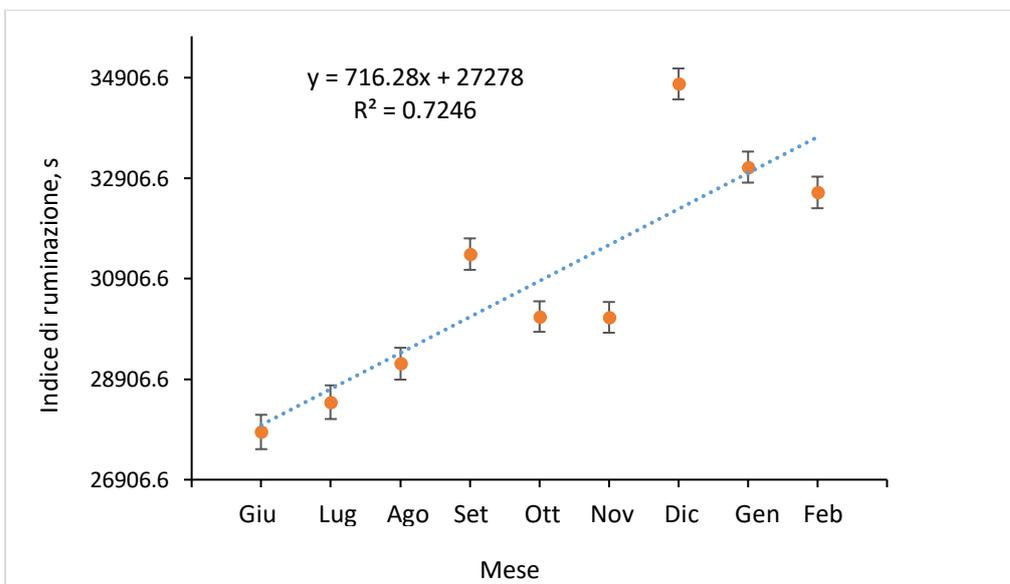


Figura 12B: Effetto del mese sull'indice di ruminazione

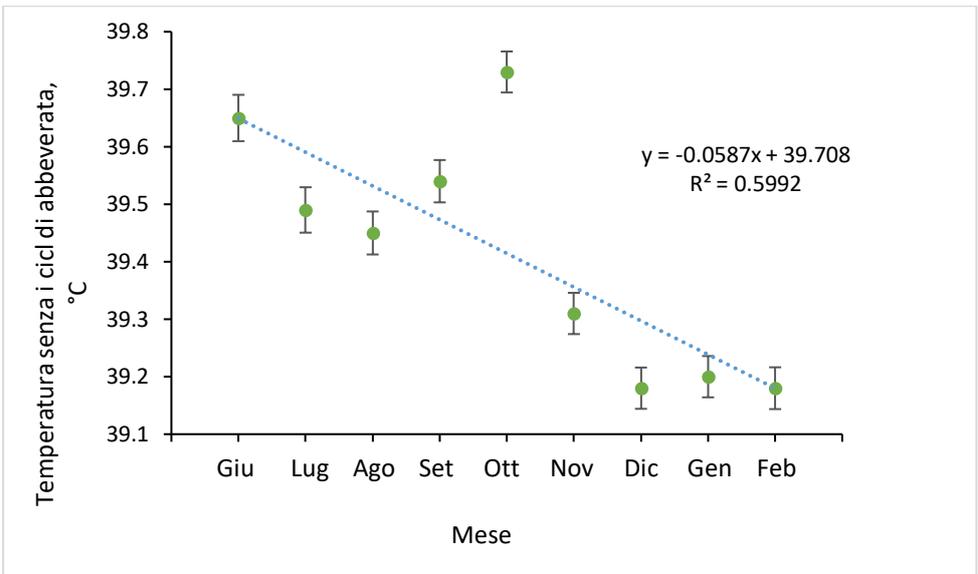


Figura 12C: Effetto del mese sulla temperatura senza i cicli di abbeverata

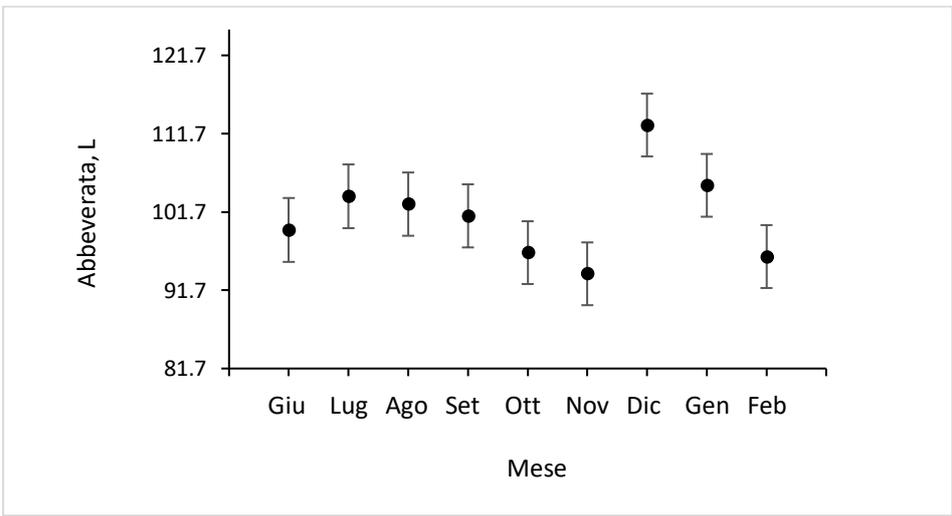


Figura 12D: Effetto del mese sull'abbeverata

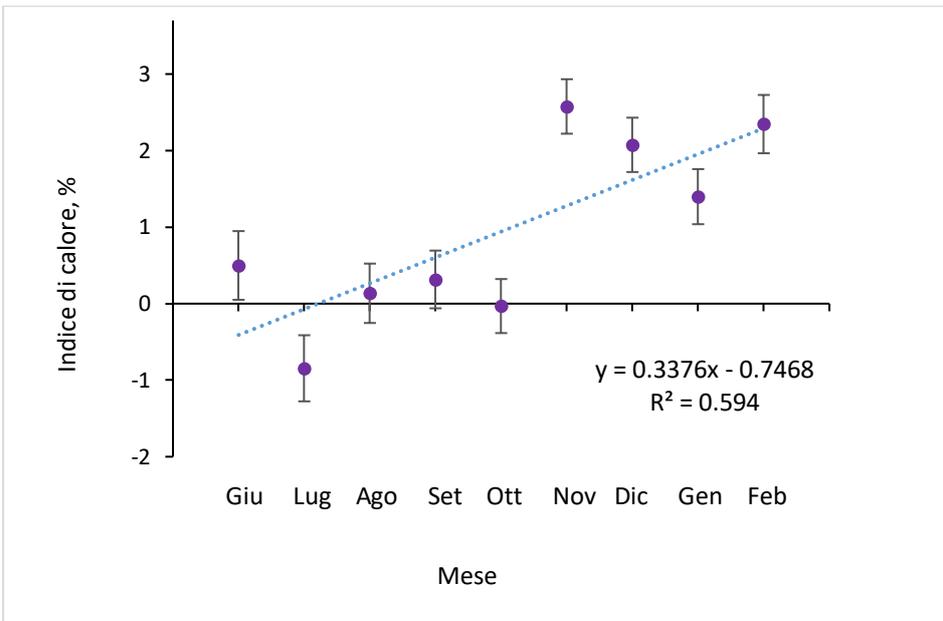


Figura 12E: Effetto del mese sull'indice di calore

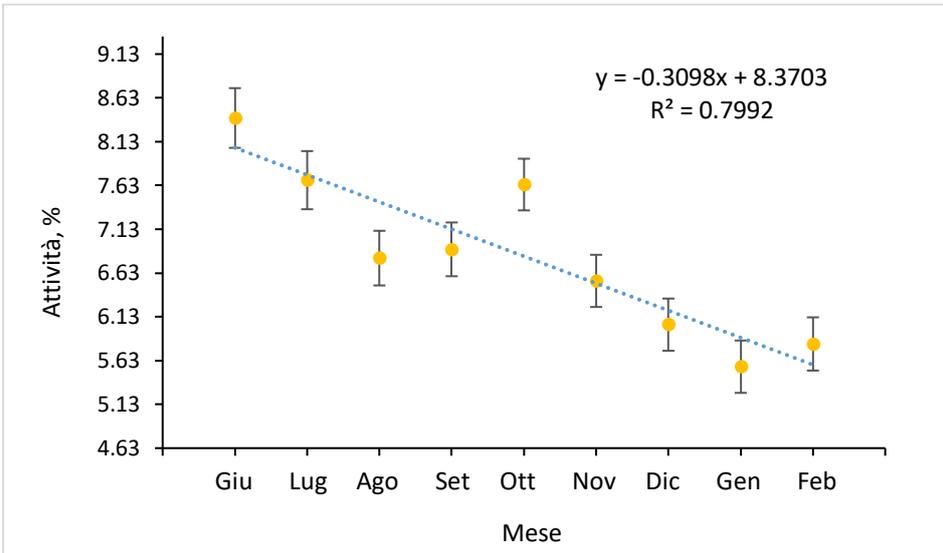


Figura 12F: Effetto del mese sull'attività

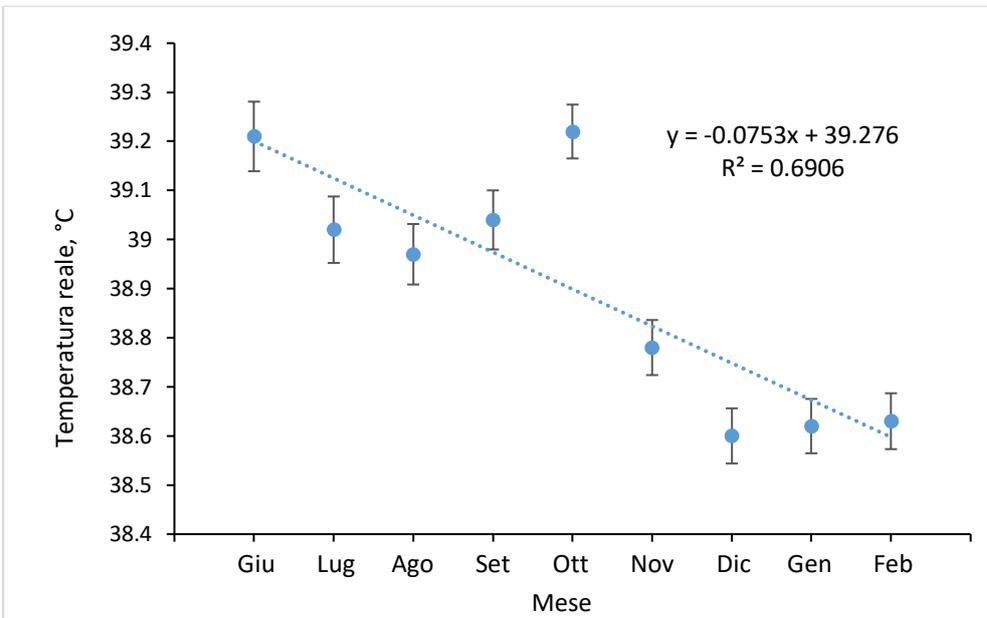


Figura 12G: Effetto del mese sulla temperatura reale

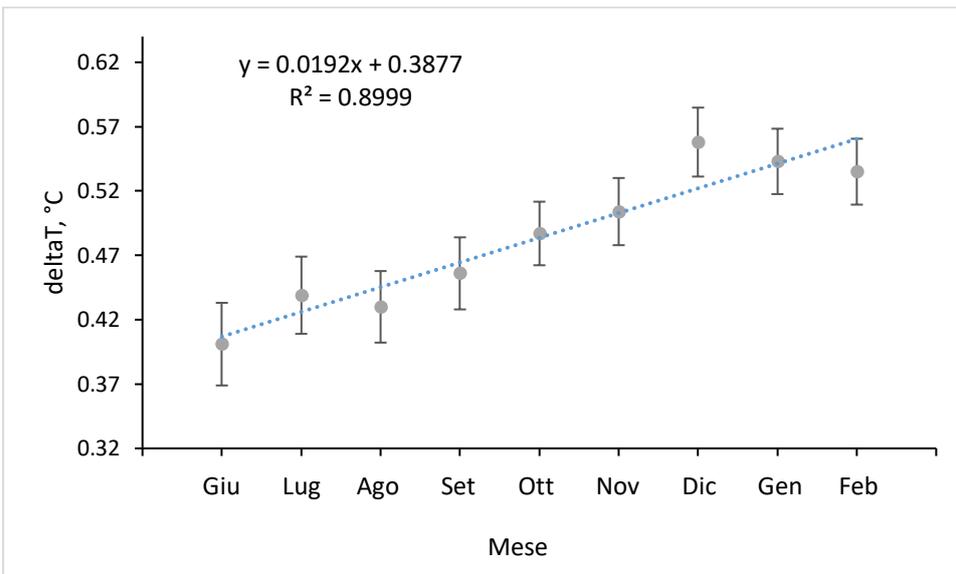


Figura 12H: Effetto del mese sul delta T

## *5. Discussione*

### *5.1 Stadio di lattazione*

I risultati ottenuti dall'effetto dello stadio di lattazione sull'attività mostrano un indice di attività elevato nei primi 60 giorni dopo il parto, mentre nelle fasi successive della lattazione l'attività diminuisce progressivamente. Questo tipo di comportamento è stato rilevato anche dallo studio di Brzozowska et al. (2014) nel quale si spiega che può essere causato dallo stato fisiologico della vacca dovuto al recupero dal parto, caratterizzato dall'aumento della produzione di latte, dal carico metabolico e dal disagio dato dalla mammella gonfia.

L'indice di calore durante la lattazione della vacca ha un picco intorno ai 90 giorni dopo il parto, questo risultato è in accordo con i risultati ottenuti dallo studio di Sartori et al. (2017) che riporta un intervallo tra il parto e il primo calore tra i 60 e gli 80 giorni. Solitamente il primo calore dopo il parto è difficile da individuare ed è definito calore silente, ossia vacche in estro che non manifestano i comportamenti tipici del calore (Fantini 2011).

Lo studio di Singh et al. (2022) descrive l'andamento dell'abbeverata durante i diversi stadi di lattazione ed è caratterizzato da un'assunzione di acqua massima fino a metà della lattazione, successivamente seguita da livelli relativamente stabili nei mesi seguenti per poi diminuire durante la tarda lattazione. Questo andamento è simile ai risultati ottenuti in questo studio dove l'abbeverata della bovina è relativamente costante durante la lattazione con un declino nell'ultimo stadio della stessa.

Moran J. (2005) e De Souza et al. (2019) hanno studiato come varia l'andamento della capacità di ingestione della bovina durante la lattazione. La curva della capacità di ingestione è coerente con i risultati ottenuti in questo studio sull'effetto dello stadio di lattazione

sull'indice di ruminazione. Dopo il parto la capacità di ingestione aumenta fino a 100-150 giorni per poi diminuire notevolmente ai 10 mesi dove, teoricamente, le vacche entrano nel periodo di asciutta e la capacità di ingestione si riduce.

## *5.2 Ordine di parto*

Il diverso ordine di parto ha un'influenza rilevante all'interno della mandria, diversi articoli scientifici hanno studiato i differenti comportamenti sociali e le interazioni tra vacche primipare e pluripare. Foris et al. (2020) e Proudfoot et al. (2022) spiegano che le bovine alla prima lattazione risentono di più della "competizione" in quanto sono più giovani, più piccole e di uno stato sociale inferiore rispetto agli animali più anziani.

Il risultato ottenuto da questo studio dell'effetto dell'ordine di parto sull'attività mostra un indice di attività superiore per le primipare rispetto alle pluripare. Lo studio di Brzowska (2014) e Neave et al. (2017) hanno ottenuto risultati compatibili: le bovine con due o più lattazioni trascorrono più tempo sdraiate rispetto alle vacche primipare caratterizzate da una frequenza maggiore ma con tempi più brevi. L'attività maggiore delle primipare è stata confermata solo dai tempi diversi di riposo più brevi e frequenti rispetto a bovine con più lattazioni e con un'età più avanzata.

L'indice di ruminazione per diverso ordine di parto è risultato superiore per le vacche primipare. Gli studi presenti in letteratura di Neave et al. (2017), ed Azizi et al. (2009) riportano un comportamento nell'alimentazione che può essere confrontato con i risultati che abbiamo ottenuto. Secondo gli studi precedenti vacche pluripare hanno una capacità di ingestione maggiore rispetto alle primipare nelle prime settimane dopo il parto, nonostante quest'ultime abbiano una maggiore frequenza di pasti impiegando tempi più elevati. Questo potrebbe

essere dovuto dalla differenza di età, di sviluppo e di voluminosità del rumine tra le due classi. A fronte di queste differenze le vacche primipare necessitano di mangiare più frequentemente ed avere un tempo di ruminazione maggiore per sostenere gli sforzi energetici della produzione di latte.

### *5.3 Livello di produzione di latte*

In letteratura sono presenti alcuni studi che hanno esaminato il comportamento alimentare delle vacche durante la lattazione in correlazione con il livello produttivo. Gli studi di Dado e Allen (1994) e Azizi et al. (2009) hanno rilevato che animali con elevate produzioni di latte sono caratterizzati da una capacità di ingestione maggiore e un tempo di ruminazione superiore. I risultati da noi ottenuti sono compatibili con gli studi precedenti in quanto abbiamo ottenuto un indice di ruminazione più elevato per animali con maggiore produzione rispetto a bovine con produttività inferiore.

I diversi livelli di produzione di latte hanno un effetto sulla temperatura corporea: lo studio di West (2003) descrive che un aumento di un'unità del THI comporta una riduzione della produzione di latte di 0,32 kg mentre un aumento di 0,55°C della temperatura corporea riduce la produzione fino a 1,8 kg. I risultati ottenuti in questo studio confermano la letteratura precedente, le vacche con produzioni minori sono caratterizzate da una temperatura maggiore rispetto ad animali più produttivi caratterizzati da temperature minori.

La curva di lattazione di una vacca da latte raggiunge il suo picco di produzione tra le 4 e le 8 settimane (Silvestre et al. 2009). I grafici ottenuti dell'effetto del livello di produzione sull'indice di calore mostrano un aumento dell'indice aumentando la produzione. Studi presenti in letteratura riportano che il primo calore dopo il parto si manifesta intorno ai 60

giorni (Sartori et al. 2017). L'intervallo di tempo tra il parto e il primo calore è compatibile con il picco della curva di lattazione. Quindi l'andamento dell'effetto del livello di produzione sull'indice calore ottenuto da questo studio può essere spiegato dalla manifestazione del primo calore durante il picco di produzione. Per questo, vacche con una produzione maggiore hanno un indice di calore più elevato.

I risultati ottenuti da questo studio sull'effetto del livello di produzione sull'abbeverata sono compatibili con lo studio di Kramer et al. (2008) dove la quantità di acqua assunta per la produzione di latte è risultata quasi costante. Uno studio di Golher et al. (2020) ha compreso i fattori che influenzano l'abbeverata nelle vacche da latte, la quantità di acqua di abbeverata nelle vacche in lattazione può variare a seconda della produzione di latte, della gravidanza e della temperatura ambientale. L'ingestione di sostanza secca e l'abbeverata sono correlate positivamente, le bovine con produzioni più elevate sono caratterizzate da una maggiore ingestione di sostanza secca e quindi di assunzione di acqua.

#### 5.4 Mese/stagione dell'anno

I grafici che rappresentano l'effetto del mese dell'anno sulle tre temperature misurate sono tutti accomunati da valori più elevati nei mesi estivi e più bassi nei mesi invernali. Questo può essere causato dall'effetto che ha la temperatura ambientale sull'animale. Gli studi presenti in letteratura di Liang et al. (2013) e Isola et al. (2020) confermano le variazioni della temperatura corporea a seconda del periodo dell'anno in cui si effettuano le rilevazioni, nelle stagioni più calde la temperatura corporea è maggiore rispetto alle stagioni più fredde. Nel mese di ottobre la temperatura e l'indice di attività sono risultati più alti rispetto ad altri mesi.

Questa deviazione può essere dovuta al fatto che in quel mese sono stati eseguiti lavori di ammodernamento nella stalla (cucette, passaggi e abbeveratoi).

Gli effetti del mese sull'indice di ruminazione ottenuti nel nostro studio sono in accordo con lo studio di Brobeck (1948) in cui è descritto il concetto, ormai da tempo consolidato, che le variazioni dell'assunzione di cibo sono risposte termoregolatorie applicate dalla bovina. Durante le stagioni con temperature più elevate il tempo di ruminazione è minore così come il tempo trascorso a mangiare Toledo et al. (2023). Le variazioni della capacità di ingestione dipendono dal fabbisogno di calore dell'animale per mantenere una temperatura corporea stabile (Brobeck 1948): nelle stagioni estive la capacità di ingestione è ridotta per ridurre la produzione di calore metabolico, al contrario nelle stagioni invernali l'ingestione è maggiore.

I risultati ottenuti in questo studio sull'abbeverata nei diversi mesi dell'anno mostrano un andamento quasi costante ma con un leggero incremento nei mesi più freddi. In letteratura sono presenti diversi studi che hanno analizzato il comportamento dell'abbeverata delle vacche da latte. Fu et al. (2022) ha rilevato l'influenza della temperatura ambientale sull'assunzione di acqua, le basse temperature influiscono negativamente sulla quantità di acqua di abbeverata. L'incremento dell'abbeverata osservato nei mesi invernali può essere spiegato dalla correlazione positiva che lega la capacità di ingestione e la capacità di abbeverata della bovina (Golher et al. 2020).

Diversi studi hanno dimostrato che la rilevazione dei calori è condizionata dalle condizioni climatiche, Allen et al. (2015) ha dimostrato che una temperatura corporea più elevata, causata dallo stress da caldo, altera l'indice di attività nelle vacche da latte e di conseguenza la rilevazione dell'indice di calore. Pennington et al. (1985) e Schüller et al. (2017) hanno riscontrato che nelle stagioni più calde e lo stress da caldo riducono le manifestazioni tipiche del comportamento estrale rendendolo meno evidente. I dati ottenuti da questo studio

confermano il comportamento descritto in letteratura, la rilevazione dell'indice di calore attraverso i boli è risultata minore nei mesi più caldi dell'anno rispetto ai mesi più freddi.

Lo stress da caldo e le temperature più calde influiscono sull'indice di attività delle vacche da latte (Toledo et al. 2023). I risultati ottenuti dell'effetto del mese sull'attività mostrano un'attività maggiore nei mesi estivi, questo comportamento è dato dall'aumento del numero di passi in estate dimostrato dallo studio di Brzozowska (2014). Cook (2003) e Antanaitis et al. (2023) hanno riscontrato precedentemente che l'indice THI è correlato all'attività degli animali, le vacche aumentano la loro attività all'aumentare del THI.

## *6. Conclusione*

I boli ruminanti sono dispositivi di monitoraggio che si sono rivelati molto utili ed efficaci nella gestione di tutti i giorni in azienda, consentono il controllo di diversi parametri della bovina in tempo reale e su un qualsiasi dispositivo mobile. L'obiettivo di questo studio era quello di verificare gli effetti delle fonti di variazione individuali e ambientali sui parametri rilevati dai boli. I risultati ottenuti, dopo l'analisi statistica, hanno dimostrato un'influenza significativa del mese dell'anno e del livello di produzione sui diversi parametri misurati in particolare sulla temperatura corporea e sull'indice di ruminazione. Mentre lo stadio di lattazione e l'ordine di parto hanno prodotto un effetto meno significativo sulle variabili misurate. Tuttavia i risultati ottenuti in questo studio non sono stati sufficienti per comprendere completamente gli effetti delle fonti di variazione sui diversi parametri rilevati dai boli ruminanti. Nei prossimi anni ci aspettiamo che vengano effettuati altri studi per approfondire gli argomenti descritti in questo studio.



## *Bibliografija*

Allen J.D., Hall L.W., Collier R.J., Smith J.F., Effect of core body temperature, time of day, and climate conditions on behavioral patterns of lactating dairy cows experiencing mild to moderate heat stress, *Journal of Dairy Science*, Volume 98, Issue 1, 2015, Pages 118-127, ISSN 0022-0302, <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7704>.

Antanaitis R, Džermeikaitė K, Bepalovaitė A, Ribelytė I, Rutkauskas A, Japertas S, Baumgartner W. Assessment of Ruminating, Eating, and Locomotion Behavior during Heat Stress in Dairy Cattle by Using Advanced Technological Monitoring. *Animals*. 2023; 13(18):2825. <https://doi.org/10.3390/ani13182825>

Antanaitis R, Žilaitis V, Juozaitiene V, Stoškus R. Usefulness of Acidity and Temperature of the Rumen and Abomasum in Diagnosing SARA in Dairy Cows after Calving. *Pol J Vet Sci*. 2016 Sep 1;19(3):553-558

Antanaitis, R.; Džermeikaite, K.; Šimkutė, A.; Girdauskaite, A.; Ribelytė, I.; Anskiene, L. Use of Innovative Tools for the Detection of the Impact of Heat Stress on Reticulorumen Parameters and Cow Walking Activity Levels. *Animals* 2023, 13, 1852

Azizi O., Kaufmann O., Hasselmann L., Relationship between feeding behaviour and feed intake of dairy cows depending on their parity and milk yield, *Livestock Science*, Volume 122, Issues 2–3, 2009, Pages 156-161

Bar D., Kaim M., Flamenbaum I., Hanochi B., Toaff-Rosenstein, R.L., 2019. Accelerometerbased recording of heavy breathing in lactating and dry cows as an automated measure of heat load. *Journal of Dairy Science* 102, 3480–3488

Beauchemin, K.A., 2018. Invited review: current perspectives on eating and rumination activity in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 101, 4762–4784

Bewley J.M., Grott M.W., Einstein M.E., Schutz M.M., Impact of Intake Water Temperatures on Reticular Temperatures of Lactating Dairy Cows, *Journal of Dairy Science*, Volume 91, Issue 10, 2008, Pages 3880-3887

Brobeck JR. Food intake as a mechanism of temperature regulation. *Yale J Biol Med.* 1948 Jul;20(6):545-52. PMID: 18872321; PMCID: PMC2602369.

Brzozowska A., Łukaszewicz M., Sender G., Kolasińska D., Oprządek J., Locomotor activity of dairy cows in relation to season and lactation, *Applied Animal Behaviour Science*, Volume 156, 2014, Pages 6-11, ISSN 0168-1591, <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.04.009>.

Capuzzello G, Viora L, Borelli E and Jonsson NN (2023). Evaluation of an indwelling bolus equipped with a triaxial accelerometer for the characterisation of the diurnal pattern of bovine reticuloruminar contractions. *Journal of Dairy Research* 90, 9–15

Cook NB. Prevalence of lameness among dairy cattle in Wisconsin as a function of housing type and stall surface. *J Am Vet Med Assoc.* 2003 Nov 1;223(9):1324-8. doi: 10.2460/javma.2003.223.1324. PMID: 14621222.

Crowe M.A., Hostens M., Opsomer G., 2018. Reproductive management in dairy cows - the future. *Ir. Vet. J.* 71

Dado R.G, Allen M.S., Variation in and Relationships Among Feeding, Chewing, and Drinking Variables for Lactating Dairy Cows, *Journal of Dairy Science*, Volume 77, Issue 1, 1994, Pages 132-144, ISSN 0022-0302, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)76936-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)76936-8).

De Souza R.A., Tempelman R.J., Allen M.S., VandeHaar M.J., Updating predictions of dry matter intake of lactating dairy cows, *Journal of Dairy Science*, Volume 102, Issue 9, 2019, Pages 7948-7960

Dominiak, K.N. Kristensen, A.R. Prioritizing alarms from sensor-based detection models in livestock production - A review on model performance and alarm reducing methods (2017) *Computers and Electronics in Agriculture*, 133, pp. 46 – 67

Fantini Alessandro, “Il comportamento estrale”, *Professione allevatore*, Volume 59, Aprile 2011, pp. 58-59 [Pa interno Pa interno 06-08 \(ruminantia.it\)](#)

Foris B, von Keyserlingk MAG, Weary DM. Competition Strategies of Metritic and Healthy Transition Cows. *Animals*. 2020; 10(5):854. <https://doi.org/10.3390/ani10050854>

Fu X., Zhang Y., Zhang Y.G., Yin Y.L., Yan S.C., Zhao Y.Z., Shen W.Z., Research and application of a new multilevel fuzzy comprehensive evaluation method for cold stress in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, Volume 105, Issue 11, 2022, Pages 9137-9161, ISSN 0022-0302, <https://doi.org/10.3168/jds.2022-21828>.

Golher DM, Patel BHM, Bhoite SH, Syed MI, Panchbhai GJ, Thirumurugan P. Factors influencing water intake in dairy cows: a review. *Int J Biometeorol*. 2021 Apr;65(4):617-625. doi: 10.1007/s00484-020-02038-0. Epub 2020 Nov 3. PMID: 33145618.

Hansen M.F., Smith M.L., Smith L.N., Abdul Jabbar K., Forbes D., Automated monitoring of dairy cow body condition, mobility and weight using a single 3D video capture device. *Comput. Ind.* 98, 14–22, 2018

Isola J.V.V., Menegazzi G., Busanello M., dos Santos S.B., Agner H.S.S., Sarubbi J., Differences in body temperature between black-and-white and red-and-white Holstein cows reared on a

hot climate using infrared thermography, *Journal of Thermal Biology*, Volume 94, 2020, 102775, ISSN 0306-4565, <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102775>.

Ji B., Banhazi T., Wang C., Li B., 2017. PLF technologies: model development for solving heat stress problems on dairy farms. Conference of the 8th European Conference on Precision Livestock Farming, 12–14th of September 2017, Nantes, France

Kanjanapruthipong J., Junlapho W., Karnjanasirm K., Feeding and lying behavior of heat-stressed early lactation cows fed low fiber diets containing roughage and nonforage fiber sources, *Journal of Dairy Science*, Volume 98, Issue 2, 2015, Pages 1110-1118

Kramer E., Stamer E., Mahlkow K., Lüpping W., Krieter J., Relationship between water intake, dry matter intake and daily milk yield on a German research farm, *Livestock Science*, Volume 115, Issue 1, 2008, Pages 99-104, ISSN 1871-1413, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.01.008>.

Levit H., Pinto S., Amon T., Gershon E., Kleinjan-Elazary A., Bloch V., Ben Meir Y.A., Portnik Y., Jacoby S., Arnin A., Miron J., Halachmi I., Dynamic cooling strategy based on individual animal response mitigated heat stress in dairy cows, *animal*, Volume 15, Issue 2, 2021

Liang D., Wood C.L., McQuerry K.J., Ray D.L., Clark J.D., Bewley J.M., Influence of breed, milk production, season, and ambient temperature on dairy cow reticulorumen temperature, *Journal of Dairy Science*, Volume 96, Issue 8, 2013, Pages 5072-5081, ISSN 0022-0302, <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6537>.

Lovarelli D, Bacenetti J, Guarino M, A review on dairy cattle farming: Is precision livestock farming the compromise for an environmental, economic and social sustainable production, *Journal of Cleaner Production* (2020)

Mader T. L., Davis M. S. & Gaughan J. B. (2007). Effect of sprinkling on feedlot microclimate and cattle behavior. *Int J Biometeorol* 51(6): 541- 551

Mayo L.M., Silvia W.J., Ray D.L., Jones B.W., Stone A.E., Tsai I.C., Clark J.D., Bewley J.M., Heersche G., Automated estrous detection using multiple commercial precision dairy monitoring technologies in synchronized dairy cows, *Journal of Dairy Science*, Volume 102, Issue 3, 2019, Pages 2645-2656

Molfino J., Clark C.E.F., Kerrisk K.L., Garcíá S.C., 2017. Evaluation of an activity and rumination monitor in dairy cattle grazing two types of forages. *Anim. Prod. Sci.* 57, 1557–1562

Moran, John. (2005). *Tropical Dairy Farming: Feeding Management for Small Holder Dairy Farmers in the Humid Tropics*. 10.1071/9780643093133

Muller C.J., Botha J.A., & Smith W. 1994. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in South Africa. 1. Feed and water intake, milk production and milk composition. *South African Journal of Animal Science*, 24, 49-55

Neave H.W., Lomb J., von Keyserlingk M.A.G., Behnam-Shabahang A., Weary D.M., Parity differences in the behavior of transition dairy cows, *Journal of Dairy Science*, Volume 100, Issue 1, 2017, Pages 548-561

Pazzona A., Chessa G., (2015). *Il ruolo dei sensori nella zootecnia di precisione per il benessere animale e la sostenibilità ambientale*, in *Atti della Accademia dei Georgofili*, Firenze, Società Editrice Fiorentina, 2017, 210-233

Pennington J.A., Albright J.L., Diekman M.A., Callahan C.J., Sexual Activity of Holstein Cows: Seasonal Effects, *Journal of Dairy Science*, Volume 68, Issue 11, 1985, Pages 3023-3030, ISSN 0022-0302

Proudfoot Kathryn L., Huzzey Juliana M., A first time for everything: The influence of parity on the behavior of transition dairy cows\* \*Presented as part of the Animal Behavior and Well-Being Symposium: Associations of Cow and Worker Welfare held at the ADSA Annual Meeting, June 2022., JDS Communications, Volume 3, Issue 6, 2022, Pages 467-471, ISSN 2666-9102, <https://doi.org/10.3168/jdsc.2022-0290>.

Sartori R., Pursley J.R., Wiltbank M.C., The estrous cycle of heifers and lactating dairy cows: Ovarian and hormonal dynamics and estrous cycle abnormalities in “*Large Dairy Herd Management*” 2017, 489-502

Schüller LK, Michaelis I, Heuwieser W. Impact of heat stress on estrus expression and follicle size in estrus under field conditions in dairy cows. *Theriogenology*. 2017 Oct 15;102:48-53. doi: 10.1016/j.theriogenology.2017.07.004. Epub 2017 Jul 10. PMID: 28743027.

Silva F.G.; Conceição C.; Pereira A.M.F.; Cerqueira J.L.; Silva, S.R. Literature Review on Technological Applications to Monitor and Evaluate Calves' Health and Welfare. *Animals* 2023, 13, 1148

Silvestre A.M., Martins A.M., Santos V.A., Ginja M.M., Colaço J.A., Lactation curves for milk, fat and protein in dairy cows: A full approach, *Livestock Science*, Volume 122, Issues 2–3, 2009, Pages 308-313, ISSN 1871-1413, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.09.017>.

Singh AK, Bhakat C, Singh P. A review on water intake in dairy cattle: associated factors, management practices, and corresponding effects. *Trop Anim Health Prod*. 2022 Mar 31;54(2):154. doi: 10.1007/s11250-022-03154-2. PMID: 35359163.

Sleptsov, I.I., Martynov, A.A., & Vasiliev, Y. (2021). Introduction of digital technologies in beef breeding of the Republic of Sakha (Yakutia) on the use of smaXtec internal monitoring system

for kalmyk bulls autumn fattening. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 659.

Todde G.; Caria M.; Gambella F.; Pazzona A. Energy and Carbon Impact of Precision Livestock Farming Technologies Implementation in the Milk Chain: From Dairy Farm to Cheese Factory. *Agriculture* 2017, 7, 79

Toledo I.M., Casarotto L.T., Dahl G.E., Seasonal effects on multiparous dairy cow behavior in early lactation, *JDS Communications*, 2023, ISSN 2666-9102, <https://doi.org/10.3168/jdsc.2022-0358>.

Tufarelli V.; Puvačca N.; Glamočič D.; Pugliese G.; Colonna M.A. The Most Important Metabolic Diseases in Dairy Cattle during the Transition Period. *Animals* 2024, 14, 816

Tullo E., Finzi A., Guarino M., Review: Environmental impact of livestock farming and Precision Livestock Farming as a mitigation strategy, *Science of The Total Environment*, Volume 650, Part 2, 2019, Pages 2751-2760

Verde M.T., Matera R., Bonavolonta F., Lamonaca F., Angrisani L., Fezza C., Borzacchiello L., Cotticelli A., Neglia G. Comparative performance analysis between two different generations of an automatic milking system (2023) *Acta IMEKO*, 12 (4), art. no. 40

Wang, W., Li, C., Wang, W., Jiang, H., 2017. Innovation, practical benefits and prospects for the future development of automatic milking systems. *Front. Agric. Sci. Eng.* 4, 37–47

West J.W., Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle, *Journal of Dairy Science*, Volume 86, Issue 6, 2003, Pages 2131-2144, ISSN 0022-0302, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73803-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X).

## *Ringraziamenti*

Non è facile citare e ringraziare in poche righe tutte le persone che hanno contribuito alla nascita e allo sviluppo di questo elaborato: chi con una collaborazione costante, chi con un supporto morale, chi con consigli e suggerimenti o solo con parole di incoraggiamento.

Innanzitutto desidero ringraziare chi mi ha guidato nell'ultima fase del mio percorso universitario il Professor Stefano Schiavon. In particolare per avermi fatto appassionare ai temi affrontati durante le sue lezioni a tal punto da approfondirli ulteriormente. Un caro ringraziamento alla Dott.ssa Diana Giannuzzi e al Dott. Alessandro Toscano che, fin da subito, si sono dimostrati disponibili e interessati, guidandomi con le giuste indicazioni verso la stesura di questo elaborato.

Un ringraziamento speciale a Laura Maccarana per aver riposto in me una gran fiducia fin dal primo momento, per avermi trasmesso le conoscenze di cui avevo bisogno e la passione che spronerà anche il mio futuro.

Grazie a mamma e papà che mi hanno sostenuto e appoggiato da sempre con la loro costante dedizione nel rendermi felice, per la stima che mi hanno dimostrato e che mi ha stimolato ad andare avanti. Senza i vostri insegnamenti non sarei ciò che sono oggi, spero di avervi resi orgogliosi di me.

Grazie ai nonni, quelli presenti Leonardo e Agnese e a quelli che avrebbero voluto sicuramente esserci Galdino e Francesca.

Grazie agli zii, che mi stanno vicino e che con frasi motivazionali mi spronano a fare del mio meglio.

Un particolare ringraziamento va a Roberta, la mia spalla, che sei riuscita a diventare un pezzo importante o meglio fondamentale del puzzle della mia vita e del mio percorso universitario. Grazie per aver condiviso ogni istante, dal più bello al più brutto, da un'allegra serata insieme a quei giorni frenetici prima di un esame. Vorrei ringraziarti ulteriormente per avermi insegnato a prendersi cura di una persona senza aspettarsi nulla, ma solo per il semplice piacere di donare del tempo e affetto. Grazie per avermi accompagnato in questo percorso universitario condividendo e capendo ogni momento, ogni gioia e ogni sconfitta essendo entrambi nella stessa barca. Mi verrebbe da dire che dopo tutte le volte che mi hai aiutato negli studi, forse, meriteresti anche tu una laurea in scienze e tecnologie agrarie, oltre che una laurea ad honorem in psicologia. Grazie per essere qui oggi, sono grato e fortunato di condividere con te questo momento e traguardo rilevante. Sono fortunato ad averti!

Grazie al mio migliore amico Pippo, che da quando ci conosciamo condividiamo momenti importanti ma soprattutto divertenti che ricorderò per sempre. Grazie ai tuoi consigli che si rivelano sempre efficaci, per avermi insegnato a pormi degli obiettivi e a raggiungerli sia in ambito professionale che nella vita di tutti i giorni rappresentando per me un grande esempio. Anche se a volte ti sembra che io sia di poche parole sei una presenza fondamentale di cui non posso fare a meno.

Grazie ai miei compagni di squadra, Fede, Riccio, Boldo e Pietro. Siete diventati amici importantissimi, non solo in campo ma anche fuori. Nonostante siano cambiate molte cose in questi anni, la nostra amicizia e il bene che ci lega non è mai cambiato e spero non cambi mai.

