

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute

Corso di laurea magistrale a ciclo unico in
MEDICINA VETERINARIA

STUDIO DEI FATTORI CONDIZIONANTI L'INSORGENZA DI
PATOLOGIE NEL POST - PARTO NELLA VACCA DA LATTE:
ANALISI DEL RISCHIO
DI VARIABILI METABOLICHE E ALIMENTARI

Relatore: Prof. Giorgio Marchesini
Correlatore: Prof. Igino Andrighetto

Laureanda Serena Menel
Matricola n. 1207557

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

Indice

Indice.....	3
Riassunto.....	5
Abstract.....	7
1. Introduzione.....	9
1.1 Periodo di transizione	9
1.1.1 Fisiologia del metabolismo	10
1.1.2 Stress	13
1.1.3 Alimentazione.....	15
1.1.4 Body Condition Score	18
1.2 Patologie legate al post – parto	20
1.2.1 Ritenzione placentare.....	21
1.2.2 Ipocalcemia e collasso puerperale.....	22
1.2.3 Chetosi.....	24
1.2.4 Metrite ed endometrite	25
1.2.5 Acidosi metabolica subacuta (SARA)	27
1.2.6 Dislocazione dell’abomaso	28
1.2.7 Mastite.....	30
1.3 Alimentazione e metabolismo	33
1.3.1 Fattori limitanti la produzione latte.....	33
1.3.2 Strategie per ridurre le patologie nel post- parto	37
2. Obiettivi.....	43
3. Materiali e Metodi	45
3.1 Caratteristiche aziendali e modello sperimentale	45
3.2 Rilievi sugli animali	46
3.2.1 Campionamento del periodo preparto (T1).....	46
3.2.2 Primo campionamento del periodo post – parto (T2)	47
3.2.3 Secondo campionamento del periodo post – parto (T3)	50
3.3 Rilievi aziendali.....	51
3.4 Rilievi sulla razione	52
3.5 Analisi statistica.....	54
4. Risultati e discussione	57
4.1 Considerazioni generali.....	57

4.2	Alimentazione	63
5.	Conclusioni.....	73
6.	Allegati	75
	Bibliografia	85

Riassunto

Lo studio presentato nella seguente tesi ha lo scopo di analizzare le variabili metaboliche e alimentari che possono influire sul rischio di insorgenza di patologie nel post – parto nella bovina da latte. Il periodo preso in considerazione è il periodo di transizione, definito come le tre settimane antecedenti e seguenti il parto, in cui la bovina va incontro a modificazioni di tipo metabolico, fisiologico ed endocrinologico che possono andare a intaccare il suo sistema immunitario rendendola più suscettibile a patologie metaboliche, produttive e riproduttive.

Sono state coinvolte 17 aziende di bovine da latte delle Province di Vicenza, Padova e Treviso con un totale di animali campionati pari a 221, tutti di razza Frisona. I campionamenti sono stati svolti a 7 (+/- 3) giorni preparto, a 7 (+/- 3) e 21 (+/-3) giorni post - parto. In riferimento alle aziende sono state svolte misurazioni sulle strutture e sono stati consultati i sintetici collettivi per ottenere le informazioni riguardanti produzione e riproduzione. Inoltre, sono state eseguite delle analisi sul TMR in asciutta e in lattazione. Riguardo agli animali campionati è stata raccolta la storia clinica e anamnestica e si è passati successivamente alla rilevazione di BCS, circonferenza toracica, pH urinario, e ADT. Le analisi sono state svolte su campioni ematici, fecali e di pelo. Durante le due visite post – parto ogni bovina è stata sottoposta a una visita ginecologica per osservare l'andamento dell'involuzione uterina, le lochiazioni e la presenza di eventuali patologie legate al parto. Sulla base dell'incidenza di queste le aziende sono state classificate in tre classi di rischio (basso, medio, alto).

Dalle analisi svolte in questo studio è emerso che aziende a basso e medio rischio presentano un'efficienza alimentare migliore, una migliore digeribilità della proteina in lattazione e dell'ingestione di sostanza secca. Quest'ultimo parametro è risultato essere un fattore protettivo l'insorgenza di patologie nel post – parto come anche il numero di giorni prima del parto in cui avviene l'inserimento nel box preparto. La circonferenza toracica in preparto e il fatto che una bovina è pluripara sono risultate invece variabili di rischio. Questo studio ha portato anche alla costruzione di nomogrammi per permettere la previsione dell'andamento aziendale e della salute delle singole bovine.

Abstract

The aim of the study presented in the following thesis is to analyse the metabolic and nutritional variables that may influence the risk of disease occurrence in the post - partum period in dairy cattle. The period taken into consideration is the transition period, defined as the three weeks before and after calving, in which the cow undergoes metabolic, physiological and endocrinological changes that may affect her immune system, making her more susceptible to metabolic, productive and reproductive pathologies.

Were involved 17 dairy cattle farms in the Provinces of Vicenza, Padua and Treviso, with a total of 221 animals sampled, all from the Frisona breed. Sampling was carried out at 7 (+/- 3) days pre - partum, 7 (+/- 3) and 21 (+/-3) days post - partum. With reference to the farms, measurements were carried out on the structures and collective summaries were consulted to obtain information regarding production and reproduction. In addition, analyses were carried out on TMR in dry and lactation. Concerning the sampled animals, the clinical and anamnestic history was collected and subsequently BCS, chest circumference, urinary pH, and ADT were measured. Analyses were performed on blood, faecal and hair samples. During the two post-parturition visits, each cow underwent a gynaecological examination to observe the course of uterine involution, lochia and the presence of any birth - related diseases. Based on the incidence of these, the farms were classified into three risk classes (low, medium, high).

The analyses carried out in this study showed that low and medium risk farms had better feed efficiency, better digestibility of protein in lactation and dry matter ingestion. The latter parameter was found to be a protective factor for the occurrence of diseases in the post - partum period as well as the number of days prior to calving in which the insertion into the prepartum box takes place. On the other hand, the pre - partum chest circumference and the fact that a cow is multiparous were found to be risk variables. This study also led to the construction of nomograms to allow the prediction of farm performance and health of individual cows.

1. Introduzione

1.1 Periodo di transizione

Il periodo di transizione viene definito come il tempo che intercorre tra le tre settimane prima del parto e le tre settimane successive al parto (Drackley, 1999; Grummer, 1995). Durante questa fase, insieme a modificazioni fisiologiche a livello immunitario e metabolico, si possono presentare una serie di altri fattori stressanti che vanno a peggiorare la condizione dell'animale (Kok et al., 2019). In bovine ad alta produzione un'elevata richiesta di energia per la sintesi di colostro e latte, associata a una diminuzione dell'ingestione (Grummer, 1995), portano a dover affrontare, fisiologicamente, una condizione di bilancio energetico negativo (NEB) e un deficit di nutrienti (Wankhade et al., 2017). Queste modificazioni avvengono attraverso regolazione endocrina che causa un'importante mobilizzazione di tessuto adiposo, con conseguente aumento di acidi grassi non esterificati (NEFA) e beta- idrossibutirrato (BHB) e dovuta a una diminuzione della concentrazione di glucosio a livello sanguigno (Ingvarsen & Moyes, 2015).

L'adattamento alla transizione, però, non si verifica in circa il 50% degli animali (Pascottini et al., 2022): questo dato riflette un alto grado di variabilità legato a differenze individuali (Drackley, 1999a) e allo stesso tempo una serie di limitazioni a livello manageriale che impediscono alle bovine di raggiungere i massimi livelli produttivi (Drackley, 1999).

La conseguenza di questo mal adattamento si riscontra soprattutto nell'aumento dell'incidenza, nel post – parto, di patologie metaboliche (lipidosi, ipocalcemia, chetosi e dislocazione dell'abomaso), infiammazioni della ghiandola mammaria (mastite e edema) e disordini riproduttivi (distocia, ritenzione di placenta ed endometrite) (Goff & Horst, 1997; Wankhade et al., 2017; LeBlanc, 2010).

È diventata quindi di fondamentale importanza, negli ultimi anni, la comprensione della biologia del periodo di transizione con lo scopo di diminuire i problemi di salute e aumentare la redditività delle vacche da latte (Drackley, 1999a).

1.1.1 Fisiologia del metabolismo

Le vacche da latte sono state selezionate per sviluppare un adattamento definito omeoresi, ossia una ripartizione dei nutrienti a supporto della produzione latte, nella quale i meccanismi omeostatici vengono parzialmente e temporaneamente annullati (Leblanc, 2010). (Figura 1).

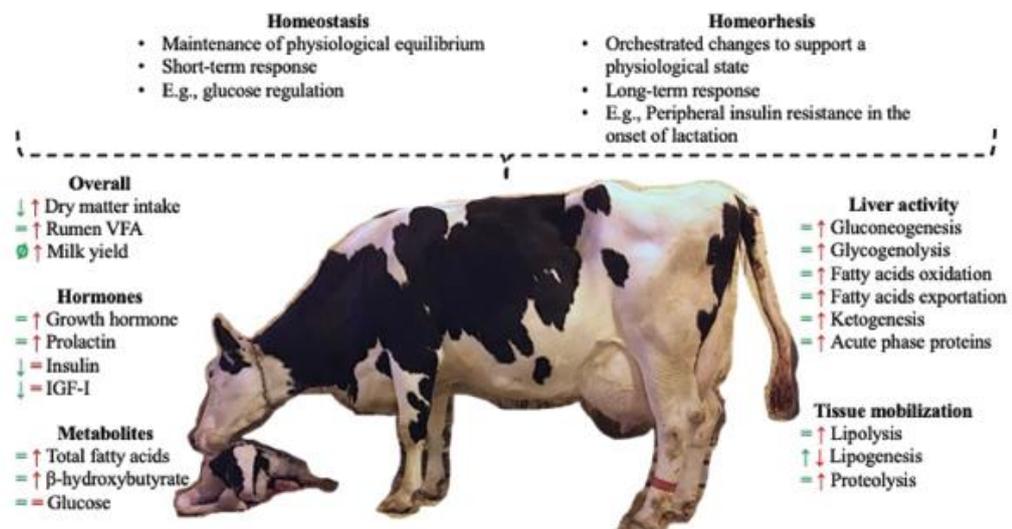


Figura 1 Principali effetti di omeostasi e omeoresi in una bovina nei periodi pre (simboli verdi) e post - parto (simboli rossi) (L. F. Martins et al., 2022)

In particolare, il periodo di transizione è caratterizzato da un sostanziale declino dell'ingestione, dalla mobilitazione dei lipidi, soprattutto per quanto riguarda gli acidi grassi non esterificati (NEFA) a livello plasmatico e i trigliceridi a livello epatico, dalla mobilitazione delle proteine, evidenziata da un aumento del rapporto 3 – metilistidina: creatinina a livello urinario, e da cambiamenti endocrinologici in supporto al parto e alla lattogenesi (Doepel et al., 2002). Quando l'ingestione di alimento diminuisce drasticamente, aumenta la dipendenza dalle riserve di tessuto adiposo, con conseguente incremento della probabilità di sviluppo di lipidosi epatica e disordini metabolici (Goff & Horst, 1997).

In animali che hanno attraversato un periodo di asciutta standard, l'energia assunta risulta solitamente inferiore a quella richiesta causando una condizione di bilancio energetico negativo (NEB) (Kok et al., 2019). NEFA e BHBA sono importanti metaboliti

usati come indicatori di questa condizione durante il periodo di transizione (Wankhade et al., 2017).

Il valore normale di NEFA per bovine in bilancio energetico positivo dovrebbe essere inferiore a 0.2 mmol. Questo tende ad aumentare a 2 - 3 giorni dal parto e raggiunge il picco di 0.8 – 1.2 mmol il giorno stesso del parto a causa del rilascio di ormoni dello stress. Successivamente i livelli di NEFA diminuiscono e valori superiori a 0.7 mmol indicano una condizione di bilancio energetico negativo. Dopo 6 settimane, i livelli tornano al di sotto di 0.3 mmol (Drackley, 1999).

In accordo con Bell (1995) ci sono quattro cause per cui la mobilizzazione dei NEFA aumenta durante il periodo di transizione

1. Soppressione della sintesi o dell'uptake degli acidi grassi e conseguente esterificazione
2. Promozione della lipolisi
3. Riduzione della ri – esterificazione intracellulare degli acidi grassi liberati con la lipolisi
4. Una combinazione delle precedenti

La portata di questa mobilizzazione dipende anche dalla concentrazione di insulina nel sangue e dalla sua sensibilità nei confronti degli organi target. Infatti, un'alta concentrazione e sensibilità stimolano la sintesi di grasso e la sua deposizione da parte dei tessuti (Wankhade et al., 2017). Il periodo di transizione è rappresentato da uno stato di resistenza a quest'ormone (Weber et al., 2016).

La diffusione dei NEFA nel sangue permette di fornire energia ai tessuti in tutto l'organismo (Overton, 2001). Nel post – parto infatti, il loro aumento rappresenta un substrato energetico alternativo al glucosio attraverso il meccanismo della β – ossidazione (Wathes et al., 2013). Tuttavia, quando gli acidi grassi sono in eccesso possono diventare dannosi (Overton, 2001). Se viene superato il limite per cui il fegato è in grado di metabolizzarli in trigliceridi, questi ultimi si accumulano all'interno dell'organo e l'acetil CoA, che non viene utilizzato per il ciclo di Krebs, viene convertito in corpi chetonici quali acetone, aceto acetato e betaidrossibutirrato (BHB) che si ritrovano poi in sangue, latte e urine (Goff & Horst, 1997).

Vacche con livelli di BHB ≥ 1.2 o 1.1 mmol/L nel sangue o ≥ 0.10 mmol/L nel latte presentano una probabilità da 4.7 a 14.7 volte superiore di sviluppare segni clinici di iperchetonemia (Benedet et al., 2019) quali diminuzione dell'ingestione e dell'appetito, diminuzione della produzione lattea, eccessiva perdita di peso, costipazione o feci dure e asciutte, odore di acetone nell'esprium e nel latte e segni neurologici (Seifi et al., 2011).

Recenti studi hanno dimostrato che l'accumulo di trigliceridi a livello epatico diminuisce la capacità di sintesi dell'urea e la presenza di ammoniaca a sua volta riduce l'abilità degli epatociti di sintetizzare glucosio dal propionato. Di conseguenza, l'accumulo di trigliceridi inibisce indirettamente la sintesi di glucosio nelle bovine (Strang et al., 1998).

I bassi livelli fisiologici di glucosio nel sangue dei ruminanti possono essere associati al loro particolare sistema digestivo o possono riflettere una minor importanza quantitativa di questo zucchero come metabolita nell'organismo. Quest'ultima osservazione viene supportata dal fatto che nei bovini il glucosio può essere sostituito dall'acetato nel metabolismo energetico (Baxter et al., 1955). Con l'inizio della lattazione però, l'importante aumento della sua richiesta per la produzione di latte risulta in un'elevata sintesi di glucosio endogeno e una riduzione del suo utilizzo nei tessuti periferici (Drackley et al., 2001). La quantità di glucosio metabolizzato durante il periparto aumenta da 0,5kg il giorno prima del parto a 2.5kg/d durante le prime tre settimane di lattazione; questo valore supera di circa 4 volte la quantità di glucosio che viene prodotta dal fegato durante la gluconeogenesi quando l'animale si trova in una condizione di mantenimento. Una concentrazione di glucosio plasmatico inferiore a 55 mg/dL (3.0 mmol/L) durante il primo periodo di lattazione rappresenta un metodo accurato per identificare un inadeguato intake di energia per la produzione di latte (Megahed et al., 2018).

Durante il periodo di transizione, anche il metabolismo degli aminoacidi (AA) viene alterato, con una moderata perdita di proteine, anche se le bovine vengono alimentate secondo i loro fabbisogni (Bell, 2000). Diversi studi indicano infatti una mobilitazione delle proteine dal muscolo scheletrico durante la prima fase di lattazione (Overton & Burhans, 2013). Questi AA vengono utilizzati per diversi scopi, quali soddisfare la richiesta di AA da parte del feto, sintetizzare le proteine del latte e produrre chetoni o

glucosio in base allo stadio di gestazione e lattazione (Boerman, 2021). La concentrazione totale di AA cambia quindi drasticamente e non viene ripristinata fino a 28 giorni post – parto (Zhou et al., 2016). Le bovine ad alta produzione richiedono una quantità di proteina nella dieta che consenta loro di sopperire al fabbisogno per la produzione di latte e la sopravvivenza del feto, al mantenimento del loro stato di salute attraverso il rimpiazzo e l'aumento delle masse muscolari e per mantenere la corretta funzionalità del sistema immunitario. Allo stesso tempo deve minimizzare le perdite di azoto. La proteina non utilizzata dall'animale rappresenta una diminuzione nell'efficienza della proteina alimentare e una possibile perdita per l'allevatore (Phillips et al., 2003). La concentrazione di N – metilistidina in rapporto alla creatinina nelle urine viene utilizzata come indicatore del catabolismo proteico (Simmons et al., 1994). Oltre che essere utilizzati come energia nelle reazioni metaboliche e per la sintesi proteica, gli AA sono fondamentali per la sintesi di altre molecole funzionali come gli antiossidanti GSH e taurina, NO, istamina e perossido di idrogeno. È per questo che possono influenzare direttamente e indirettamente la risposta immunitaria (Li et al., 2007).

È evidente che tali processi possono essere negativamente accentuati da scorretti fattori gestionali – alimentari (Drackley, 1999b).

1.1.2 Stress

Recentemente, le tecniche manageriali adottate durante il periodo di transizione sono diventate il focus per molti studi (Chebel et al., 2016). Infatti, nel sistema produttivo, comprendere le risposte allo stress è fondamentale per predire le conseguenze sulla salute e sulle performance degli animali (Chebel et al., 2016).

Cambiamenti nell'ambiente e nello stile di vita delle bovine, che vanno a modificarne l'omeostasi, vengono chiamati "fattori stressanti" e si riferiscono alla presenza di rumori, persone estranee, traumi, esperienze negative precedenti, stabulazione inadeguata, con dinamiche comportamentali poco corrette, interventi terapeutici, trasporto e minor rango sociale (Bobic et al., 2011).

Gli animali più soggetti agli stress sono le primipare perché tutti questi cambiamenti sono nuovi; quindi, non c'è da stupirsi se gli allevatori riportano differenze nel

comportamento comparandolo con quello di vacche con più lattazioni (Proudfoot & Huzzey, 2022).

Da sottolineare sono gli spostamenti tra gruppi in quanto gli animali passano dall'asciutta al box parto e infine al gruppo di lattazione (Soonberg et al., 2021). Si è visto che, quando una bovina viene spostata in un nuovo recinto, da sola, risulta più vulnerabile alla competizione (viene allontanata dalle risorse più frequentemente) da parte dei soggetti già presenti (Von Keyserlingk et al., 2008) a differenza di quando viene inserita in un nuovo gruppo insieme a una compagna (Proudfoot & Huzzey, 2022).

Un altro fattore stressante da tenere in considerazione è la sovrappopolazione. Secondo le "Linee Guida per la categorizzazione del rischio nell'allevamento bovino da latte" redatte dal Centro di Referenza Nazionale per il Benessere Animale, associato all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia-Romagna, sappiamo che la dimensione del box collettivo parto dovrebbe essere di almeno 7 m²/capo e, nel caso di cuccette, queste dovrebbero essere in numero superiore al numero di animali che devono partorire (Bertocchi et al., 2018). Nonostante questo, la presenza di gruppi sovradimensionati continua ad essere una sfida per molti allevatori nel settore delle bovine da latte (Huzzey J, Von Keyserlingk M, Overton T., 2012). Uno studio svolto dalla Cornell University nel 2012 su 40 animali ha dimostrato che una condizione di sovrappopolazione all'interno dell'allevamento comporta modificazioni nella fisiologia degli animali come l'alterazione della secrezione di insulina e la risposta dei tessuti periferici a quest'ormone. Il ruolo del cortisolo in questo meccanismo, invece, rimane ancora poco chiaro (Huzzey et al., 2012). Questo fattore di stress interferisce anche con il normale comportamento alimentare e di riposo nelle bovine. Inoltre, risultano più frequenti gli atteggiamenti aggressivi, soprattutto nei confronti di animali subordinati (Huzzey J, Von Keyserlingk M, Overton T., 2012).

Infine, sappiamo che vacche a più alta produzione tendono a dissipare una maggiore quantità di calore, cosa che le rende meno efficienti nel mantenimento della temperatura corporea e più suscettibili allo stress da caldo (Menta et al., 2022). Le condizioni ambientali interessate in questo fenomeno vengono valutate usando il temperature – humidity index (THI), ossia un indice che associa gli effetti della temperatura ambientale con l'umidità (Polsky & von Keyserlingk, 2017). Un'accurata

misurazione dello stress da caldo è comunque complicata, in quanto la risposta della bovina non è influenzata solamente dal bilancio energetico ma anche dal metabolismo di acqua, sodio, potassio e cloro (Atrian & Shahryar, 2012). Un eccessivo flusso di energia all'interno del corpo, in aggiunta alla deplezione di energia richiesta per la lattazione e la crescita possono incidere sulle condizioni degli animali, riducendone la qualità di vita e in casi estremi causandone la morte (Polsky & von Keyserlingk, 2017). Gli sforzi futuri dovranno quindi concentrarsi sulla valutazione di strategie manageriali che vadano a mitigare i fattori stressanti durante il periodo di transizione, ponendo particolare attenzione su risposte comportamentali, immunitarie e neuroendocrine, per migliorare il benessere delle bovine e la sostenibilità dell'allevamento (Chebel et al., 2016).

1.1.3 Alimentazione

L'assunzione di sostanza secca rappresenta il principale fattore influenzante la produzione di latte e le modificazioni nel peso corporeo durante la prima fase di lattazione. Un'alta ingestione, infatti, riduce il periodo in cui la vacca è in bilancio energetico negativo e questo ha una ripercussione anche sulla capacità produttiva (Schroeder, 2001).

Il periodo di transizione può essere suddiviso in due fasi distinte: da 5 a 7 giorni preparto, caratterizzata da una riduzione di ingestione di sostanza secca (DMI) fino al 30% e da 0 a 21 giorni post – parto durante la quale questa può aumentare rapidamente (Bertics et al., 1992). La riduzione nell'ingestione della sostanza secca è maggiore nelle manze che possono arrivare a perdere anche 1.3 – 1.4% del loro peso corporeo (Grummer et al., 2004). L'intake è controllato dal riempimento a livello intestinale e dalla presenza di chemiocettori, oltre che da fattori psicogeni che comprendono risposte comportamentali degli animali a fattori stimolanti o inibenti presenti nell'alimento o nell'ambiente (R. J. Grant & Albrightt, 1995).

Una delle cause principali la diminuzione di ingestione si pensava fosse l'aumento di dimensioni del feto, che va a diminuire il volume ruminale: questa si è vista non essere un'opzione ragionevole in quanto il feto cresce più gradualmente durante le ultime settimane di gestazione mentre la riduzione dell'ingestione avviene solo pochi giorni

prima del parto. Inoltre, si è visto che la quantità di acqua consumata non diminuisce (Park et al., 2001).

Durante l'asciutta le bovine vengono alimentate con una razione ricca di foraggi, a basso tenore energetico e con alto contenuto di fibra (J. P. Goff & Horst, 1997b) ma all'instaurarsi della lattazione, a causa del deficit energetico in cui si trovano, richiedono una dieta ad alto tenore energetico, garantito da un aumento nel contenuto di amido (Jermann et al., 2022). Di fronte a questo cambiamento nella razione, il rumine genera una grande quantità di acidi che vanno a modificare il normale ambiente microbico. Infatti, in condizioni normali, la concentrazione dei lattati tende ad essere bassa e la metabolizzazione di lattato in propionato avviene velocemente. In questo caso invece, la mancanza di equilibrio tra la produzione e l'utilizzo dei lattati, dati dalla modificazione nella flora microbica, porta a un accumulo dei lattati stessi e a un aumento nell'incidenza dell'acidosi ruminale (Jouany, 2006). Inoltre, il passaggio nel rumine di amido non degradato comporta altre problematiche come un aumento nelle fermentazioni dei carboidrati a livello intestinale e nell'assorbimento di endotossine (Gressley et al., 2011).

Bisogna quindi puntare ad aumentare il tenore energetico della dieta già prima del parto, in modo da permettere di soddisfare i fabbisogni di mantenimento e gravidanza (Grummer, 1999), stimolare la crescita delle papille ruminali e aumentare l'assorbimento degli acidi grassi volatili (AGV) da parte del rumine, adattare la popolazione microbica a una dieta maggiormente energetica, elevare l'insulina plasmatica e diminuire la mobilizzazione degli acidi grassi dal tessuto adiposo (Doepel et al., 2002; Kato et al., 2019; Minor et al., 1998).

L'inizio della lattazione risulta anche in un'importante richiesta di calcio (Barraclough et al., 2020) ed è per questo riportato che la maggior parte delle bovine, al parto, affronta una condizione di ipocalcemia (Horst et al., 1994). Diminuendo la concentrazione di calcio nella dieta durante l'ultima settimana di gestazione si è notata una diminuzione nell'insorgenza di questa patologia (Goings et al., 1974). Si pensa che questa strategia influisca sul meccanismo omeostatico dell'animale che in questo modo si prepara ad affrontare la perdita di calcio dovuto alla lattazione (Kronqvist et al., 2011).

La differenza cationi – anioni nella dieta (DCAD) ha un ruolo fondamentale nella produttività e salute dell'animale a causa della sua influenza sul bilancio acido – base e sul metabolismo del calcio (Razzaghi et al., 2012). Questa differenza viene definita come milliequivalenti di $\text{Na} + \text{K} - \text{Cl}$ per 100 grammi di sostanza secca (Hu & Murphy, 2004). Ridurre il DCAD aumentando l'acidità della dieta o impiegando sali anionici è risultato efficace ed economico come metodo per la prevenzione dell'ipocalcemia (Kronqvist et al., 2011b). Elevate concentrazioni di sali anionici nella dieta, infatti, causano un afflusso di ioni carichi negativamente a livello sistemico, con conseguente aumento della concentrazione di ioni idrogeno per mantenere l'elettroneutralità. L'aumento della concentrazione di ioni idrogeno induce quindi una lieve acidosi metabolica che si ipotizza aumenti il riassorbimento osseo, il Ca nel sangue e l'assorbimento intestinale del Ca (Horst et al., 1997). Il successo nell'uso della dieta anionica ha suggerito quindi che diete ad alto contenuto di cationi, in particolare K, aumentano la suscettibilità dell'animale al collasso puerperale (J. P. Goff & Horst, 1997a). I livelli di questo minerale devono essere mantenuti il più vicino possibile ai fabbisogni stimati per le bovine in asciutta dall'NRC (2001): 10g/kg o 1.0% (J. P. Goff, 2008). Se la razione presenta elevati livelli di K a causa dell'alto contenuto nei foraggi non c'è molto che l'allevatore può fare nel breve periodo. A lungo termine, però, può diminuire il contenuto di questo minerale nei foraggi agendo sulla modalità di coltivazione (Schonewille & Beyen, 2005). Un'altra soluzione a questo problema può essere quella di aggiungere cloro alla razione per contrastare l'effetto del potassio sull'alcalinità del sangue (J. P. Goff, 2008).

Alcuni studi hanno cercato di dimostrare come ci fosse un DCAD ottimale per massimizzare la produzione latte e l'ingestione (C. M. M. R. Martins et al., 2015; Sanchez et al., 1997) sfortunatamente però, è emerso che i parametri all'interno dell'equazione che descrive questa relazione possono essere stimati con limiti considerevoli se non vengono usati metodi statistici misti (St-Pierre, 2001).

1.1.4 Body Condition Score

La condizione corporea si riferisce, nella vacca, alle riserve di grasso sottocutaneo ed energia (Ferguson et al., 1994). La misurazione di queste avviene attraverso l'utilizzo del Body Condition Score (BCS): un sistema di punteggio da 1 a 5 (1 emaciato, 2 magro, 3 medio, 4 grasso, 5 obeso) che ha lo scopo di valutare lo stato di nutrizione della bovina durante tutto il ciclo di lattazione (Wildman et al., 1982). Le aree anatomiche che vengono osservate e sottoposte a palpazione si dividono in tre regioni principali (Edmonson et al., 1989) (Figura 2):

- Lombi: processi spinosi, depressione tra processi spinosi e trasversi, processi trasversi
- Pelvi: tuberosità ischiatica e ala dell'ileo, depressione tra l'ala dell'ileo e tuberosità ischiatica, depressione tra le ali dell'ileo
- Base della coda: processi trasversi e spinosi delle vertebre coccigee e depressione alla base della coda

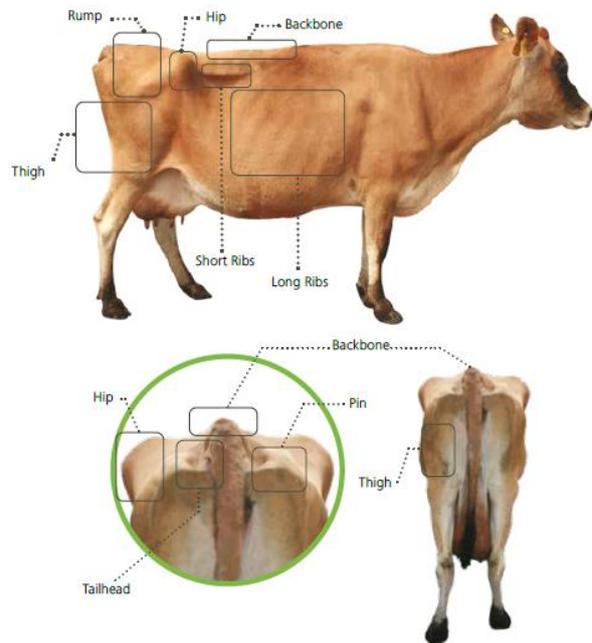


Figura 2 Principali punti di reperi per la misurazione del BCS nella bovina da latte (DairyNZ, 2021)

Anche se alcuni vedono ancora questo valore come prettamente nutrizionale, la gestione del BCS ha implicazioni sulla produzione latte, sulla salute della mandria, sulle performance riproduttive, sul benessere degli animali e sulla redditività dell'allevamento stesso (Bewley & Schutz, 2008).

Le attuali raccomandazioni consigliano un BCS in asciutta di 3.25 – 3.50 e che questo non subisca modificazioni durante tutto il periodo (Contreras et al., 2004). Si è visto infatti che bovine obese, che presentano un BCS superiore a 4.0 al momento del parto,

tendono ad avere una più alta concentrazione di NEFA circolanti 7 giorni post – parto rispetto a bovine con BCS moderato o basso (Barletta et al., 2017).

Durante i primi 60 – 80 giorni di lattazione, bovine ad alta produzione possono perdere un equivalente di 1 punto di BCS. Se questa perdita è superiore vi è aumento del rischio di disordini metabolici e di riduzione della fertilità (Pennsylvania State University, 2023).

Bovine che si presentano al parto con BCS elevato e un'alta mobilizzazione lipidica manifestano alterazioni dello stato ossidativo e sono di conseguenza più sensibili a condizioni di stress ossidativo (Bernabucci et al., 2005).

È importante quindi che il BCS venga gestito correttamente, tenendo conto dei risultati presenti per quanto riguarda l'incidenza di patologie e le performance riproduttive (Bewley & Schutz, 2008).

1.2 Patologie legate al post – parto

La produzione di latte vaccino in Italia è significativamente aumentata nell'ultimo quinquennio, superando i 12.6 milioni di tonnellate nel 2020 (+13.4% rispetto al 2015, + 4.4% tra il 2020 e il 2019) (dati AGEA – SIAN). Tuttavia, una delle conseguenze negative di questo incremento è stata la riduzione della fertilità (aumento intervallo parto - concepimento, più inseminazioni per concepimento) e un aumento nei problemi riproduttivi, che portano a loro volta a una riduzione della fertilità (Dhaliwal ' et al., 1996).

Tra gli animali che presentano un solo problema di salute (61%), il 71% sono classificati come infiammatori e il 29% come metabolici. Vacche con problemi multipli (25%) sono esposte a un maggior rischio di riduzione della produzione latte, di disordini di fertilità e di eliminazione precoce. Quelle con problemi infiammatori hanno una diminuzione nella produttività e nelle performance riproduttive, mentre quelle con problemi metabolici hanno un maggior rischio di mortalità (Macmillan et al., 2021).

L'incidenza delle principali patologie del periparto è riportata nella *Tabella 1*.

Patologia	Incidenza (%)
Distocia	5,8
Ritenzione di placenta	9,4
Infezioni del tratto riproduttivo	17,4
Metrite	21,3
Ipocalcemia	5,9
Chetosi	5,4
Dislocazione dell'abomaso	1,4
Mastite	6,9

Tabella 1. Incidenza delle principali patologie del periparto (modificata da Stevenson, 1987)

Attualmente, negli allevamenti si stanno verificando degli importanti sviluppi poiché si sta passando da una gestione delle patologie basata sul trattamento a una basata sulla prevenzione, focalizzando l'attenzione sulle singole vacche a rischio invece che sul gruppo (Vergara et al., 2014)

1.2.1 Ritenzione placentare

L'incapacità di espellere le membrane fetali entro 24 ore post - parto è una condizione patologica definita come ritenzione placentare (RP) (Kimura et al., 2002).

Le bovine presentano una placenta cotiledonare, dove i cotiledoni fetali sono associati alle caruncole materne, formando il placentoma. Questa connessione viene facilitata dai villi cotiledonari e dall'interazione dei microvilli nell'interfaccia cotiledoni – caruncole. Il collagene collega l'interfaccia in diversi punti e la degenerazione di questo rappresenta il fattore scatenante la separazione della placenta (Beagley et al., 2010). L'attività collagenolitica, in bovine con ritenzione placentare, risulta diminuita e si osserva persistenza di collagene di tipo III. L'attività della metalloproteinasi – 9 (MMP – 9) è diminuita e la forma di MMP – 2 attiva non è presente in bovine con RP (Eiler & Fecteau, 2007).

I costi relativi a questa patologia includono costi di trattamento, perdita nella produzione latte e aumento nell'intervallo parto – concepimento, arrivando a valori di 130 – 190€ (Kelton et al., 1998; Di Liang, 2013).

Diversi fattori fisici, endocrini e cellulari sono coinvolti nell'espulsione delle membrane fetali: (1) atonia uterina (< 2%), (2) edema dei villi coriali come conseguenza di complicazioni legate al parto (parto cesareo, torsione dell'utero), (3) disfunzioni cellulari e necrosi legate a infezioni uterine, (4) degenerazione incompleta della matrice extracellulare da parte di collagenasi e metalloproteinasi correlate a uno sbilanciamento nella produzione di ormoni steroidei, (5) diminuzione nella risposta immunitaria innata e umorale, (6) danno ossidativo associato a insufficiente presenza di antiossidanti (Ametaj et al., 2010; Mcnaughton & Murray, 2009; Qu et al., 2014). La ritenzione di placenta si verifica solitamente dopo casi di distocia, ipocalcemia e parti gemellari (Guard, 1999).

Molti studi supportano l'utilizzo di metaboliti del sangue, citochine e proteine di fase acuta come biomarker per la ritenzione placentare. Infatti, l'aumento nella concentrazione di BHB e NEFA post – parto è associato all'insorgenza di patologie, inclusa la ritenzione di placenta (Dervishi et al., 2016). In uno studio svolto da Zhang et al. nel 2021 sono stati individuati 9 metaboliti con valore predittivo riguardo al rischio di RP tra cui cinque aminoacidi (Asp, Glu, Ser, Thr, e Tyr), uno zucchero (mioinositolo),

l'acido fosforico e l'urea. Tutti questi sono risultati aumentati nelle bovine con ritenzione placentare sia prima che dopo la diagnosi.

La ritenzione delle membrane fetali e l'insorgenza di metrite sono positivamente correlate, in quanto l'involutione uterina, anche in assenza di complicazioni cliniche, è un processo settico. Di conseguenza, si pensa che la presenza di tessuto placentare in decomposizione aumenti l'incidenza di metrite favorendo un ambiente ottimale alla crescita batterica (Eiler & Fecteau, 2007). L'aumento della popolazione batterica viene inoltre favorito da azioni quali la rimozione manuale della placenta, sistema ancora diffuso tra gli allevatori, nonostante recenti studi non siano riusciti a dimostrarne l'efficacia (Beagley et al., 2010; Duffield et al., 2004). Per bovine con metrite associata a ritenzione placentare il trattamento antibiotico sistemico è da preferirsi (Zhou et al., 2001). È stato dimostrato da Okker et al. nel 2002 e successivamente da Sheldon & Dobson nel 2004 che la somministrazione sottocutanea di 1mg/kg p.v. di ceftiofur porta a una concentrazione di farmaco nei tessuti e a livello di lochia che eccede i valori riscontrati dalla MIC per i patogeni più comuni come E. Coli e F. necrophorum.

L'efficacia della terapia antibiotica intrauterina è ancora controversa a causa delle molteplici interazioni del farmaco con il contenuto uterino e dei diversi gradi di assorbimento (Eiler, 1997). Lo scopo della terapia deve essere quello di minimizzare lo stato di malattia ad inizio lattazione per garantire una buona produzione di latte e una buona ingestione andando a ridurre le problematiche a livello riproduttivo (Guard, 1999).

1.2.2 Ipocalcemia e collasso puerperale

La maggior parte delle vacche presenta un certo livello di ipocalcemia durante il periparto. Tra queste, un sottogruppo può andare incontro a una difficoltà di mantenimento dei livelli di calcio plasmatico e soffrire quindi di un deficit maggiore (Horst et al., 1994). In alcuni casi i valori diventano troppo bassi per supportare la funzione muscolare e nervosa, risultando in una condizione di paresi postparto chiamata anche collasso puerperale (Goff & Horst, 1997).

Fisiologicamente, in una bovina adulta, la concentrazione di calcio viene mantenuta intorno a 2,0 mmol/L (Martín-Tereso & Martens, 2014), ma a causa dell'inizio della

produzione di colostro e del conseguente aumento nella domanda di calcio, il valore più basso nella sua concentrazione viene raggiunto tra le 12 e le 24 ore postparto (Goff, 2008).

Animali che presentano una concentrazione di Ca < 2.0 mmol/L senza l'insorgenza di segni clinici vengono definite in una condizione di ipocalcemia subclinica. Vacche a terra con Ca < 2.0 mmol/L sono invece inserite in una condizione di collasso puerperale (Venjakob et al., 2017).

Nella *Tabella 2* sono presentate le conseguenze che una deplezione di Ca può avere a livello dei vari apparati

SNC	Rallentamento nella trasmissione dell'impulso
Sistema muscolare	Diminuzione della contrazione muscolare a livello di <ul style="list-style-type: none"> • Muscolatura scheletrica • Utero • Ghiandola mammaria
Utero	Ritenzione e accumulo di fluidi uterini e di scarto con complicazioni batteriche
Sistema Immunitario	Diminuzione nell'arruolamento di cellule per la fagocitosi → predisposizione a mastiti e metriti

Tabella 2. Conseguenze dell'ipocalcemia su vari apparati (Dati derivati da Arechiga-Flores et al., 2022)

Bovine che sviluppano naturalmente ipocalcemia tendono ad avere una riduzione nell'ingestione (J. P. Goff, 2008), presentando così elevate concentrazioni di NEFA e BHB, indicatori di un aumento nella lipomobilizzazione (Martinez et al., 2014).

La concentrazione ottimale di Ca nella dieta preparto per prevenire una condizione di ipocalcemia è molto dibattuta:

- Goff (2000) sostiene che la concentrazione ha poca influenza sull'incidenza del collasso puerperale quando somministrata a valori superiori il fabbisogno giornaliero di circa 30 g/d;

- Oetzel (2000) e Thilsing-Hansen et al. (2002) affermano che alimentare le bovine con livelli di calcio molto bassi (< 20g/d) nel preparto è efficace nel controllo dell'ipocalcemia;
- Ian. Lean et al. (2010) suggeriscono un intake di calcio nel preparto intorno ai 60 g/d basandosi sugli studi di Boda & Cole (1954) e di Ramberg et al. (1976, 1984).

I costi relativi all'ipocalcemia e al collasso puerperale si aggirano tra i 113 € e i 312€ (Oetzel, 2011).

1.2.3 Chetosi

La chetosi è una delle patologie metaboliche più dannose nella prima fase di lattazione ed è caratterizzata da un'elevata concentrazione di corpi chetonici circolanti che può causare perdite produttive e riproduttive fino alla morte o all'eliminazione precoce (McArt et al., 2015; Mostert et al., 2018). In Europa i costi relativi a questa patologia variano tra 130€ e 257€. Mostert et al. (2018) hanno considerato che il 14% dei 130€ siano associati allo scarto del latte conseguente al trattamento di patologie associate alla chetosi. Raboisson et al. (2015) hanno invece stimato che l'80% dei 257€ possano essere attribuibili a patologie associate alla chetosi e alla conseguente macellazione, l'11% alla perdita di produttività e il 9% all'aumento dell'intervallo parto – concepimento.

I corpi chetonici sono un prodotto alternativo dell'ossidazione degli acidi grassi nel fegato: il processo di formazione è definito chetogenesi e il loro aumento si verifica quando il corpo recupera l'energia necessaria dalle molecole di grasso invece che dal glucosio (Guliński, 2021). Questo fenomeno è quindi strettamente correlato a una condizione di bilancio energetico negativo (NEB) e permette di classificare la chetosi in tre tipologie: tipo I (spontanea o da denutrizione), tipo II (lipidosi epatica) e chetosi da insilati con acido butirrico (Ha et al., 2022). La chetosi di tipo II si verifica nel primo periodo postparto (Delic et al., 2020).

La concentrazione di betaidrossibutirrato (BHB) circolante viene utilizzata per definire la gravità della patologia (McArt et al., 2012) tuttavia, l'aumento nel BHB plasmatico

non risulta strettamente correlato alla diminuzione della produzione lattea, delle performance riproduttive e all'aumento nell'incidenza di alcune patologie come la dislocazione dell'abomaso, la metrite e la mastite (LeBlanc et al., 2005; Rajala-Schultz et al., 1999; Seifi et al., 2007).

Mann et al. (2015) hanno dimostrato che in confronto a quelle che ricevono una dieta che provvede ai fabbisogni energetici di mantenimento, bovine alimentate durante l'asciutta con una dieta ad energia controllata hanno un minor rischio di sviluppare chetosi nel postparto, senza interferire con la produzione di latte. Inoltre, un alto valore di BCS (> 3.25) prima del parto è associato a una maggiore perdita di massa corporea nel primo periodo postparto con aumento nella mobilizzazione del grasso e di conseguenza nella concentrazione di NEFA e BHB circolanti (Busato et al., 2002). Oltre a questi, sono conosciuti altri fattori di rischio nell'insorgenza della chetosi: razza, numero di lattazioni, dimensioni della mandria e stabulazione (Lei & Simões, 2021).

1.2.4 Metrite ed endometrite

Dopo il parto è necessario si attivino una serie di meccanismi affinché la bovina possa concepire nuovamente: involuzione uterina, ritorno della ciclicità ovarica e controllo dei batteri patogeni a livello uterino (Sheldon & Owens, 2017a).

L'immunità innata sviluppata da parte dei neutrofili rappresenta un mezzo primario della risposta immunitaria dell'utero (LeBlanc et al., 2011) e la migrazione dei neutrofili, insieme all'attività ossidativa sono associate al rischio di insorgenza di patologie quali ritenzione di placenta (Kimura et al., 2002), metrite ed endometrite (Hammon et al., 2006). Queste ultime due condizioni cliniche sono le principali a svilupparsi nel postparto (Sheldon & Owens, 2017b).

La loro classificazione è stata attuata da Sheldon et al. (2006).

- Metrite puerperale: bovine che presentano un aumento nelle dimensioni dell'utero, scolo vaginale acquoso dall'odore fetido di colore rosso – marrone, febbre e segni di patologia sistemica entro i primi 21 giorni di lattazione;

- Metrite clinica: bovine che presentano un aumento nelle dimensioni dell'utero, scolo vaginale acquoso dall'odore fetido di colore rosso – marrone, senza sintomatologia sistemica entro i primi 21 giorni di lattazione;
- Endometrite clinica: bovine che presentano scolo vaginale purulento, entro 21 giorni di lattazione o oltre, senza sintomatologia sistemica.

Nonostante sia stato possibile, grazie allo studio appena citato, migliorare la conoscenza di queste patologie, ancora rimane poco chiaro come alcuni animali le sviluppino dopo essere state infettate da batteri patogeni durante il periodo del parto, mentre altri, più resilienti rimangano sani, anche se esposti alle medesime condizioni. Nel lavoro di Sheldon et al. (2020) questa resilienza viene attribuita alla capacità di evitare (abilità di limitare l'esposizione a un patogeno), tollerare (abilità di limitare il danno del batterio ai tessuti) e resistere (funzione dell'immunità) l'infezione (Kiesecker et al., 1999; Rust et al., 2007).

Gli effetti e interazioni tra differenti specie batteriche in relazione alla gravità delle patologie uterine non sono stati ancora completamente compresi (Westermann et al., 2010).

I principali fattori di rischio per l'insorgenza di metrite ed endometrite sono rappresentati da distocia, aborti, ritenzione di placenta, parti gemellari, aumento della concentrazione preparto di NEFA, chetosi e ipocalcemia subclinica (Chapinal et al., 2011; Hossein-Zadeh & Ardalan, 2011; Martinez et al., 2012). Tra i batteri più frequentemente isolati abbiamo *Trueperella pyogenes*, *Escherichia Coli* (il più presente nel primo periodo post – parto), *Klebsiella spp.*, *Fusobacterium necrophorum* e gli *Streptococchi* α – emolitici (Prunner et al., 2014).

La diagnosi precoce di metrite viene solitamente svolta tra le 3 e le 5 settimane dopo il parto ed è rappresentata dall'osservazione di scolo vaginale (LeBlanc et al., 2002). Per quanto riguarda l'endometrite, il metodo diagnostico più utilizzato è la palpazione transrettale anche se tende ad essere soggettivo e spesso non permette una corretta valutazione dell'involuzione uterina (Kelton et al., 1991; Larsson et al., 1984). Si è visto infatti che la sua diagnosi richiede un approccio che include citologia endometriale, biopsie o esami ecografici (Gilbert, 2016).

Oltre ai fattori individuali che abbiamo visto sopra, l'incidenza delle patologie uterine dipende anche da un buon management dell'animale: evitando i traumi del tratto

genitale, riducendo lo stress e alimentando correttamente le bovine durante il periodo di transizione (Sheldon et al., 2020). La scelta di razze con alta facilità di parto permette di ridurre la frequenza di traumi a livello genitale, ma risulta essere una soluzione temporanea nel momento in cui vitelli più piccoli vengono utilizzati come rimonta. Si è dimostrato invece efficace l'uso di seme sessato per aumentare la nascita di femmine, che hanno dimensioni minori dei maschi, portando anche a una riduzione nella ritenzione delle membrane fetali (Potter et al., 2010). Le bovine dovrebbero essere messe in asciutta con uno stato nutrizionale ottimale ed essere alimentate nel post - parto con una razione contenente il corretto apporto di fibra, vitamine e minerali per soddisfare i fabbisogni in lattazione (Mulligan et al., 2006). Infine, per minimizzare le fonti di stress, l'allevatore dovrebbe evitare il trasporto o cambi di gruppo (Dobson & Smith, 2001).

I costi, comprendenti perdite produttive e trattamenti, per le patologie uterine ammontano a circa 157 – 166€ (Di Liang, 2013).

1.2.5 Acidosi metabolica subacuta (SARA)

L'attuale definizione di acidosi metabolica subacuta si basa sul pH del fluido ruminale (Kleen et al., 2003; Oetzel, 2003): generalmente si presenta quando questo rimane in un range tra 5.2 e 6 (S. Li et al., 2012) per almeno 3 ore al giorno (Penner et al., 2007). La caduta di pH avviene quanto gli acidi organici, come gli acidi grassi volatili e l'acido lattico, si accumulano nel rumine e il suo sistema tampone non funziona correttamente (Plaizier et al., 2008). Questo si verifica quando abbiamo l'assunzione di una dieta ad alto contenuto di carboidrati fermentescibili e un basso livello di fibra (Schlau et al., 2012).

Penner et al. in uno studio del 2009 hanno osservato un'importante variabilità individuale nella variazione di pH ruminale tra vacche alimentate con razioni ad alto tenore di concentrati. Infatti, è conosciuto come la flora microbica ruminale cambi in risposta alla dieta e alle condizioni ambientali (Dehority & Orpin, 1997) e mostri una certa specificità rispetto all'ospite (Weimer et al., 2010).

I segni clinici di acidosi ruminale subacuta sono vari e possono includere anoressia, diarrea intermittente, disidratazione, scarso stato di nutrizione, depressione,

diminuzione della motilità ruminale, laminite, e diminuzione nella produzione latte (Nordlund & Garrett, 1994).

La misurazione del pH ruminale è al momento la miglior tecnica diagnostica, ma poiché questo varia durante il giorno, campioni singoli raccolti da un gruppo di bovine sono facilmente esposti ad errore (Oetzel, 2017). La raccolta tramite ruminocentesi è più sensibile rispetto alla raccolta attraverso sonda ororuminale (Duffield et al., 2004). D'altra parte, un continuo monitoraggio del pH ruminale risulta impegnativo sia da un punto di vista economico che di tempo. Sono quindi necessari dei marker indiretti come l'osservazione del tempo di masticazione e dell'attività ruminale, oltre che il monitoraggio delle variabili a livello di latte, feci, urine e sangue (Humer et al., 2018). Un valido strumento per la diagnosi di acidosi ruminale subacuta è risultato essere l'emogas analisi. Infatti, da uno studio svolto da Gianesella et al. (2010) è stato dimostrato come O_2 Cont, PCO_2 , pH ematico, O_2Hb , pH urinario e ruminale siano significativamente più bassi in bovine con un pH ruminale < 5.5 .

A causa delle scarse informazioni sulla sua prevalenza e sulla natura non specifica di molte delle sue manifestazioni, l'importanza di questa patologia non è ancora completamente apprezzata (Plaizier et al., 2008).

1.2.6 Dislocazione dell'abomaso

La dislocazione di abomaso (DA) è un problema importante ed economicamente rilevante per gli allevamenti di bovine da latte durante la prima fase di lattazione. Infatti, oltre ai costi del trattamento, le bovine colpite producono meno latte e hanno un più alto tasso di eliminazione precoce (LeBlanc et al., 2005). Secondo un report redatto da Di Liang nel 2013 le perdite economiche associate alla dislocazione di abomaso si aggirano tra i 362€ e i 496€.

L'80 – 90% dei casi di dislocazione dell'abomaso avviene a sinistra (Braun et al., 2022; Hultgre & Pehrson, 1992) ed è spesso associato ad un accumulo di gas e a una leggera torsione dell'organo che rallenta il passaggio dell'ingesta e porta quindi a una condizione cronica (Coppock, 1974).

Molti sono gli studi che collegano disturbi del metabolismo con questa patologia ma pochi sono stati svolti prima della diagnosi di DA (Breukink, 1990; Geishauser, 1995;

Geishauser et al., 1997, 1998). In un lavoro svolto su 1000 bovine in 25 aziende, sono stati valutati aspartato aminotransferasi serica (AST), BHB, glucosio e calcio tre settimane prime del parto e poi una e due settimane postparto. Si è notata una correlazione tra i livelli di AST, BHB e insorgenza della DA. Infatti, negli animali in cui la patologia è stata diagnosticata tra la prima e la terza settimana postparto, i due parametri sono risultati significativamente aumentati rispetto agli animali controllo (Geishauser et al., 1998).

Per quanto riguarda i valori di glucosio e insulina i dati presenti in letteratura risultano contrastanti (Song et al., 2020). Zadnik Tnel (2003) e successivamente Mokhber Dezfouli et al. (2013) hanno rilevato un alto livello di questi due parametri in bovine affette da DA. Van Winden & Kuiper invece, nel 2003, hanno riscontrato una diminuzione nelle concentrazioni di glucosio e insulina, che sono più coerenti con uno stato di bilancio energetico negativo e con un aumento nei livelli di NEFA e BHB (Butler et al., 2006). Questa differenza di risultati si può spiegare includendo la differenza nell'intervallo di tempo tra l'instaurarsi della dislocazione e la diagnosi oltre che un'eventuale presenza di fattori stressanti durante lo studio (Stengärde et al., 2010).

Un importante numero di studi ha identificato eventi come gemellarità, distocia, ipocalcemia, ritenzione di placenta, metrite e chetosi quali fattori di rischio per la dislocazione sinistra dell'abomaso (LeBlanc et al., 2005). Nonostante questo, il principale fattore predisponente si pensa sia di origine alimentare (Shaver, 1997). Una ridotta assunzione di concentrati durante il preparto, associato a un aumento troppo rapido nell'ingestione di concentrati dopo il parto vanno a ridurre l'intake di fibra e ad aumentare la probabilità di insorgenza di DA (Behluli et al., 2017; Ingvarstsen, 2006).

In una bovina con dislocazione abomasale acuta l'atteggiamento risulta moderatamente variato, la temperatura rettale e le frequenze respiratoria e cardiaca risultano all'interno o vicine ai range fisiologici (Braun et al., 2022). Segni comunemente presenti sono rappresentati da una riduzione nella produzione di latte e una riduzione dell'ingestione di concentrati, mentre quella di foraggi tende rimanere invariata (Mueller, 2011). La motilità del ruminale risulta spesso rallentata o assente e i suoni appaiono ovattati a causa dell'interposizione dell'abomaso tra il ruminale e la parete addominale (Constable & al., 2017).

La diagnosi viene fatta nel 50% dei casi attraverso auscultazione del fianco e simultanea percussione che evidenzia un “ping” simile al suono di una goccia che cade all’interno di un contenitore in metallo (Mueller, 2011). L’ecografia permette una corretta identificazione di dislocazione abomasale con maggiore precisione a sinistra piuttosto che a destra (X. W. Li et al., 2018). L’abomaso viene visualizzato tra la parete addominale e il ruminale, presenta un contenuto alimentare ecogenico, con occasionalmente le pieghe abomasali ventralmente e una cupola gassosa caratterizzata da linee di riverbero dorsalmente (Braun et al., 2022).

Per la risoluzione si può tentare un approccio conservativo disponendo la bovina sul fianco destro e facendola ruotare di 180° (Melendez et al., 2017).

L’approccio chirurgico invece prevede più metodi. Come è stato presentato da Mueller (2011):

- Fissazione percutanea;
- Laparotomia paramediana con abomasopessi o omentopessi ventrale;
- Laparotomia del fianco sinistro con abomasopessi o omentopessi ventrale;
- Laparotomia del fianco destro con omentopessi o piloropessi a destra;
- Laparotomia bilaterale con omentopessi o piloropessi a destra.

1.2.7 Mastite

Nonostante i continui tentativi degli ultimi decenni nel controllare l’insorgenza di mastiti, questa patologia rimane una delle malattie batteriche predominanti nel periodo post – parto (Huszenicza et al., 2004). Le perdite economiche legate a questa patologia derivano dai trattamenti, dal mancato conferimento del latte, dall’aumento di mortalità e di tasso di eliminazione precoce (Dingwell et al., 2003). Espressi in una media di vacca/anno, i costi relativi ai casi di mastite sono stati stimati intorno a 54€ (Nielsen, 2009).

Le mastiti possono essere classificate in 3 categorie in base al grado di infiammazione: clinica, subclinica e cronica (Cheng & Han, 2020).

In condizioni di campo, la mastite clinica rimane la forma predominante, in quanto la subclinica non presenta effetti visibili a livello di mammella o di qualità del latte

(Karimuribo et al., 2006). La mastite clinica può a sua volta essere divisa in sottoclassi: iperacuta, acuta e subacuta (Cheng & Han, 2020). La forma iperacuta si presenta secondariamente a infezioni causate da E. Coli e Klebsiella sp. e richiede nella maggior parte dei casi un trattamento intramammario (Suojala et al., 2013).

Quando i batteri entrano all'interno della ghiandola mammaria, i leucociti come ad esempio i neutrofili vengono attivati attraverso le citochine, come ad esempio l'interleuchina 6 (IL -6), il tumor necrosis factor (TNF - α) e vengono aggregati attraverso induzione chimica, causando uno scoppio ossidativo e la fagocitosi del patogeno (Guan et al., 2020). Quando il batterio non viene ucciso dall'immunità innata, entra in gioco l'immunità acquisita che attiva la secrezione di CD4+ e CD8+, con riconoscimento e inattivazione delle molecole antigeniche (Parka et al., 1993).

I cambiamenti metabolici che avvengono durante il periodo di transizione, soprattutto l'aumento dei livelli plasmatici di NEFA e BHB, compromettono la migrazione dei neutrofili e la loro attività fagocitica, aumentando la suscettibilità della ghiandola mammaria ai patogeni causa di mastite (Huszenicza et al., 2004).

L'incidenza di questa patologia è risultata essere sette volte maggiore durante il periodo di asciutta piuttosto che durante la lattazione (Larry Smith et al., 1985). È stato dimostrato che tra le bovine in cui, alla macellazione, è stata rilevata mastite da Streptococchi ambientali, nel 36% la patologia era già stata diagnosticata nella prima metà dell'asciutta. Similmente, il 52% dei casi di mastiti da coliformi presenti nei primi 100 giorni di lattazione, sono originati durante il periodo di asciutta (Bradley & Green, 2000; Dingwell et al., 2003; Todhunter et al., 1995).

Per ridurre l'utilizzo di farmaci è importante gestire correttamente il periodo di asciutta, andando a controllare tutte le vacche a fine lattazione per cercare qualsiasi segno di mastite. (Cheng & Han, 2020). In caso di mastite cronica, essendo difficile l'identificazione visiva, si può ricorrere al California Mastitis Test (Bhutto et al., 2012). Successivamente si può procedere con l'applicazione di un sigillante del capezzolo che permette di velocizzare la produzione del tappo di cheratina a livello di canale formando una barriera contro i batteri ed evitando la perdita di latte (Cheng & Han, 2020).

Il trattamento più comune contro la mastite bovina risulta essere l'infusione intramammaria di antibiotico. Questa non è richiesta in tutti i casi di mastite, ma

nonostante questo l'uso di farmaci antibiotici in campo veterinario rimane quantitativamente importante, riducendo l'efficacia del trattamento stesso (Urakawa et al., 2022). In alcuni Paesi sono stati introdotti vaccini per prevenire l'insorgenza di questa patologia (Tashakkori et al., 2020).

Il periodo di asciutta risulta essere il momento migliore per il trattamento della mastite in quanto non abbiamo produzione di latte e questo consente l'utilizzo di farmaci con tempi di sospensione maggiore, senza la necessità di trattenere il latte (Cheng & Han, 2020).

1.3 Alimentazione e metabolismo

1.3.1 Fattori limitanti la produzione lattea

La continua selezione genetica verso una maggiore produzione di latte insieme al miglioramento di management, strutture, alimentazione e cure veterinarie hanno portato ad avere bovine con una produzione individuale anche di circa 35 000 kg/anno (Gross, 2022). Molte bovine, al giorno d'oggi, presentano patologie primariamente collegate alle alte performance produttive e associate all'incapacità di adattamento di metabolismo e sistema immunitario, anche se la correlazione tra le cosiddette patologie da alta produzione e la produzione stessa non è ancora ben chiara (Fleischer et al., 2001).

La produzione in allevamento viene determinata da fattori limitanti, riducenti e di definizione (van der Linden et al., 2021). Genotipo e clima rappresentano i fattori di definizione che determinano la produzione potenziale; quantità e qualità di razione e acqua sono i fattori limitanti, che determinano la produzione legata all'alimento; le patologie, lo stress e il management sono considerati i fattori riducenti (van der Linden et al., 2021) (Figura 3).

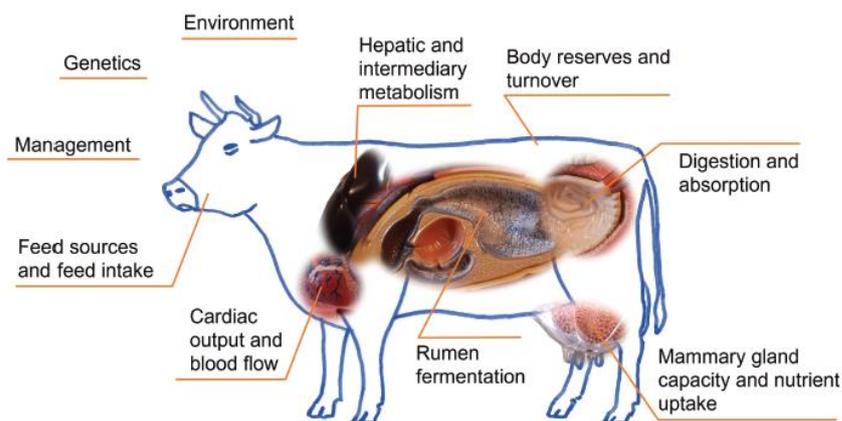


Figura 3. Fattori limitanti la produzione lattea nella bovina (Gross, 2022)

Alcuni di questi non possono essere controllati dall'allevatore, mentre altri possono essere manipolati per migliorare le performance degli animali (Schingoethe, 1996).

In relazione ai fattori limitanti, la qualità del foraggio, la concentrazione di fibra e il livello di energia maggiormente intaccano l'ingestione di sostanza secca, che è riconosciuta come un importante parametro per la definizione della produzione lattea (van der Linden et al., 2021).

I foraggi normalmente rappresentano metà o più della dieta delle bovine in lattazione e intaccano profondamente l'assunzione di carboidrati ed energia. Massimizzare l'intake di carboidrati digeribili è un importante obiettivo manageriale, in quanto l'energia necessaria per il mantenimento e la produzione di latte spesso supera l'energia che può consumare una bovina ad alta produzione (Kendall et al., 2009). In aggiunta ai fabbisogni di mantenimento è stato assunto che una bovina di 650 kg necessita di un supplemento energetico di 50 – 60 kg/d per la lattazione (NRC, 2001). Le classiche forme di foraggio utilizzate nell'alimentazione delle bovine da latte includono il pascolo, le forme conservate (fieno e insilati), oltre ai residui e ai sottoprodotti delle colture (paglia, bucce di soia e girasole). Questi sono caratterizzati da un alto tasso di fibra e un basso livello di energia e nutrienti, per cui, alimentare animali in lattazione solamente con prodotti di questo tipo permette di soddisfare i fabbisogni per la produzione di latte solo fino a 30kg/d (Bargo et al., 2003; Kolver, 2003). Inoltre, la capacità limitata di riempimento del rumine permette una ripresa nell'assunzione di alimento solamente dopo che quest'organo si è completamente svuotato. A seconda della composizione della dieta, le fermentazioni a livello ruminale e la velocità di transizione possono essere fattori limitanti per l'assunzione di sostanza secca. D'altra parte, la degradazione della fibra da parte dei batteri del rumine richiede tempo. Pertanto, l'assunzione di alimento dovrebbe essere massimizzata utilizzando ingredienti con elevata appetibilità, senza ridurre la velocità di passaggio nel rumine e la digeribilità complessiva (Grummer et al., 2004). A causa della diminuzione nella capacità digestiva del rumine, della necessità di maggiori nutrienti nella dieta e di una maggiore densità energetica come conseguenza dell'aumento delle performance produttive, nutrienti di alta qualità e in grado di bypassare il rumine per essere assorbiti a livello duodenale sono sempre più importanti per supportare la montata lattea durante la prima settimana di lattazione (Gross, 2022). Si può tuttavia presumere che durante tutto il periodo di lattazione la capacità digestiva e di assorbimento anche a livello post - ruminale risulti ridotta. Per questo, una dieta

contenente un'eccessiva quantità di fibra potrebbe non essere correttamente digerita a livello duodenale e passare direttamente nell'intestino crasso dove è sottoposta a fermentazioni microbiche (Owens et al., 1986).

Per sopperire a questa problematica, è stato introdotto il sistema TMR (total mixed ration) che dovrebbe fornire un corretto e contemporaneo apporto di tutti i nutrienti alimentari per la flora ruminale oltre che ottimizzarne la funzione e migliorare l'efficienza di utilizzazione dei nutrienti (Sova et al., 2014). In quest'ottica, l'omogeneità del TMR e le dimensioni delle particelle di alimento assumono primaria importanza nella nutrizione delle bovine, anche se questi spesso non vengono rispettati a causa dell'inefficienza di taglio e miscelazione all'interno del carro miscelatore (St & Lafayette, 2009).

La misurazione della dimensione delle particelle di alimento è uno strumento per massimizzare l'ingestione di sostanza secca e la produzione di latte (Righi et al., 2007). Si è visto infatti che particelle più piccole (< 1,18 mm) migliorano la digestione e aumentano l'ingestione di sostanza secca, la montata latte e la quantità di caseina nel latte, senza andare ad intaccare il tenore di grasso (Zebeli et al., 2008). È credenza comune che l'utilizzo di alimento di fibra di minori dimensioni vada a diminuire la produzione di saliva e di conseguenza il pH ruminale (Kononoff et al., 2003) ma ci sono degli studi, tra cui quello condotto da White et al. (2017), che riportano una correlazione moderata tra il tempo di alimentazione e il contenuto di fibra lunga nell'alimento. Tuttavia, è riconosciuto che sia il tempo di ruminazione che il tempo di alimentazione aumentano per unità di sostanza secca e NDF ingerito quando viene assunta fibra più lunga (Kononoff et al., 2003).

L'inserimento all'interno della dieta delle bovine ad alta produzione di una grande varietà di ingredienti (foraggi, granaglie, farine, sottoprodotti minerali e additivi), ognuno con caratteristiche fisiche diverse, ha reso più difficile la formulazione di una dieta omogenea. Infatti, il fatto che questi presentino valori nutrizionali e alimentari ottimi, non significa che garantiscano una razione accurata e omogenea se non vengono miscelati correttamente (Moallem & Lifshitz, 2020). Sappiamo anche che, se l'ingestione tende ad essere rapida o selettiva, possiamo trovarci di fronte a maggiori fluttuazioni nella produzione di acido lattico durante la giornata, con conseguente aumento nell'incidenza di acidosi ruminale subacuta (Tedeschi et al., 2023). Una dieta

non uniforme, da un punto di vista nutrizionale e fisico, può inficiare sulla quantità di alimento assunto dall'animale dando la possibilità di selezionare con conseguenze negative sulle performance (Kmicikewycz et al., 2015). La letteratura fino ad oggi presenta diversi studi sull'efficienza dei carri utilizzati nella miscelazione della razione e molte di queste descrivono procedure di carico, taglio e miscelazione. Purtroppo, non è ancora disponibile una "combinazione ideale" di queste (Costa et al., 2019). Un metodo rapido ed efficiente per la valutazione della razione è stato presentato nello studio di Serva et al. (2021) dove, con l'utilizzo di uno strumento NIRS portatile è stato possibile verificare le caratteristiche fisiche e chimiche del TMR, includendo la dimensione delle particelle e il contenuto effettivo di fibra.

In uno studio svolto da Andrighetto et al. (2023), dove le aziende sono state suddivise in base alla produzione latte in low (L), medium (M) e high (H), si è potuto definire come non ci sia una differenza significativa nella composizione della razione tra le classi di aziende, mentre i principali fattori nutrizionali che permettono di discriminare gli allevamenti ad alta produzione dagli altri sono l'ingestione di sostanza secca, la sostanza secca digeribile, la proteina grezza digeribile e l'omogeneità del TMR.

Alcuni autori hanno trovato una correlazione positiva tra il tempo di ruminazione e la produzione di latte (Krpálková et al., 2021). In accordo con Clément et al. (2014), il tempo di ruminazione può essere utilizzato come indicatore potenziale dell'ingestione di sostanza secca (DMI). Infatti, il tempo di ruminazione viene influenzato dalla composizione della dieta e può quindi essere definito come indice relativo al singolo animale che permette di implementare il modello predittivo di DMI (Adin et al., 2009; Clément et al., 2014). Si è visto che il tempo di ruminazione medio può andare dai 109 agli 88 minuti per kg di NDF assunta (rispettivamente per insilati di erba ed erba medica) quando i dati vengono rapportati a una bovina con un peso di 625kg (Miller-Cushon & DeVries, 2009). Watt et al. (2015) hanno dimostrato come un maggior tempo di ruminazione aumenti l'ingestione volontaria, la produzione di latte e l'emissione totale di metano.

Questo comportamento può essere utile anche per definire condizioni metaboliche associate a una diminuzione di DMI come, ad esempio, la chetosi (Soriani et al., 2013). Kaufman et al (2016) hanno dimostrato che bovine a cui è stata diagnostica chetosi

subclinica mostravamo un tempo di ruminazione inferiore rispetto a vacche sane durante una settimana prima e una settimana dopo il parto.

Il componente del latte maggiormente manipolabile attraverso la dieta risulta essere il grasso che può essere modificato fino al 3%. È chiaro, invece, che il contenuto di lattosio non risente delle modificazioni nella dieta, a meno che non parliamo di cambiamenti estremi e inusuali. La proteina risponde maggiormente rispetto al lattosio ma in minor misura rispetto al grasso (circa 0.5%) (Jenkins & McGuire, 2006).

Gli allevatori che si pongono come obiettivo quello di migliorare l'efficienza alimentare invece di massimizzare la produttività dell'animale, cercano un compromesso tra la produzione media della mandria, la salute degli animali, la riproduzione e la qualità del latte (Cremilleux et al., 2022).

1.3.2 Strategie per ridurre le patologie nel post- parto

Una conoscenza completa dell'epidemiologia delle varie patologie associate al periodo di transizione è cruciale per identificare i fattori di rischio e implementare delle strategie per diminuirne l'incidenza (Mulligan & Doherty, 2008). Inoltre, investigare i cambiamenti metabolici, fisiologici e immunologici è essenziale per lo sviluppo e l'implementazione di interventi con lo scopo di ridurre i problemi di salute e migliorare le performance degli animali (Overton & Waldron, 2004). Per monitorare il periodo di transizione possono essere considerate le seguenti aree: informazioni generali riguardo la mandria (densità, benessere e BCS degli animali), produzione nel primo periodo di lattazione, stato di salute delle vacche fresche, eventi (incidenza e prevalenza di patologie, morte, riforma) e alimentazione (Caixeta & Omontese, 2021).

Alcune patologie sono associate con l'ambiente sociale in cui si trovano le bovine prima e dopo il parto (Creutzinger et al., 2021). Miltenburg et al., (2018) hanno scoperto che l'aumento nella densità in allevamenti a stabulazione libera (80 vs 120% della densità e 90 vs 45 cm di fronte mangiatoia) porta a un aumento nella concentrazione di trigliceridi a livello epatico nel post parto ma non ha effetto sulla risposta metabolica e immunologica, sulla salute dell'utero e sulla produzione latte. Huzzey, Grant, et al., (2012), invece, duplicando i livelli di densità raccomandati (200% della densità, 0.5 cuccette per vacca e 34.5 cm di fronte mangiatoia per animale)

hanno avuto come risultati un maggiore aumento nella concentrazione di NEFA circolante se comparato con un livello di densità pari al 100% (1 cuccetta per vacca e 68.5 cm di fronte mangiatoia per animale).

Due risorse risultano essere maggiormente importanti per le vacche da latte: la possibilità di riposo e lo spazio in mangiatoia (Lobeck-Luchterhand et al., 2015). Le bovine da latte spendono un tempo pari a 12/13 ore riposando (Fregonesi et al., 2007) e 5/6 ore mangiando (Val-Laillet et al., 2008).

Diversi studi hanno indicato una correlazione positiva tra la produzione di latte e il tempo che le bovine passano sdraiate (R. Grant & Miner, 2007) come anche tra la produzione e la disponibilità di cuccette (Bach et al., 2008). I precursori della sintesi del latte, infatti, vengono trasportati dal circolo sanguigno alla ghiandola mammaria (Delamaire & Guinard-Flament, 2006) e questo tende ad essere maggiore quando la bovina è sdraiata (Rulquin & Caudal, 1992). Lo spazio in cui le bovine possono riposare è la prima fonte di contatto con umidità e sporczia quindi una mancata disinfezione dell'ambiente tra i parti va ad aumentare il rischio di insorgenza di patologie (Creutzinger et al., 2021).

La mangiatoia può rappresentare un'area di competizione causando modificazioni nel comportamento alimentare (Lobeck-Luchterhand et al., 2015). Bovine pluripare in un ambiente che presenta competizione per il cibo manifestano un tempo in mangiatoia minore e una velocità nell'alimentarsi superiore nelle prime due settimane post - parto (Proudfoot et al., 2009). Stando a quanto detto quindi, lo spazio disponibile per ciascun bovino stabulato in gruppo dovrebbe essere calcolato in base all'ambiente complessivo, ai fabbisogni comportamentali degli animali, all'età, sesso, peso vivo, razza o condizione fisiologica, tenendo conto delle dimensioni del gruppo e se siano presenti capi dotati di corna. Tale spazio dovrebbe almeno consentire che tutti i bovini possano sdraiarsi contemporaneamente, riposare e alzarsi normalmente, girarsi e camminare liberamente (CE draft 8/09 articolo 11, punto 1).

Sono state redatte molte review che descrivono l'adattamento nel metabolismo di energia, proteina e minerali durante il passaggio dal periodo di asciutta a quello di lattazione (Drackley et al., 2001; J. P. Goff, 2000) e gli autori dell'NRC (2001) le hanno integrate attraverso raccomandazioni nutrizionali.

Un eccessivo BCS al parto è uno dei principali fattori di rischio per l'insorgenza di patologie metaboliche durante il periodo di transizione e di conseguenza tutti gli allevatori dovrebbero avere come obiettivo quello di limitare l'aumento di peso corporeo durante la tarda lattazione e l'asciutta (Bradford, 2007).

Le strategie alimentari che vengono utilizzate durante il periodo di transizione includono:

- Dieta a moderata o elevata densità energetica fornita ad libitum (Rabelo et al., 2003; Vandehaar et al., 1999);
- Dieta ad energia controllata (Drackley & Cardoso, 2014);
- Dieta con basso tenore energetico fornita ad libitum (Janovick & Drackley, 2010; Mann et al., 2015; Richards et al., 2020);
- Alimentazione ristretta (Douglas et al., 2006; Winkelman et al., 2008).

Sembrerebbe che ognuno di questi approcci presenti un beneficio distinto per la bovina in transizione. Inserire nella dieta fonti di fibre a lenta digestione permette di mantenere il rumine repleto durante i brevi periodi in cui abbiamo diminuzione dell'ingestione, riducendo anche la probabilità di verificarsi della dislocazione di abomaso e dell'acidosi nel momento in cui l'animale torna a mangiare normalmente. D'altra parte, diete ad alto tenore energetico permettono alla popolazione microbica del rumine di adattarsi a un aumento di carboidrati digeribili prima che la razione fornita in lattazione venga introdotta (Bradford, 2007). Janovick & Drackley, (2010) hanno dimostrato che animali alimentati con una dieta ad energia controllata presentano un'incidenza di patologie inferiori rispetto a quelli alimentati con diete ad alto tenore energetico. Nello stesso studio, infatti, si è rilevato che una dieta con alto contenuto di paglia somministrata durante tutto il periodo di asciutta risulta nel mantenimento costante di DMI al parto, in un minor accumulo di lipidi a livello epatico e una minore concentrazione di corpi chetonici a livello sanguigno, rispetto a una dieta ad alto tasso energetico ad libitum. Allo stesso modo Beever (2006) ha riportato come gli allevatori riscontrino maggiore facilità nel parto e maggiore assunzione di sostanza secca vicino al parto quando la quantità di energia viene controllata in transizione. In generale, bovine alimentate con razioni ristrette al di sotto dei fabbisogni energetici richiesti (80%) non mostrano una diminuzione nell'ingestione di sostanza secca

durante i giorni precedenti il parto e un aumento più rapido nella DMI e della produzione di latte nel post – parto rispetto a bovine alimentate ad libitum (Agenäs et al., 2003; Holcomb et al., 2001). Inoltre, vacche con questo tipo di alimentazione presentano una curva attenuata inerente alla concentrazione di NEFA nel periparto rispetto alle vacche alimentate ad libitum; queste ultime mostrano anche una diminuzione nella sensibilità all'insulina rispetto alle prime (Agenäs et al., 2003; Overton & Waldron, 2004). Gli stessi effetti si possono ottenere con la somministrazione di una minore quantità di alimento anche se questo metodo risulta difficile da sostenere in sistemi di stabulazione in gruppo (Douglas et al., 2006; Janovick & Drackley, 2010). Il problema del non fornire alimento ad libitum, però, sta nella competizione che si può creare a livello di mangiatoia (Richards et al., 2020). Un'alimentazione ad alto contenuto energetico, invece, consente di avere una maggiore ingestione di sostanza secca nel preparto (Janovick & Drackley, 2010), ma, se somministrata nel primo periodo dell'asciutta, tende ad avere un effetto negativo sul metabolismo durante il periparto (Dann et al., 2006) e a portare a una maggiore diminuzione di DMI nel preparto (Minor et al., 1998).

Dall'unione di queste due strategie alimentari, dieta ad alto e basso tenore energetico, è nata la gestione di gruppi durante il periparto: le bovine nelle ultime tre settimane prima del parto vengono alimentate con una razione a maggior contenuto energetico e proteico rispetto a quella somministrata durante il primo periodo di asciutta (Contreras et al., 2004). Nello specifico, l'NRC, (2001) raccomanda di somministrare una dieta con approssimativamente 1.25 Mcal/kg di NEL dall'inizio dell'asciutta fino a 21 giorni prima del parto e una dieta contenente da 1.54 a 1.62 Mcal/kg di NEL le ultime tre settimane prima del parto. Questo tipo di divisione comporta però un continuo spostamento degli animali da un gruppo all'altro andando a interferire con le interazioni sociali e aumentando quelli che sono i comportamenti aggressivi e di sottomissione (Von Keyserlingk et al., 2008). La ricerca tende comunque a supportare la divisione in due gruppi per il management alimentare delle bovine in asciutta in modo da minimizzare la sovralimentazione durante la prima fase di asciutta e aumentare l'apporto energetico durante il tardo preparto (Overton & Waldron, 2004). L'inizio della lattazione aumenta in modo irreversibile le perdite di calcio attraverso colostro e latte e molte bovine risultano incapaci di adattarsi a questi cambiamenti

trovandosi a dover affrontare una condizione di ipocalcemia (Martinez et al., 2018). Questa condizione può essere evitata andando a somministrare una dieta anionica per manipolare la differenza tra anioni e cationi della dieta (DCAD) presente nel preparato (Charbonneau et al., 2006; I. J. Lean et al., 2006).

Sono state pubblicate numerose equazioni per il calcolo del DCAD nella razione delle vacche da latte:

- $(Na + K) - (Cl + S)$: prima pubblicazione da parte di Ender et al. (1971);
- $(Na + K + 0.38 Ca + 0.30 Mg) - (Cl + 0.6 S + 0,5 P)$ (Goff & Horst, 1998);
- $(Na + K + 0.15 Ca + 0.15 Mg) - (Cl + 0.6 S + 0,5 P)$ (NRC, 2001)
- $(Na + K) - (Cl + 0.6 S)$: sembra essere la più accurata per predire il base excess (BE) e il pH sanguigno partendo dalla composizione minerale della dieta (Goff et al., 2004).

Il meccanismo per cui questo tipo di alimentazione risulti efficace non è ancora completamente conosciuto (Wilkens et al., 2012). Una possibilità è che l'acidosi metabolica indotta da questo tipo di dieta porta a una maggiore risposta all'ormone paratiroideo (PTH) da parte dei tessuti (J. Goff, 2003). Questo ormone, oltre a stimolare la mobilitazione di calcio dalle ossa (Ramasamy, 2006), favorisce la conversione di 25 – idrossivitamina – D₃, il metabolita biologicamente attivo della vitamina D che stimola l'assorbimento di calcio a livello gastrointestinale (Ramasamy, 2006). Gli effetti deleteri del mantenere uno stato di acidosi metabolica è stato poco studiato nelle bovine da latte e non è chiaro se uno stato di acidosi completamente compensata sia associato a degli effetti negativi (Grünberg et al., 2011).

La nostra conoscenza riguardo la fisiologia nel periparto è in continua evoluzione; tuttavia, le sostanziali modificazioni che avvengono all'interno degli allevamenti, in risposta alla manipolazione della razione devono essere un promemoria del fatto che la gestione delle bovine in transizione è una questione dalle molte sfaccettature (Overton & Waldron, 2004).

2. Obiettivi

L'obiettivo dello studio presentato in questa tesi è quello di svolgere un processo di analisi del rischio aziendale riguardante i fattori metabolici e alimentari che possono insorgere durante il periodo di transizione e portare all'insorgenza di patologie nel post – parto.

Nello specifico ci si è focalizzati sulla divisione delle aziende in alto, medio e basso rischio in base alla probabilità di sviluppo di determinate patologie e su come le caratteristiche metaboliche degli animali e le loro modalità di alimentazione possano andare ad influire sulla produttività e riproduttività degli stessi.

3. Materiali e Metodi

3.1 Caratteristiche aziendali e modello sperimentale

Questa tesi rientra all'interno di uno studio più ampio che ha visto la collaborazione di professori dei Dipartimenti di MAPS e BCA dell'Università di Padova, dell'Istituto Zooprofilattico delle Venezie e dell'Associazione di buiatri ORUS.

La raccolta dati si è svolta da febbraio a giugno 2022, per una durata totale di 4 mesi.

Il progetto ha avuto lo scopo di analizzare quali fossero i fattori condizionanti l'insorgenza di patologie nel post - parto nella vacca da latte, considerando la gestione dell'allevamento sia dal punto di vista delle strutture che dell'approccio agli animali.

Sono state coinvolte 17 aziende, con numero differente di capi presenti, di cui 11 in Provincia di Vicenza, 5 in Provincia di Padova e 1 in Provincia di Treviso.

Tutte le Aziende allevavano principalmente vacche da latte di razza Frisona, delle quali sono stati raccolti i dati.

In tutte le aziende gli animali erano allevati a stabulazione libera.

Il totale di bovine coinvolte nella prova è stato di 221 e sono state seguite durante tutto il periodo di transizione, svolgendo tre campionamenti:

- 7 giorni preparto (+/- 3 giorni)
- 7 giorni post - parto (+/- 3 giorni)
- 21 giorni post - parto (+/- 3 giorni)

Oltre ai rilievi sulle bovine, sono stati effettuati controlli all'interno delle Aziende con lo scopo di analizzare le caratteristiche gestionali e strutturali delle stesse.

Tutti i dati strutturali e i rilievi sugli animali sono stati eseguiti da tre tesisti e un borsista, mentre le visite cliniche sono state svolte dai veterinari aziendali delle aziende coinvolte nella prova.

3.2 Rilievi sugli animali

3.2.1 Campionamento del periodo parto (T1)

Il primo campionamento si è svolto 7 giorni (+/-3 giorni) prima del parto.

Dapprima è stata fatta l'identificazione dell'animale tramite lettura della marca auricolare, definendone la categoria (vacca o manza) e richiedendo all'allevatore la data di inserimento nel gruppo parto.

Sono stati raccolti i dati anamnestici dell'animale, in particolare per quanto riguarda il tipo di stabulazione.

Si è passati quindi alla rilevazione dell'ADT (avoidance distance test), prima di entrare direttamente in contatto con la vacca, così da non condizionare la sua reazione.

Il test è stato svolto attraverso l'utilizzo di un metro laser (BOSCH DLE50®, Robert Bosch S.p.A., Gunzenhausen - Schlungenhof, Germany; range: 0-30 m, precision ± 1.5 mm) posizionandosi di fronte alla mangiatoia e puntando il laser al centro della fronte della bovina. La misurazione è stata eseguita nel momento in cui, all'avvicinarsi dell'operatore, l'animale si ritraeva dalla mangiatoia (Sharma & Phillips, 2019).

Il primo campionamento sull'animale è stato il prelievo di pelo per la misurazione del cortisolo basale (Otten et al., 2023).

La procedura è consistita nel raccogliere, attraverso l'utilizzo di un rasoio elettrico, circa la stessa quantità di pelo in tutte le bovine campionate, dalla zona della fronte. Tutti i campioni sono stati poi refrigerati fino al momento dell'analisi che si è svolta presso l'Unit of Physiology, Pathophysiology and Experimental Endocrinology, Department of Biomedical Sciences, University of Veterinary Medicine, Vienna, Austria.

Si è passati quindi ai rilievi all'interno del box parto che prevedevano la misurazione del pH delle urine, un prelievo di sangue e la misurazione della circonferenza toracica e del BCS.

Il valore del pH è stato rilevato facendo urinare le bovine attraverso massaggio della zona perineale e successivamente andando a raccogliere l'urina in un contenitore dove veniva immersa una striscia per il test del pH (Combi Screen Sys Plus® 11 parametri) (Constable et al., 2019).

Il prelievo di sangue è stato eseguito a livello di vena coccigea e sono state prelevate tre provette (Vacuette®): 2 con anticoagulante (litioeparina) e 1 senza anticoagulante. Anche in questo caso i campioni sono stati mantenuti a temperatura di refrigerazione fino alla consegna presso i laboratori di analisi.

Una provetta con litioeparina e quella senza anticoagulante sono state consegnate al laboratorio dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie per la misurazione di

- BHB (mmol/L)
- NEFA (meq/L)
- AST (U/l)
- Bilirubina totale ($\mu\text{mol/L}$)

La seconda provetta con anticoagulante è stata consegnata al laboratorio analisi dell'Ospedale Veterinario Universitario Didattico di Agripolis. Qui, subito dopo la consegna, il campione è stato centrifugato a 3000 giri per 10 minuti per l'estrazione del siero che è stato poi conservato a -20°C in Eppendorf da 1.5 mL fino all'analisi biochimica.

Tutti i campioni sono stati consegnati nella stessa giornata della raccolta.

La rilevazione della circonferenza toracica è stata svolta attraverso l'utilizzo di un metro flessibile, posizionato a livello dell'ultima costa.

La misurazione del BCS (body condition score) è stata eseguita attenendosi alle linee guida redatte da Ferguson andando ad osservare l'animale sia lateralmente che posteriormente e avendo come punti di riferimento l'ala dell'ileo, la tuberosità ischiatica, il legamento sacrale e i processi spinosi delle vertebre lombari. Ad ogni bovina è stato assegnato quindi un punteggio su una scala da 1 a 5 (Ferguson et al., 1994).

3.2.2 Primo campionamento del periodo post – parto (T2)

Il secondo campionamento è stato eseguito 7 giorni (+/- 3 giorni) dopo il parto.

Durante questa visita in azienda per ogni bovina campionata in T1 sono stati raccolti i seguenti parametri

- Data parto

- ADT
- BCS
- Prelievo di sangue
- Prelievo di feci

Per quanto riguarda ADT, BCS e prelievo del sangue sono stati seguiti gli stessi protocolli presentati in T1.

Il prelievo delle feci è stato eseguito per via transrettale e il campione è stato successivamente conservato in provette Falcon mantenendolo a temperatura di refrigerazione durante il trasporto.

L'obiettivo di questo campionamento è stato quello di rilevare il livello basale di cortisolo. L'estrazione del campione è stata svolta presso i laboratori dell'Università di Padova, con sede a Legnaro, mentre la misurazione del cortisolo basale è avvenuta presso l'Unit of Physiology, Pathophysiology and Experimental Endocrinology, Department of Biomedical Sciences, University of Veterinary Medicine, Vienna, Austria.

Per l'estrazione FMC (metaboliti del cortisolo fecale) i campioni di feci sono stati immediatamente congelati dopo la raccolta. L'estrazione è stata fatta pesando 0.5g di feci bagnate alle quali sono stati aggiunti 5 ml di metanolo all'80%. Il campione è stato poi messo in un multi-vortex per 1 - 2 minuti e successivamente in centrifuga per 15 minuti a 2500 giri. Questo è stato fatto per preparare il campione ad essere sottoposto ad un saggio immunologico enzimatico 11 - oxoetiocholanolone, che ha misurato 11,17- diossandrostan (Palme, 2019).

Dopo l'estrazione la procedura di analisi è proseguita seguendo il protocollo validato da Palme (2019):

- lavaggio delle piastre di microtitolazione rivestite (MTP) tre volte con soluzione di lavaggio. Sono state fatte asciugare tamponando il liquido con carta assorbente avendo cura di non toccare la parte inferiore del piatto;
- pipettaggio di standard, pool e dei campioni: è stato erogato il tampone di dosaggio per il legame non specifico e il legame zero, gli standard, i pool X e Y e il campione nell'MTP precedentemente preparati. Sono stati presi 0.01 ml di

ciascun campione sono stati aggiunti 0.04 ml di tampone per un totale di 0.05 ml;

- erogazione dell'etichetta di biotina: è stato erogato 0.1 ml di steroidi marcati con biotina in ciascun pozzetto. È stata utilizzata una pipetta multipla
- erogazione dell'anticorpo: sono stati erogati 0.1 ml di soluzione anticorpale in ciascun pozzetto (in caso di legame non specifico è stato utilizzato il buffer d'analisi e non l'anticorpo). È stato coperto l'MPT con parafilm e coperchio antipolvere, è stato agitato lievemente l'MTP durante la notte a 4°C;
- lavaggio dell'MTP dopo incubazione: è stato fatto decantare l'MPT incubato ed è stato lavato quattro volte con una soluzione di lavaggio fredda 4°C;
- reazione alla streptavidina: sono stati erogati 0.25 ml di soluzione enzimatica in ciascun pozzetto ed è stata incubata la piastra coperta per 45 minuti a 4°C su un agitatore per MTP 22;
- secondo lavaggio
- reazione al colore: sono stati erogati 0.25 ml di soluzione di substrato in ciascun pozzetto ed è stata incubata la piastra al buio per altri 45 minuti a 4°C
- reazione di arresto: sono stati erogati 0.05 ml di reagente d'arresto (il colore blu è diventato giallo);
- misurazione dell'assorbanza con lettore MTP automatico e calcolo dell'assorbanza (con PC). Filtro di riferimento 620 nm; filtro di misura 450 nm.

Grazie alla presenza dei veterinari aziendali è stato poi possibile eseguire una visita ginecologica per rilevare la presenza di metrite clinica e di altre patologie post - parto. La visita è stata svolta attraverso ispezione transvaginale o con l'ausilio di uno speculum per l'osservazione e l'analisi del tipo di lochiazioni presenti, classificandole come normali e anormali.

Infine, sono stati richiesti all'allevatore i dati di produzione in T2 per le bovine coinvolte.

3.2.3 Secondo campionamento del periodo post – parto (T3)

L'ultimo campionamento è stato eseguito 21 giorni (+/- 3 giorni) dopo il parto.

In quest'occasione sono stati raccolti i seguenti dati seguendo gli stessi protocolli presentati in T1 e T2:

- ADT
- BCS
- Prelievo di sangue
- Prelievo di feci
- Prelievo di pelo
- Circonferenza toracica
- Produzione

Inoltre, i veterinari aziendali hanno svolto una seconda visita ginecologica, in alcuni casi con l'ausilio dell'ecografo, per valutare

- Involuzione uterina classificandola in normale o ritardata
- Ripresa della ciclicità ovarica classificandola in ripresa o non ripresa della ciclicità
- Eventuali patologie post - parto considerando la presenza di metrite, endometrite, mastite, dislocazione abomasale, ritenzione di placenta e collasso puerperale

Durante questa visita è stato anche utilizzato un cytobrush a livello di cervice per andare a definire in un secondo momento il livello di infiammazione a 3 settimane dal parto (Kusaka et al., 2020).

Infatti, dopo aver svolto la manualità sopra citata, il brush è stato strisciato su un vetrino e fatto asciugare all'aria prima di essere riposto in un apposito contenitore.

I vetrini sono stati consegnati all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie nello stesso giorno della raccolta e qui sono stati colorati con colorazione Diff Quick.

Si è poi passati alla lettura del vetrino, tramite microscopio (VIsiScope© BL224PL) ad ingrandimento 40x, seguendo i seguenti criteri (Prieto et al., 2012):

- Valutazione dell'omogeneità della colorazione: omogenea (0) – disomogenea (1)

- Valutazione dell'omogeneità della distribuzione cellulare: omogenea (1) – parzialmente omogenea (2) – disomogenea (3)
- Cellularità: scarsa (1) – moderata (2) – alta (3)
- Conta di 200 cellule totali dividendo il vetrino in 6 campi partendo dall'angolo in basso a sinistra
- Percentuale dei neutrofili sulle 200 cellule totali

Le vacche sono state poi suddivise in due categorie secondo il cutoff proposto da Gabai et al. (2019) in base alla percentuale di neutrofili rilevata

- Clinicamente sane: > 5%
- Clinicamente malate: < 5%

3.3 Rilievi aziendali

In ogni Azienda coinvolta nello studio sono stati fatti dei rilievi strutturali e sono stati raccolti i dati manageriali per andare ad indagare la relazione tra la gestione degli animali e l'insorgenza di patologie nel post - parto.

Per ottenere le informazioni necessarie sono stati utilizzati due tipi di questionari: uno per i tassisti (*Allegato 1*) e uno per gli allevatori (*Allegato 2*).

Il primo è servito per raccogliere tutti i dati relativi alle strutture delle aziende, come ad esempio il tipo di flusso di aerazione, le dimensioni di box, cuccette, mangiatoie e abbeveratoi, sia per quanto riguardava le vacche in lattazione che in asciutta.

Inoltre, attraverso la consultazione dei dati sintetici collettivi presenti sulla piattaforma Si@lleva, è stato possibile avere un quadro completo della performance della mandria nell'ultimo anno.

Al termine del questionario è stato dedicato uno spazio per la stesura del giudizio del veterinario aziendale riguardo al grado di intensità delle problematiche dell'azienda.

Il questionario rilasciato agli allevatori si è focalizzato invece sulla gestione della fase di transizione. Grazie a questo sono stati raccolti i dati anagrafici dell'allevatore stesso, i dati aziendali, i metodi di allevamento/coltivazione utilizzati in azienda, le caratteristiche delle vacche in lattazione, delle vacche in asciutta, della zona parto,

delle manze, delle vitelle. Al termine è stata riservata una parte in cui l'allevatore ha riportato dei dati essenziali sul personale e ha avuto la possibilità di autovalutarsi.

3.4 Rilievi sulla razione

Per ogni azienda sono stati fatti due controlli di tipo alimentare a distanza di 30 giorni circa l'uno dall'altro.

Per ogni controllo sono stati fatti i seguenti rilievi:

a. Vacche fresche:

- prelevato un campione di unifeed (TMR) e sottoposto ad analisi chimico-fisica immediatamente mediante un NIRS portatile (polispec) e successivamente in laboratorio con un NIRS di tipo fisso (Foss). La metodica near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) consiste nell'espore un campione da 0,5 a 1,0g a uno scanner elettromagnetico con una lunghezza d'onda da 1100 a 2500 nm. L'energia viene diretta verso il campione per poi essere riflessa e misurata dallo strumento (Corson et al., 1999).
- Sullo stesso unifeed, inoltre, mediante l'utilizzo di un polispec (NIRS portatile) sono stati determinati l'indice di omogeneità (IO) e l'indice di selezione (IS) secondo le metodiche indicate da Serva et al. (2016). Non è stato possibile analizzare questi ultimi due parametri all'interno di quattro aziende in quanto le bovine non venivano alimentate con unifeed;
- sono stati prelevati campioni di feci da 7 - 10 vacche aventi da 50 a 120 giorni di lattazione a seconda della consistenza e successivamente analizzati in laboratorio per la determinazione della composizione chimica. In base poi alla composizione dell'unifeed e delle feci e mediante l'uso di un indicatore indiretto (ADL) è stata stimata la digeribilità delle razioni. Recenti studi hanno dimostrato esserci una buona correlazione riguardo alla digeribilità dell'alimento quando si vanno a comparare i risultati raccolti dalla razione e dalle feci. Questo si basa sul principio che le feci contengono delle informazioni spettrali che permettono di descrivere la composizione della dieta ingerita, nonostante siano influenzate dai processi digestivi (Evangelista et al., 2021).

b. Vacche parto:

- con le stesse procedure attuate per le vacche fresche sono stati determinati la composizione chimica delle razioni somministrate, l'IO e l'IS negli allevamenti che utilizzavano l'unifeed.

Mediante uno strumento dragher è stata rilevata la presenza di gas ambientali (Anidride carbonica e ammoniaca) su

- 3 punti equidistanti all'interno della zona di riposo delle vacche in lattazione
- 3 punti equidistanti all'interno della zona di riposo delle vacche in asciutta

È stata eseguita una raccolta dati circa

- la razione con gli alimenti in ordine di carico sul carro miscelatore sia per lattazione che per il parto;
- la produzione aziendale;
- GML, numero capi complessivi divisi per asciutta e lattazione;
- qualità di unifeed scaricato ed eventuali avanzamenti alimentari per il calcolo dell'ingestione complessiva;
- principali titoli di qualità del latte;
- indici di fertilità;

Sono state eseguite analisi del contenuto di elementi minerali (XRF) sui foraggi aziendali e sull'unifeed utilizzato in close up e calcolato il DCAD nelle razioni parto.

3.5 Analisi statistica

Per verificare la normalità delle variabili continue, è stato applicato il test di Shapiro-Wilk (un valore $> 0,9$ è considerato come indicativo di una distribuzione normale). Successivamente, è stata eseguita un'analisi della varianza a una via (ANOVA) per esaminare l'effetto della categoria relativa. In base al numero di alterazioni rilevate è stato calcolato il range tra numero massimo (1.88) e numero minimo (0.15) rilevato e il risultato è stato diviso per 3 (0.57). Le aziende sono state suddivise in tre categorie di rischio: alta (H), media (M), bassa (L). È stata condotta poi un'analisi statistica accorpando le aziende a basso e medio rischio andando a sommare i dati delle categorie singole e creando una nuova categoria denominata come L + M.

L'assunzione di linearità dei modelli è stata valutata attraverso un'analisi grafica. La significatività statistica è definita con $P < 0.05$, mentre gli effetti tendenziali sono stati evidenziati con $P < 0.1$. L'analisi della varianza è stata condotta utilizzando il software di analisi statistica XLSTAT 2022 (Addinsoft, New York, USA). Grazie a questo modello è stata possibile una divisione in terzili sia per quanto riguarda le classi di risposta all'avoidance distance test (ADT) sia per il numero di patologie riscontrate all'interno delle aziende coinvolte.

Per verificare quali siano stati i fattori di rischio e quali protettivi per l'insorgenza di una malattia post - parto sono stati testati modelli logistici e Cox proportional hazard regression (Cox) separatamente per ciascuna covariata (modelli univariabili). L'assunzione di proporzionalità del modello Cox è stata valutata visivamente (*Schoenfeld, Martingala, beta, and score residuals*). L'evento di malattia (*outcome*) è stata definito come chetosi a 7 giorni dal parto e/o lipidosi epatica a 21 giorni dal parto. Successivamente, usando le variabili risultate significative al modello Cox univariable, è stato calcolato un modello Cox step wise Akaike's information criterion in the backward (Cox AIC) e validato con una matrice di confusione, le cui metriche di valutazione sono il Matthew Correlation Coefficient (MCC), la sensibilità la specificità e l'accuratezza (bilanciata). Infine, usando il modello Cox AIC è stato disegnato un nomogramma predittivo dell'evento di malattia postparto definito precedentemente come *outcome*.

Il nomogramma stima la probabilità che un evento di malattia (outcome) avvenga per ciascun campione, considerando le variabili selezionate dal modello di riferimento, in quanto caso la regressione logistica e usando, quindi, un indicatore prognostico multiparametrico (Serva, Andrighetto, et al., 2021)

Per i modelli Logistici, Cox, Cox AIC e il nomogramma è stato usato R, versione 4.0.2 (2020-06-22), con Rcmdrpackage version 2.6-2 e RStudio Version 1.2.1578.

4. Risultati e discussione

4.1 Considerazioni generali

Azienda	N. bovine in lattazione	N. bovine totali	N. medio lattazioni	Giorni medi lattazione	Produzione media giornaliera (kg latte x giorno-1 x vacca -1)	% grasso nel latte	% proteina grezza nel latte	Tasso di riforma (%)
a	232	500	2,1	172	36,3	4,12	3,4	32,0
b	274	600	2,6	164	41,4	4,08	3,4	28,0
c	148	275	2,4	185	35,5	4,01	3,4	31,0
d	450	890	2,4	194	39,0	3,9	3,3	36,0
e	280	800	2,4	206	36,0	4,1	3,5	35,0
f	108	210	2,4	165	39,4	4,01	3,4	32,0
h	58	70	2,7	153	40,8	3,73	3,5	10,0
i	150	290	2,5	171	36,3	3,7	3,6	29,0
m	160	370	2,2	193	33,7	4,07	3,4	28,0
n	80	210	2,2	183	33,5	4	3,3	24,0
o	70	170	2,0	179	31,7	3,9	3,4	35,0
p	75	180	2,0	183	34,0	3,96	3,3	24,0
q	59	110	2,5	171	39,0	4,4	3,4	27,0
r	65	125	4,0	200	41,5	4	3,7	13,0
s	100	200	2,7	193	35,0	4,1	3,3	20,0
t	100	195	2,4	170	30,0	4,31	3,5	35,0
v	75	130	2,6	142	40,5	3,15	3,1	25,0

Tabella 3. Dati generali delle aziende coinvolte nella prova

Nella *Tabella 3* possiamo osservare le caratteristiche generali e produttive delle aziende coinvolte all'interno di questo lavoro di tesi. Per prima cosa si può notare come il numero di bovine in lattazione vada da un minimo di 58 animali (azienda h) a un massimo di 450 (azienda d). Questi dati sono in accordo con la tendenza presente nella Regione Veneto in cui troviamo allevamenti da piccole (fino a 50 capi) a grandissime (più di 200 capi) dimensioni (Report_costi_produzione_LATTE_DEF, 2013). Lo stesso possiamo dire del numero di lattazioni dove abbiamo una media, nelle 17 aziende, di 2.4 (*Figura 4*), valore che troviamo anche nello studio svolto dalla Dott.ssa Tondo tra il 2020 e il 2021 su 9758 aziende distribuite in tutta Italia (Fantini, 2021). I giorni medi di lattazione nelle aziende coinvolte risultano essere inseriti in un intervallo che va da 142 a 206 (*Figura 5*).

La produzione latte media giornaliera è variata dai 30 kg/vacca al giorno ai 41.5 kg/vacca al giorno mostrando un'importante variabilità tra le aziende. Possiamo anche notare, osservando la *Figura 6*, come la maggior parte delle aziende (8) si trovi in un range di produzione che va da 34.9 a 39.6 kg/vacca al giorno. Per quanto riguarda la percentuale di grasso nel latte, le aziende indagate hanno mostrato una media di 3.97%, mentre la media del contenuto di proteina grezza è risultata essere di 3.4%. Entrambi questi dati dimostrano di essere in linea con i valori riscontrati nelle aziende venete.

Per quanto riguarda il tasso di riforma i valori sono molto variabili, da un minimo del 10% a un massimo del 36% (Figura 7). Un alto tasso di rimonta non è da intendersi come un fattore negativo per l'azienda, ma più come una scelta manageriale nella maggior parte dei casi. Infatti, alcune aziende preferiscono mantenere una percentuale di animali giovani superiore in quanto questi risultano essere meno predisposti all'insorgenza di patologie e anche il loro peso corporeo tende ad essere ridotto rispetto a quello di vacche anziane.

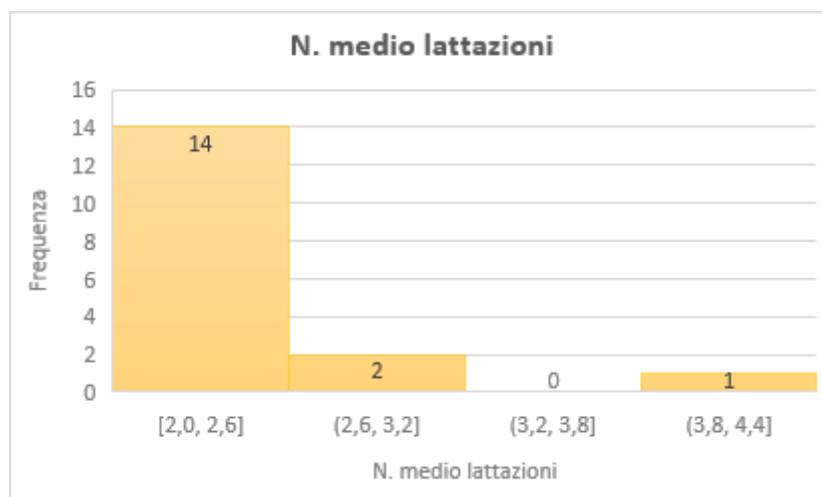


Figura 4. Numero medio di lattazioni nelle aziende coinvolte.

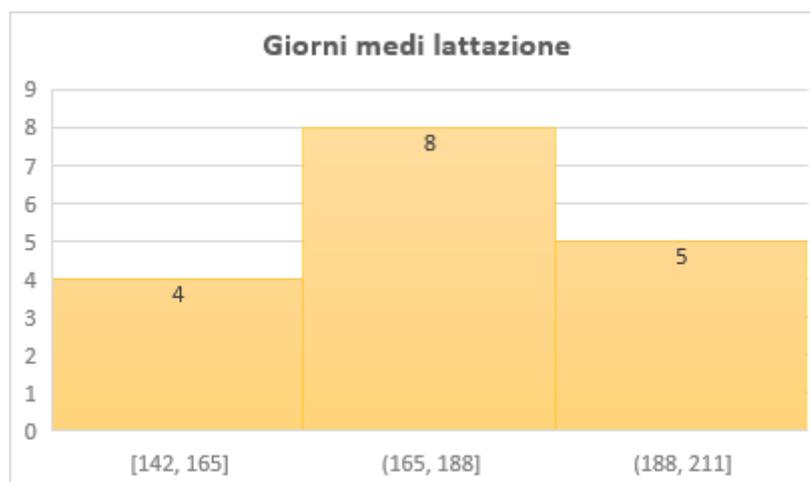


Figura 5. Giorni medi di lattazione nelle aziende coinvolte.

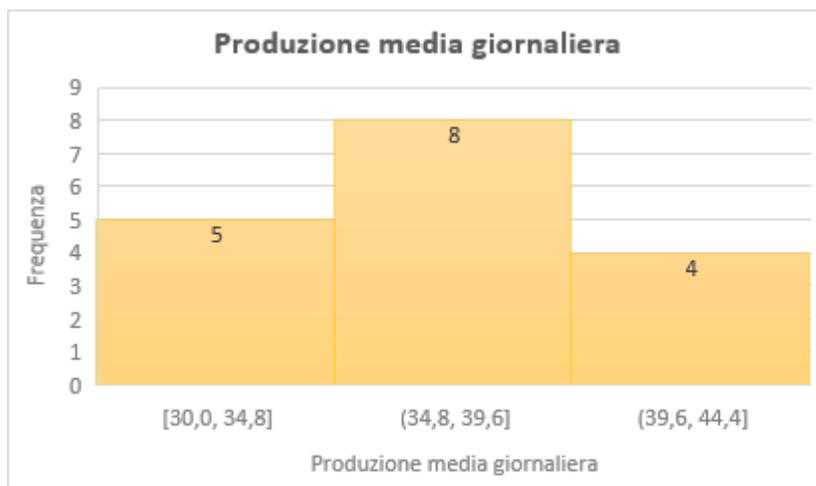


Figura 6. Produzione media giornaliera nelle aziende coinvolte (kg latte × giorno⁻¹ × vacca⁻¹).

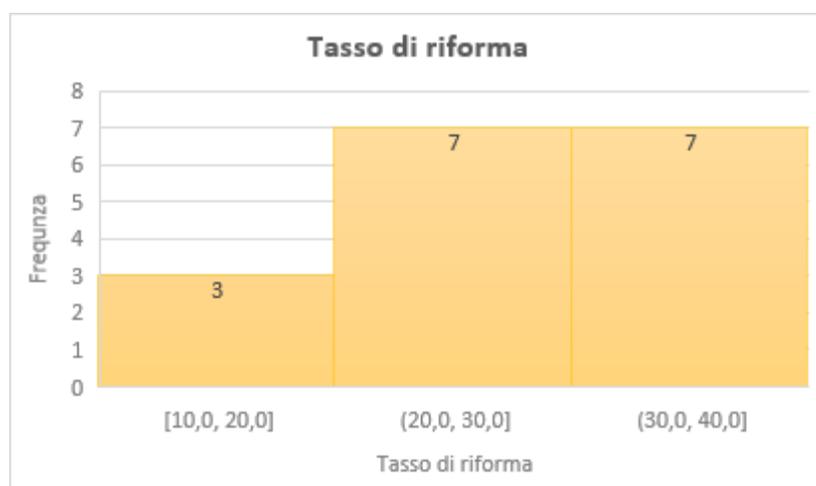


Figura 7. Tasso di riforma delle aziende coinvolte (%).

Azienda	Intervallo parto - 1 ^a inseminazione (gg)	Intervallo parto - 1 ^o concepimento (gg)	Interparto (gg)	Rapporto inseminazioni/ concepimento manze	Rapporto inseminazioni/ concepimento vacche	Età primo parto (mesi)
a	78	133	404	1,7	2,1	23
b	78	114	390	1,4	2,3	23
c	86	115	390	1,6	2,1	23
d	85	120	403	1,7	2,5	24
e	70	146	402	1,5	3	26
f	74	109	382	1,6	2,1	24
h	64	105	378	1,4	2	25
l	78	125	407	1,2	2,2	26
m	87	155	437	1,8	2,6	25
n	70	127	404	1,7	3,33	25
o	77	142	401	2,09	2,57	24
p	80	98	384	1,65	1,88	24,3
q	90	107	410	1,1	1,6	25
r	60	220	404	2,5	3	26
s	70	160	415	1,9	2,7	26
t	50	139	401	1,5	2	26
v	60	131	405	1,3	2,8	25

Tabella 4. Dati relativi ai fattori riproduttivi delle aziende coinvolte.

Nella Tabella 4 sono riportati i valori relativi ai principali fattori coinvolti nella riproduzione delle bovine da latte. Nelle aziende coinvolte si può notare un'importante variabilità in tutti i parametri analizzati:

- Intervallo parto – 1^a inseminazione: da 50 a 90 giorni
- Intervallo parto – 1^o concepimento: da 98 a 220 giorni
- Interparto: da 378 a 410 giorni
- Rapporto inseminazioni/concepimento manze: da 1.1 a 2.5
- Rapporto inseminazioni/concepimento vacche: da 1.6 a 3.33
- Età al primo parto: da 23 a 26 mesi.

Come riportato da De Rensis & Marconi (1999) i valori ottimali per quanto riguarda i primi tre parametri dovrebbero essere di 40 – 45 giorni, 85 giorni e 365 – 410 giorni rispettivamente. L'aumento nelle misure di questi fattori all'interno delle realtà zootecniche interessate dallo studio rispecchia quello che è l'andamento italiano. Questa crescita può essere in parte spiegata dalla crescente pressione metabolica a cui sono sottoposti gli animali, ma non si verifica negli allevamenti in cui il forte progresso genetico viene accompagnato da una corretta gestione sanitaria e nutrizionale, nonché da una corretta valutazione e gestione degli aspetti riproduttivi (Campiotti M., 2007).

Per quanto riguarda l'età al primo parto invece, i dati rilevati nelle 17 aziende coinvolte nello studio rispecchiano quanto si trova in letteratura. Infatti, poiché una più bassa età al primo parto riduce i costi di allevamento, l'obiettivo è quello di avere manze che partoriscono per la prima volta a 24 mesi (Salazar-Carranza et al., 2014). Si pensa che un'età al primo parto inferiore possa avere effetti negativi sulla qualità e quantità del latte prodotto (Eastham et al., 2018) mentre non si è a conoscenza di quali siano gli effetti di un'età al primo parto più avanzata sulla prima lattazione.

Azienda	Lochiazioni (%)	Ritenzioni di placenta (%)	Metriti cliniche (%)	Metriti subcliniche (%)	Mastiti (%)	Collassi (%)	Dislocazioni abomaso (%)	Numero medio problematiche postparto rilevate per animale	Classificazione azienda
a	32,4	14,7	11,8	20,6	11,8	0,0	0,0	0,91	M
b	20,0	3,3	6,7	20,0	0,0	0,0	0,0	0,50	L
c	41,7	0,0	16,7	33,3	0,0	0,0	0,0	0,92	M
d	19,2	0,0	7,7	7,7	0,0	0,0	15,4	0,50	L
e	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,15	L
f	12,5	12,5	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,50	L
h	10,0	0,0	10,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,40	L
l	45,5	0,0	36,4	45,5	9,1	0,0	0,0	1,36	H
m	50,0	0,0	43,8	62,5	0,0	6,3	0,0	1,63	H
n	100,0	0,0	10,0	30,0	0,0	0,0	0,0	1,40	H
o	58,3	0,0	16,7	16,7	0,0	16,7	0,0	1,08	M
p	71,4	0,0	0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	0,86	M
q	14,3	28,6	0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	0,57	L
r	33,3	0,0	33,3	100,0	0,0	0,0	0,0	1,67	H
s	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	0,33	L
t	50,0	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0	1,50	H
v	62,5	0,0	62,5	62,5	0,0	0,0	0,0	1,86	H

Tabella 5. Incidenza delle patologie riscontrate durante il periodo di transizione nelle aziende coinvolte. Suddivisione delle stesse aziende in alto (H) – medio (M) – basso (L) rischio in base all'incidenza stessa.

Nella Tabella 5 sono riportate le patologie riscontrate durante lo studio nelle 17 aziende coinvolte e la loro incidenza in percentuale.

L'eliminazione delle lochiazioni è un processo fisiologico che si verifica dopo il parto, fino a 12 giorni da quest'evento (Marasi & Pains, 2013). I valori presentati in tabella mostrano l'incidenza con cui sono state analizzate lochiazioni patologiche, ossia con caratteristiche visive ed olfattive differenti dal normale, a 7 giorni post – parto. Queste possono essere considerate un fattore predittivo l'insorgenza di patologie uterine, come metrite ed endometrite (Sannmann & Heuwieser, 2015). Frequente, infatti, che un'elevata incidenza di lochiazioni patologiche porti all'insorgenza di metrite nelle prime settimane post – parto (Sannmann & Heuwieser, 2015).

L'incidenza della ritenzione placentare, nelle aziende in cui è stata riscontrata, si è dimostrata maggiore rispetto ai valori trovati in letteratura (Stevenson, 1987), come anche l'incidenza di metrite clinica in 4 aziende, di metrite subclinica in 6 e di mastite,

ipocalcemia e dislocazione dell'abomaso in tutte le aziende in cui sono state rilevate queste patologie.

Le aziende sono state raggruppate in terzili in base al numero di alterazioni rilevate nel post – parto rispettivamente in alto, medio e basso rischio:

- Alto rischio: > 1.30
- Medio rischio: tra 0.73 e 1.30
- Basso rischio: < 0.73

Tra le aziende interessate 6 sono rientrate nella categoria ad alto rischio, 4 in quella a medio rischio e 7 in quella a basso rischio.

Azienda	N. medio lattazioni	Giorni medi lattazione (gg)	Produzione media annuale (kg di latte x giorno-1 x vacca -1)	Tasso di riforma (%)	Interparto (gg)	Età primo parto (mesi)	Classificazione azienda
a	2,1	172	36,3	32,0	404	23	M
b	2,6	164	41,4	28,0	390	23	L
c	2,4	185	35,5	31,0	390	23	M
d	2,4	194	39,0	36,0	403	24	L
e	2,4	206	36,0	35,0	402	26	L
f	2,4	165	39,4	32,0	382	24	L
h	2,7	153	40,8	10,0	378	25	L
l	2,5	171	36,3	29,0	407	26	H
m	2,2	193	33,7	28,0	437	25	H
n	2,2	183	33,5	24,0	404	25	H
o	2,0	179	31,7	35,0	401	24	M
p	2,0	183	34,0	24,0	384	24,3	M
q	2,5	171	39,0	27,0	410	25	L
r	4,0	200	41,5	13,0	404	26	H
s	2,7	193	35,0	20,0	415	26	L
t	2,4	170	30,0	35,0	401	26	H
v	2,6	142	40,5	25,0	405	25	H

Tabella 6. Classificazione delle aziende in base al rischio di incidenza di patologie nel periodo di transizione in riferimento ai dati produttivi e riproduttivi. Suddivisione delle stesse aziende in alto (H) – medio (M) – basso (L) rischio in base all'incidenza stessa.

La Tabella 6 espone i dati delle Tabelle 4 e 5 andando ad associare la classe di rischio di ogni azienda ai suoi valori produttivi e riproduttivi.

Possiamo osservare come nella maggior parte dei casi ci sia una correlazione apparente tra basso rischio e numero medio di lattazioni. Il dato che ci sorprende però è quello relativo all'azienda "r" che, nonostante presenti il maggiore numero di lattazioni (4.0), si trova inserita nella categoria ad alto rischio. Analizzando invece gli

altri parametri sembra non esserci una correlazione apparente importante con la classificazione nelle categorie di rischio.

4.2 Alimentazione

ADT

	Basso	Medio	Alto	P
Asciutta				
ADF (% SS)	26,2 a	29,2 a	29,6 a	0,367
CENERI ACIDO INSOLUBILI (% SS)	0,633 a	0,675 a	0,733 a	0,057
AMIDO (% SS)	9,95 a	6,89 a	5,85 a	0,352
aNDF (% SS)	49,0 a	50,3 a	48,5 a	0,732
CENERI (% SS)	8,08 a	8,12 a	7,92 a	0,635
ESTRATTO ETereo (% SS)	1,95 a	1,96 a	1,75 a	0,766
INDICE DI OMOGENEITA' (0 – 100)	44,0 a	48,1 a	45,7 a	0,904
INDICE DI SELEZIONE (0 – 100)	28,8 b	37,2 ab	51,4 a	0,027
LIGNINA (% SS)	3,00 a	4,078 a	3,98 a	0,389
PROTEINA GREZZA (% SS)	10,9 a	10,0 a	11,6 a	0,328
SOSTANZA SECCA (%)	54,2 a	61,5 a	48,6 a	0,255
Lattazione				
ADF (% SS)	19,6 a	18,6 a	18,1 a	0,586
CENERI ACIDO INSOLUBILI (% SS)	0,613 a	0,642 a	0,575 a	0,320
AMIDO (% SS)	24,8 a	26,0 a	25,8 a	0,636
aNDF (% SS)	34,8 a	34,2 a	33,7 a	0,566
CENERI (% SS)	7,24 a	7,25 a	7,21 a	0,989
DIG. AMIDO (%)	96,8 a	97,5 a	97,4 a	0,235
DIG. aNDF (%)	33,2 a	37,6 a	35,7 a	0,513
DIG. PROTEINA (%)	54,3 a	58,7 a	55,7 a	0,592
DIG. SOSTANZA SECCA (%)	51,2 a	58,0 a	53,8 a	0,288
ESTRATTO ETereo (% SS)	3,66 a	3,74 a	3,68 a	0,935
INDICE DI OMOGENEITA' (0 – 100)	63,1 a	64,6 a	58,2 a	0,583
INDICE DI SELEZIONE (0 – 100)	41,6 a	36,9 a	50,6 a	0,237
LIGNINA (% SS)	2,9 a	2,9 a	2,9 a	0,999
PROTEINA GREZZA (% SS)	14,7 a	14,6 a	14,8 a	0,927
SOSTANZA SECCA (%)	51,3 a	60,8 a	56,2 a	0,514

Tabella 7. Differenze tra le principali caratteristiche fisico chimiche delle diete somministrare alle bovine in asciutta o in lattazione in relazione alla appartenenza alla classe di risposta di avoidance distance test (ADT) bassa, medio e alta.

Nella *Tabella 7* possiamo osservare le differenze tra le medie stimate dal modello per le variabili predittive nelle tre classi di risposta ADT misurate per le singole bovine delle aziende coinvolte in questo progetto di tesi e i parametri ottenuti dall'analisi sulla razione.

Grazie all'analisi di questi dati possiamo osservare come l'indice di selezione sia risultato significativamente inferiore nelle aziende classificate con classe di risposta bassa rispetto a quelle classificate con classe di risposta alta. Questo significa che razioni migliori, con meno ceneri e in cui gli animali non selezionano, portano ad un livello più basso di diffidenza che in alcuni studi è stato correlato a minor stress da parte degli animali. Sutherland et al. (2012) infatti, hanno dimostrato come bovine con maggior responsività di fronte alla presenza dell'uomo presentassero livelli di cortisolo più alti e di ossitocina più bassi, andando così a incidere sulla produzione latte. È stato inoltre dimostrato che il valore ADT è influenzato dalla presenza di patologie che riducono la capacità motoria dell'animale, oltre che patologie del tratto digerente e respiratorio, diventando così un indice importante per la valutazione della salute animale (Sharma & Phillips, 2019).

Per quanto riguarda invece l'indice di omogeneità non è stata riscontrata alcuna correlazione significativa.

PATOLOGIE

	Basso	Medio	Alto	P
	1	2	3	
Asciutta				
ADF (% SS)	27,6 a	29,1 a	28,7 a	0,802
CENERI ACIDO INSOLUBILI (% SS)	0,688 a	0,667 a	0,700 a	0,741
AMIDO (% SS)	8,24 a	7,47 a	5,50 a	0,709
aNDF (% SS)	48,3 a	50,2 a	49,7 a	0,670
CENERI (%SS)	8,09 a	8,12 a	7,80 a	0,387
ESTRATTO ETereo (% SS)	1,83 a	2,03 a	1,68 a	0,509
INDICE DI OMOGENEITA' (0 – 100)	45,9 a	45,5 a	50,5 a	0,895
INDICE DI SELEZIONE (0 – 100)	35,8 a	41,9 a	34,5 a	0,654
LIGNINA (% SS)	3,23 a	3,91 a	4,53 a	0,394
PROTEINA GREZZA (% SS)	11,8 a	10,3 a	9,4 a	0,109
SOSTANZA SECCA (%)	49,5 a	59,2 a	62,2 a	0,315
Lattazione				
ADF (% SS)	18,7 a	18,3 a	19,4 a	0,738
CENERI ACIDO INSOLUBILI (% SS)	0,590 a	0,630 a	0,625 a	0,627
AMIDO (% SS)	25,7 a	26,2 a	24,7 a	0,514
aNDF (% SS)	34,2 a	34,0 a	34,6 a	0,797
CENERI (%SS)	7,13 a	7,14 a	7,53 a	0,264
DIG. AMIDO (%)	97,1 a	97,7 a	96,8 a	0,132
DIG. aNDF (%)	35,6 a	39,4 a	31,5 a	0,107
DIG. PROTEINA GREZZA (%)	55,6 ab	62,5 a	50,7 b	0,010
DIG. SOSTANZA SECCA (%)	53,5 a	59,9 a	50,2 a	0,066
ESTRATTO ETereo (% SS)	3,62 a	3,68 a	3,88 a	0,457
INDICE DI OMOGENEITA' (0 – 100)	60,3 a	64,8 a	61,7 a	0,764
INDICE DI SELEZIONE (0 -100)	39,3 a	38,6 a	50,4 a	0,311
LIGNINA (% SS)	2,91 a	2,63 a	3,13 a	0,081
PROTEINA GREZZA (% SS)	14,8 a	14,6 a	14,6 a	0,924
SOSTANZA SECCA (%)	55,4 a	57,1 a	59,1 a	0,913

Tabella 8. Differenze tra le principali caratteristiche fisico chimiche delle diete somministrare alle bovine in asciutta o in lattazione in relazione alla appartenenza alla classe di patologia bassa, medio e alta.

Nella *Tabella 8* possiamo osservare le differenze tra le medie stimate dal modello per le variabili predittive nelle tre classi relative alla presenza di patologie per le singole bovine delle aziende coinvolte nello studio e i parametri ottenuti dall'analisi sulla razione.

Grazie all'analisi di questi dati possiamo notare come la digeribilità della proteina grezza in lattazione risulti migliore nelle aziende con presenza di patologie bassa e media, rispetto a quelle con presenza di patologie alta. Inoltre, si osserva anche come la presenza di patologie interferisca anche con la digeribilità della sostanza secca in lattazione, che appare migliore nelle aziende con bassa e media presenza di patologie. Non sembra invece esserci correlazione significativa tra alto numero di patologie e gli indici di selezione e omogeneità.

	L	M	H	P
Ingestione	40,1	44,1	41,4	0,637
Ingestione di ss	22,0	22,2	24,8	0,156
Efficienza alimentare	1,92 a	1,66 ab	1,55 b	0,011
Digeribilità ss in lattaz.	54,4	60,6	52,5	0,124
Digeribilità proteina in lattaz.	55,8 ab	63,9 a	53,0 b	0,012
Digeribilità NDF in lattaz.	35,9	39,8	33,7	0,230
Digeribilità amido in lattaz.	97,2	97,9	96,9	0,071
Indice di omogeneità in lattaz.	62,8	61,5	62,3	0,981
Indice di selezione in lattaz.	39,6	38,8	47,9	0,490
Indice di omogeneità in asciutta	42,6	46,8	50,5	0,382
Indice di selezione in asciutta	36,6	45,1	37,5	0,352

Tabella 9. Effetti dalla divisione in classi in base al rischio sulle caratteristiche alimentari nel periodo di transizione.

Nella *Tabella 9* possiamo vedere come i parametri legati alla razione vadano ad incidere sulla divisione in classi di rischio per l'insorgenza di patologie in azienda. In particolare, notiamo come ci siano differenze significative tra il rischio di contrarre patologie e l'efficienza alimentare (EF). Questo parametro è definito come la quantità di latte prodotto al 3.5% di grasso per ogni kg di sostanza secca consumata (Connor, 2015). Diversi sono i fattori che devono essere tenuti in considerazione per il calcolo dell'EF, come viene riportato da Arthur et al. (2023):

- Alimento rimanente in mangiatoia;
- Giorni di lattazione;

- Conta delle cellule somatiche;
- Cambiamenti nel peso corporeo dell'animale;
- Esercizio;
- Acidosi ruminale;
- Presenza di additivi nella razione;
- Qualità del foraggio.

La correlazione tra incidenza di patologie nel periodo di transizione ed EF non è stata molto studiata in letteratura, ma si è vista una differenza in lattazione tra bovine malate e sane (Martin et al., 2021). Negli ultimi anni la valutazione dell'efficienza alimentare ha assunto maggiore importanza per gli allevatori in quanto i costi per l'alimentazione costituiscono il 50% del costo totale sulla produzione di latte (Hemme et al., 2014)

Significativa anche la differenza tra digeribilità della proteina in lattazione ($P = 0.012$) nelle tre classi di rischio di insorgenza di malattie. A classe di rischio minore possiamo associare quindi una migliore digeribilità.

Per quanto riguarda, invece, la digeribilità della fibra in lattazione, ci troviamo di fronte a una differenza tendenzialmente significativa ($P = 0.071$).

Importante considerare come da questi dati non emerga una differenza significativa tra classe di rischio e valori di ingestione e ingestione di sostanza secca, come anche per quanto riguarda gli indici di selezione ed omogeneità. Questo ci permette di affermare che la formulazione della razione e la sua preparazione attraverso carro miscelatore siano affrontate correttamente da alimentaristi e allevatori, mentre entrino in gioco fattori di tipo gestionale che vanno ad incidere sull'efficienza alimentare.

	L + M	H	P
Ingestione	41,6	41,4	0,965
Ingestione ss	22,1	24,8	0,050
Efficienza alimentare	1,830	1,550	0,023
Digeribilità ss in lattaz.	56,6	52,5	0,207
Digeribilità proteina in lattaz.	58,8	53,0	0,068
Digeribilità NDF in lattaz.	37,3	33,7	0,205
Digeribilità amido in lattaz.	97,5	96,9	0,124
Indice di omogeneità in lattaz.	62,3	62,3	0,998
Indice di selezione in lattaz.	39,3	47,9	0,225
Indice di omogeneità in asciutta	44,1	50,5	0,217
Indice di selezione in asciutta	39,7	37,5	0,670

Tabella 10. Effetti della divisione in classi in base al rischio sulle caratteristiche alimentari. Accorpamento delle classi a basso e medio rischio (L + M).

Nella *Tabella 10* vediamo una differenza sostanziale rispetto alla precedente in quanto le aziende rientranti in classi di rischio basse e medie sono state accorpate. Anche qui come prima vediamo una differenza marcatamente significativa tra classe di rischio ed efficienza alimentare ($P = 0.023$), mentre la differenza diventa significativa per la digeribilità della proteina in lattazione ($P = 0.050$). Andando ad unire basso e medio rischio diventa tendenzialmente significativa anche la correlazione tra insorgenza di patologie e ingestione di sostanza secca ($P = 0.068$). Questo potrebbe significare che di fronte a problematiche di maggiore entità abbiamo un iniziale aumento dell'ingestione di sostanza secca che però si tramuta a sua volta in una maggiore permanenza dell'alimento a livello ruminale.

Da questi dati notiamo l'importanza del parametro efficienza alimentare in quanto la sola miglior ingestione non determina degli effetti benefici sull'animale. Nelle nostre analisi la differenza in termini di digeribilità è data dalla proteina; parametri importanti nell'ottimizzare l'efficienza potrebbero essere anche la digeribilità dell'NDF, la digeribilità dell'SS e l'indice di selezione che, nonostante mostrino una differenza numerica in tabella, nel nostro caso non sono risultati significativi.

PRODUZIONE DI LATTE

Variabile	Oddsratio	95% C.I.
Ingestione	1,00	0,842 – 1,81
Ingestione ss	0,65	0,375 – 0,980
Digeribilità ss in lattaz.	1,13	0,951 – 1,40
Digeribilità proteina in lattaz.	1,23	1,00 – 1,67
Digeribilità NDF in lattaz.	1,17	0,947 – 1,59
Digeribilità amido in lattaz.	3,67	0,787 – 27, 6
Indice di omogeneità in lattaz.	1,00	0,897 – 1,11
Indice di selezione in lattaz.	0,95	0,870 – 1,03

Tabella 11.. Risultati della regressione logistica univariabile: valori di Odds ratio e intervallo di confidenza al 95% per le principali variabili alimentari.

I risultati delle regressioni logistiche univariate per le principali variabili di composizione chimica e fisica delle razioni unifeed e valutati classe di produzione aziendale (definita come alta, H, o bassa + media, B + M) sono riportati in *Tabella 11*. Se il valore dell'OR si trova compreso tra 0 e 1, la variabile viene definita protettiva, se invece > 1 viene definita predisponente. Se nell'intervallo di confidenza (C.I. 95%) è compreso il valore 1 allora l'effetto di quella variabile non è significativo per l'appartenenza alla classe di produzione alta. Stando a questo, l'unico risultato significativo emerso da quest'indagine è rappresentato dall'ingestione di sostanza secca (DMI) post – parto che può essere definita come variabile protettiva la produzione di latte.

Questo risultato è coerente con quanto presente in letteratura, dove molti studi presentano una forte relazione tra la DMI e la produzione latte (Hristov et al., 2005; O. Martin & Sauvant, 2002; Roseler et al., 1997; Voelker et al., 2002).

	HR	HR (95%)
Parto (pluripare)	2,07	(0,990-4,30)
Spostamento nel box preparto (gg)	0,98	(0,950-1,00)
Circonferenza toracica preparto	1,05	(1,00-1,10)

Tabella 12. Valori di Hazard ratio per un modello Cox univariati per le principali variabili predittive (parametri produttivi, di salute, riproduttivi, metabolici, inserimento nel box preparto, numero di animali in preparto – vacche e manze – avoidance distance test, BCS, pH delle urine e circonferenza toracica)
Per motivi di brevità sono stati riportati solamente i risultati statisticamente significativi.

Dall'analisi dei modelli Cox univariati per le principali variabili legate a produzione (produzione di latte a 7 e 21 giorni post parto), salute (metrite clinica, lochiazioni) riproduzione (involuzione uterina e ciclicità ovarica a 21 giorni), metabolismo in preparto e 7 e 21 giorni post parto (AST, BHB, bilirubina, NEFA), inserimento nel box preparto, numero di animali in preparto (totali, vacche e manze), *avoidance distance test* (ADT), BCS, pH delle urine e circonferenza toracica, risulta che tre fattori sono protettivi o di rischio per l'insorgenza di patologie nei primi 21 giorni post – parto (Tabella 12). Le vacche pluripare (rispetto alle primipare) e la circonferenza toracica in preparto sono fattori di rischio, mentre il numero di giorni prima del parto in cui una bovina viene inserita nel gruppo preparto è un fattore protettivo per l'insorgenza di malattie in post – parto. Possiamo quindi affermare che le vacche pluripare (rispetto alle primipare) e quelle con maggiore circonferenza toracica nel periodo preparto, sono associate a un maggiore rischio di patologie nel post – parto.

La circonferenza toracica viene utilizzata come stima del peso dell'animale (Davis W W Swett W R Harvey, 1961): solitamente una circonferenza toracica maggiore corrisponde a bovine più anziane, con maggiore rischio di sviluppare problematiche produttive e riproduttive. Questo può essere correlato a un maggior tasso di rimonta, che in alcuni allevamenti è una scelta manageriale, per avere un numero maggiore di bovine giovani e che quindi presentano minori problematiche. Infatti, non esiste un tasso standard, ma considerando gli spazi aziendali delle vacche in latte come spazi produttivi, per mantenere la redditività della mandria occorre che questi spazi siano occupati nel tempo dai soggetti che rendono di più in termini economici (Canavesi, 2016).

Per quanto riguarda lo spostamento nel box preparato, più vicino al momento del parto questo evento si verifica maggiore è il rischio.

La predizione del dataset usando il modello Cox AI ha permesso l'ottenimento di una matrice di confusione (*Tabella 13*), evidenziando un valore basso di MCC (0.17), ma una discreta accuratezza (bilanciata) = 0.60, specificità = 0.68, sensibilità = 0.53, pertanto il modello sembra predire in modo appena sufficiente l'insorgenza di malattie, fatto importante rispetto alla maggiore capacità di predire correttamente gli animali sani.

		Reali	
		Malati	Sani
Predetti dal modello	Malati	<u>23</u>	56
	Sani	21	<u>121</u>

Tabella 13. Matrice di confusione ottenuta dalla predizione del dataset usando il modello Cox AIC.

Dal punto di vista pratico, è possibile usare uno strumento grafico di facile utilizzo, ovvero il nomogramma rappresentato in *Figura 8*, che può essere letto come segue: per ognuna delle variabili indicate (parto – primipara o pluripara, inserimento nel box preparato e circonferenza toracica in preparato) si pone il valore sulla rispettiva scala di punteggio e si riporta sulla scala in alto denominata come “Points”. Quando si sono ottenuti i tre punteggi uniformati per le tre variabili, si sommano e si riporta il valore sulla scala “Total Points”. Da qui, si proietta il punteggio sulla scala di “Probability of survival at 7 days” che indica la probabilità di mancata insorgenza alla malattia nei primi sette giorni post – parto. In questo senso, valori prossimi a uno indicano minori probabilità di insorgenza di malattie, mentre valori prossimi a zero indicano maggiori probabilità che gli animali si ammalino nei primi sette giorni di post – parto.

Lo stesso strumento può essere utilizzato anche per calcolare la probabilità di malattia (“sopravvivenza”) a 21 giorni (*Figura 9*), usando lo stesso metodo descritto in precedenza. Tanto il nomogramma a 7 giorni, quanto quello a 21 giorni sono stati calcolati sulla base del modello Cox AIC.

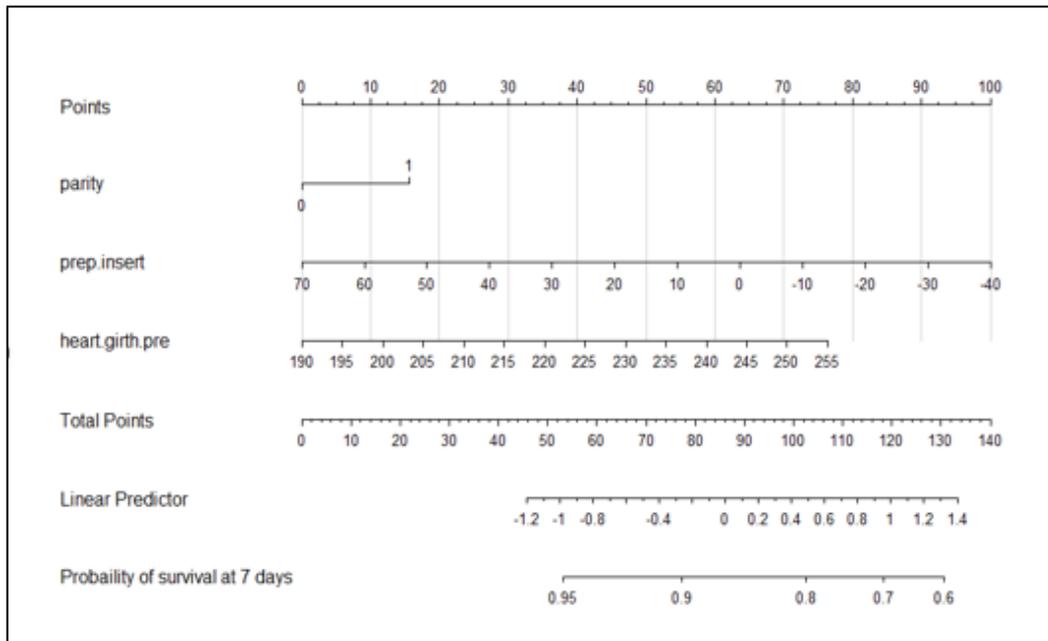


Figura 8. Nomogramma del modello Cox AIC che mette in relazione le variabili predittive quali parto (primipara o pluripara), giorni prima del parto in cui avviene l'inserimento nel box preparto e circonferenza toracica in preparto con la probabilità di sopravvivenza a 7 giorni.

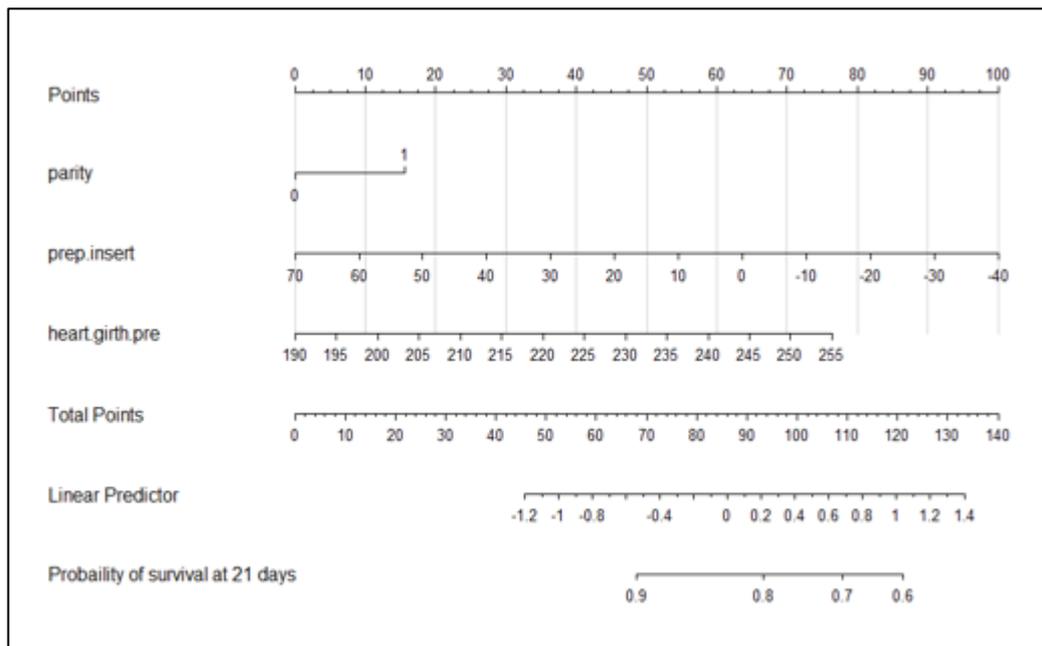


Figura 9. Nomogramma del modello Cox AIC che mette in relazione le variabili predittive quali parto (primipara o pluripara), giorni prima del parto in cui avviene l'inserimento nel box preparto e circonferenza toracica in preparto con la probabilità di sopravvivenza a 21 giorni.

5. Conclusioni

Grazie alle analisi condotte in questo studio è stato possibile definire quali tra le principali variabili legate all'alimentazione vadano a influire sull'insorgenza di patologie durante il periodo di transizione nella bovina da latte.

Le aziende sono state suddivise in tre classi di rischio (basso, medio e alto) in base all'incidenza di patologie nel post – parto.

È risultato che diete con un indice di selezione e un livello di ceneri inferiori portano a un livello di diffidenza minore degli animali nei confronti dell'uomo, riducendo lo stress delle bovine e ponendole quindi in una condizione che minimizza il rischio di insorgenza di patologie.

Altro aspetto importante emerso da questa tesi è quello relativo al numero di patologie riscontrate nelle bovine delle aziende coinvolte: un numero elevato di patologie peggiora la digestione della proteina grezza in lattazione e tende ad influire anche sulla digestione della sostanza secca in lattazione.

Andando ad osservare più nello specifico la divisione delle aziende in classi di rischio possiamo notare come ci sia una differenza significativa, all'interno delle tre classi, per quanto riguarda l'efficienza alimentare. Aziende classificate come a basso e medio rischio presentano un'efficienza alimentare più alta, rispetto a quelle classificate ad alto rischio. Significativa anche la differenza nella digeribilità della proteina in lattazione che risulta essere migliore nelle aziende a basso e medio rischio.

Se andiamo a sommare i dati delle aziende a basso e medio rischio in un'unica categoria (L + M) vediamo come, oltre ai dati appena descritti, anche l'ingestione di sostanza secca presenti una differenza tendenzialmente significativa.

Un altro aspetto importante emerso dalle nostre analisi è la variabile protettiva dell'ingestione di sostanza secca nei confronti della produzione latte. Si è visto infatti che aumentare la DMI porta a un aumento della produzione. Variabile protettiva l'incidenza di patologie nel post - parto è risultata essere invece quella riferita a quanti giorni prima del parto la bovina viene inserita all'interno del box parto. Si è visto, infatti, che una bovina che viene introdotta prima nel box parto avrà un rischio

minore di insorgenza di patologie nel post – parto rispetto a bovine trasferite in questo box a pochi giorni dalla data del parto.

A differenza di quanto appena detto, il numero di parti (primipara o pluripara) e la circonferenza toracica in preparto sono risultate essere invece variabili di rischio l'insorgenza di patologie nel post – parto. Questo significa che vacche pluripare e con una circonferenza toracica maggiore in preparto hanno una maggiore probabilità di sviluppare problematiche nel post – parto.

Altro aspetto importante su cui si è focalizzato questo lavoro di tesi è stato quello di fornire uno strumento grafico di facile utilizzo per predire l'andamento dell'azienda o del singolo animale. Il nomogramma, infatti, grazie all'utilizzo di variabili facilmente misurabili consente all'allevatore e al veterinario di fare una previsione sia relativa alla produzione aziendale sia allo stato di salute dell'animale.

Dai dati raccolti in questo studio possiamo notare come una gestione errata della razione non rappresenti la principale causa delle problematiche riscontrabili nelle nostre aziende durante il periodo di transizione. Si può infatti osservare come gli indici di omogeneità e selezione, oltre che altri parametri di tipo nutrizionale, non presentino differenze significative tra le aziende ad alto e basso rischio. Gli allevatori, infatti, si concentrano molto sulla corretta formulazione del TMR che al giorno d'oggi presenta, nella maggior parte dei casi, delle caratteristiche standard. Quello su cui bisogna puntare invece è la corretta gestione degli animali e degli spazi occupati dagli stessi, in modo da garantire una riduzione dello stress e favorire un ambiente che renda minimo il rischio durante un periodo delicato come quello della transizione.

6. Allegati

Allegato 1

Azienda _____
Descrizione mandria nell'ultimo anno
N° medio capi in lattazione/anno: _____ N° medio capi complessivamente allevati/anno: _____
Performance mandria (solo frisone) nell'ultimo anno
N° medio lattazioni: _____ Giorni medi lattazione: _____d EVM: _____
Produzione media anno: _____ Grasso: _____% Proteina: _____% SCC: _____
Tempo di attesa volontario: _____d Parto-1° inseme: _____d Parto-Conc: _____d
Interparto: _____d n° inseme/gravidanza → Manze: _____ Vacche: _____
Età al primo parto: _____mesi Tasso riforma: _____%
N° morti vitelli/anno → periparto (<24 h): _____ postparto (prima dello svezzamento): _____
VACCHE IN LATTAZIONE
Struttura stalla
Stalla chiusa su lati: <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> aperta
Flusso aerazione: <input type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> orizzontale <input type="checkbox"/> verticale <input type="checkbox"/> integrato (orizzontale+verticale)
Raffrescamento: <input type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> bassa pressione (goccia) <input type="checkbox"/> alta pressione (nebulizzazione)
Dimensioni cuccetta: _____
Lunghezza fronte mangiatoia: _____m
VACCHE IN ASCIUTTA
Struttura stalla
Stalla chiusa su lati: <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> aperta
Flusso aerazione: <input type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> orizzontale <input type="checkbox"/> verticale <input type="checkbox"/> integrato (orizzontale+verticale)
Raffrescamento: <input type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> bassa pressione (goccia) <input type="checkbox"/> alta pressione (nebulizzazione)
Dimensioni zona asciutta _____ Dimensione cuccetta: _____
Lunghezza fronte mangiatoia: _____m
Zona preparto
Dimensioni: _____
Lunghezza fronte mangiatoia: _____m
Presenza di box/paddock esterni? <input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no se sì, dimensioni _____

RIMONTA

Manze

Dimensioni box manze: _____ Lunghezza fronte mangiatoia: _____m

Vitelle svezzate

Dimensione box vitelle svezzate: _____ Lunghezza fronte mangiatoia: _____m

Giudizio veterinario

Problematiche	Grado intensità problematiche			
	<i>Assente</i>	<i>Lievemente presente</i>	<i>Decisamente presente</i>	<i>Gravemente presente</i>
Fertilità				
Zoppie				
Dismetabolie postparto (Chetosi, ipocalcemia, ...)				
Metriti/endometriti				
Ritenzione placenta				
Dislocazioni abomaso				
Ovaie lisce con cisti				



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI MEDICINA ANIMALE, PRODUZIONE E SALUTE – MAPS
DEPARTMENT OF ANIMAL MEDICINE, PRODUCTION AND HEALTH
CF 8000480026 P. IVA 02703400263
Viale dell'Università, 16 35020 – Legnara (PD) Italy
www.unipadova.it

GESTIONE DELLA FASE DI TRANSIZIONE

Data: _____

Azienda: _____

Paese: _____ Via: _____

Nome referente: _____ Telefono: _____

Veterinario aziendale: _____ Telefono: _____

ANAGRAFICA DELL'INTERVISTATO/A	
ETA' _____	
GENERE	<input type="checkbox"/> MASCHIO <input type="checkbox"/> FEMMINA
ISTRUZIONE	<input type="checkbox"/> LICENZA MEDIA <input type="checkbox"/> UNIVERSITA'
	<input type="checkbox"/> ISTITUTO PROFESSIONALE <input type="checkbox"/> ALTRO (specificare) _____
	<input type="checkbox"/> ISTITUTO TECNICO <input type="checkbox"/> Attinente all'ambito agro-zootecnico <input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO
FIGURA PROFESSIONALE	<input type="checkbox"/> ALLEVATORE <input type="checkbox"/> ALTRO RUOLO (specificare) _____
	<input type="checkbox"/> VETERINARIO
ANNI DI ESPERIENZA	<input type="checkbox"/> meno di 5 anni <input type="checkbox"/> da 5 a 10 anni <input type="checkbox"/> da 10 a 20 anni <input type="checkbox"/> più di 20 anni

DATI AZIENDALI	
SUA _____	
RAZZA	<input type="checkbox"/> FRISONA _____% <input type="checkbox"/> ALTRA RAZZA _____% <input type="checkbox"/> ALTRA RAZZA _____%
PRODUZIONE	_____media quintali/capo/anno
NUMERO CAPI TOTALI _____	
NUMERO PER GRUPPO, (specificare)	<input type="checkbox"/> GRUPPO _____ <input type="checkbox"/> Numero bovine _____
	<input type="checkbox"/> GRUPPO _____ <input type="checkbox"/> Numero bovine _____
	<input type="checkbox"/> GRUPPO _____ <input type="checkbox"/> Numero bovine _____
	<input type="checkbox"/> GRUPPO _____ <input type="checkbox"/> Numero bovine _____
	<input type="checkbox"/> GRUPPO _____ <input type="checkbox"/> Numero bovine _____

L'azienda aderisce parzialmente/totalmente ad una filiera o GDO?

sì, _____ (specificare quale) no

Metodi di allevamento/coltivazione utilizzati in azienda (segnare con una X)

Metodo	Allevamento		Coltivazioni	
	In parte	Totalmente	In parte	Totalmente
Convenzionale				
Eco compatibile				
Biologico				
Altro (specificare)				

Vacche in lattazione

Tipo di stabulazione

- stabulazione fissa
- stabulazione libera con lettiera permanente
- stabulazione libera con cuccette
- compost barn
- altro (specificare: _____)

Pavimentazione

Zona alimentazione: grigliato pieno

Zona riposo: Lettiera permanente rinnovata ogni _____ giorni

- Cuccette piene materassino
- paglia
- altro _____

- Cuccette cave paglia
- sabbia
- compost barn
- separato
- altro _____

- Corsie di servizio grigliato
- pavimento pieno

Sono presenti paddock esterni? sì no Le vacche vi hanno libero accesso? sì no

Le vacche vengono lasciate a pascolo? sì no Se sì, lo fanno in alpeggio? sì no

Numero totale cuccette/m² totali lettiera: _____

Numero posti in mangiatoia: _____ Numero abbeveratoi: _____

Tipologia abbeveratoi: _____ Dimensioni abbeveratoi: _____

Sistema di mungitura attualmente in uso:

- Secchio/lattodotto (in stalla a stabulazione fissa)
- Sala a spina di pesce
- Sala a pettine (parallelo)
- Tandem
- Giostra
- Robot

Numero giornaliero mungiture: _____ Orario mungiture: _____

Tempo medio trascorso in sala d'attesa: _____

Vacche in asciutta

Tipo di stabulazione

- stabulazione fissa
- stabulazione libera con lettiera permanente (frequenza rinnovo _____)
- stabulazione libera con cuccette (riempimento _____)
- compost barn
- altro (specificare: _____)

Sono presenti paddock esterni? sì no Le vacche vi hanno libero accesso? sì no

Le vacche vengono lasciate a pascolo? sì no Se sì, lo fanno in alpeggio? sì no

Durata media periodo di asciutta: _____

Numero animali presenti: _____ Numero totale cuccette/m² totali lettiera: _____

Numero posti in mangiatoia: _____ Numero abbeveratoi: _____

Tipologia abbeveratoi: _____ Dimensioni abbeveratoi: _____

Zona parto

Numero animali presenti: _____

Numero totale cuccette/m² totali lettiera: _____

Numero posti in mangiatoia: _____ Numero abbeveratoi: _____

Tipologia abbeveratoi: _____ Dimensioni abbeveratoi: _____

Vacca partorisce: nel box parto nel box parto

Gestione parto

Gestione gruppo

- assieme ad asciutte vacche/manze spostate _____ giorni prima del parto
- gruppo specifico vacche/manze spostate _____ giorni prima del parto

Gestione ingresso in asciutta

- singolo animale inserito nel gruppo asciutte
- ingresso settimanale di tot animali in gruppo asciutte
- ingresso settimanale di un gruppo specifico che rimane isolato dalle altre vacche in asciutta
- altro

Gestione del parto

- trattamento con calcio se sì, boli endovena altro
- trattamento con altro _____
- uso del glicole parto al parto al bisogno

Manze (da 12 mesi al primo parto)

Quante manze ci sono nella sua azienda? _____ E mediamente durante l'anno? _____

Tipo di stabulazione

- stabulazione fissa
- stabulazione libera con lettiera permanente (frequenza rinnovo _____)
- stabulazione libera con cuccette (riempimento _____)
- compost barn
- altro (specificare _____)

Sono presenti autocatture? sì no

Sono presenti paddock esterni? sì no Le manze vi hanno libero accesso? sì no

Le manze vengono lasciate a pascolo? sì no Se sì, lo fanno in alpeggio? sì no

Vitelle svezzate (da svezzamento ad un anno di età)

Quante vitelle svezzate ci sono nella sua azienda? _____

E mediamente durante l'anno? _____

Tipo di stabulazione

- stabulazione fissa
- stabulazione libera con lettiera permanente (frequenza rinnovo _____)
- stabulazione libera con cuccette (riempimento _____)
- compost barn
- altro (specificare _____)

Sono presenti paddock esterni? sì no Le vitelle vi hanno libero accesso? sì no

Le vitelle vengono lasciate a pascolo? sì no Se sì, lo fanno in alpeggio? sì no

Vitelle allattate

Quante vitelle allattate ci sono? _____

Come sono stabulate durante il giorno?

da sole in gruppo Se in gruppo, quante vitelle per gruppo? _____

I box di stabulazione delle vitelle hanno un'area esterna a cui gli animali possono accedere liberamente? sì no Se sì, dimensioni: _____

Le vitelle allattate vengono lasciate al pascolo? sì no

Se sì per quanto tempo: mezza giornata giornata intera

Se sì fanno alpeggio? sì no

Se sì da che mese a che mese? Da _____ a _____

I vitelli dopo quanto tempo dalla nascita ricevono la prima dose di colostro

- 0-2 ore 2-6 ore >6 ore

Quanti L di colostro ricevono alla prima dose: _____ L

Quanto spesso gli viene dato il colostro: _____ al giorno

Per quanti giorni ricevono colostro: _____ giorni

Come viene somministrato il colostro?

- succhiano dalla madre con la bottiglia con sonda/tubo gastrico

Il colostro proviene: dalla madre dalla mandria è artificiale

Nel vostro allevamento di solito congelate il colostro? sì no

Testate la qualità del colostro? sì no

Se sì, con quale metodo: _____ Qualità: _____

Misurate la temperatura del colostro prima di somministrarlo? sì no

Se sì, a che temperatura viene somministrato: _____ °C

Dopo il parto, per quanto tempo madre e vitello stanno insieme? _____

Dove avvengono di norma i parti?

- In box parto individuali
 In area con altre vacche che devono partorire a breve
 In area con le vacche in lattazione

Come vengono allattati i vitelli

- Secchio senza tettarella
 Secchio con tettarella
 Secchio con molte tettarelle
 Milkbar
 Allattatrice automatica / Lupa

Le tettarelle hanno diametro _____

Quante volte vengono allattati i vitelli e quanti L per pasto?

dalle __ alle __ settimane -> 1 pasto 2 pasti 3 pasti quantità per pasto: _____ L

dalle __ alle __ settimane -> 1 pasto 2 pasti 3 pasti quantità per pasto: _____ L

dalle __ alle __ settimane -> 1 pasto 2 pasti 3 pasti quantità per pasto: _____ L

Misurate la temperatura del latte? sì no

Se sì, a che temperatura viene somministrato? _____ °C

I vitelli hanno a disposizione una tettarella artificiale che possono succhiare, al di fuori del momento della poppata? sì no

Se sì, la tettarella contiene qualcosa? No, vuota Concentrato Acqua Altro _____

I vitelli hanno a disposizione altri oggetti che possono succhiare/leccare? sì no

Se sì, quali: _____

A che età viene somministrato il primo foraggio? _____

Il foraggio viene somministrato A volontà razionato Altro _____

A che età viene somministrato il primo concentrato? _____

Il concentrato è somministrato A volontà razionato Altro _____

Come viene somministrato il concentrato alle vitelle:

mangiatoia Altro (specificare) _____

Alle vitelle viene somministrato unifeed? sì no

Se sì, a che età viene somministrato il primo unifeed? _____

Che tipo di unifeed viene somministrato

- lo stesso delle manze/vacche
- Una miscela specifica per le vitelle

A partire da che età le vitelle hanno libero accesso all'acqua? _____

Quale criterio viene usato per lo svezzamento?

- Età (quale)? _____
- Ingestione (quanta)? _____
- Peso (quale)? _____

Lo svezzamento avviene Da un giorno all'altro In modo progressivo

Se progressivo in quanti giorni: _____

Trattate diversamente i vitelli maschi dalle vitelle femmine? sì no

Se sì, in cosa? _____

Per quanto tempo tenete i vitelli maschi in azienda? _____

N° morti vitelli/anno → periparto (<24 h): _____ postparto (prima dello svezzamento): _____

Personale

Numero totale lavoratori _____ di cui dipendenti non familiari _____

Quanto si ritiene soddisfatto/a del proprio allevamento in questo periodo?

Per nulla	Poco	Abbastanza	Molto	Completamente

Quanto si ritiene soddisfatto/a della sua mandria in questo periodo?

Per nulla	Poco	Abbastanza	Molto	Completamente

Cosa le dà maggior soddisfazione e quali sono i punti che vorrebbe migliorare? (risposta libera)

La ringraziamo per il suo prezioso tempo,
Cordiali saluti

Bibliografia

- Adin, G., Solomon, R., Nikbachat, M., Zenou, A., Yosef, E., Brosh, A., Shabtay, A., Mabweesh, S. J., Halachmi, I., & Miron, J. (2009). Effect of feeding cows in early lactation with diets differing in roughage-neutral detergent fiber content on intake behavior, rumination, and milk production. *Journal of Dairy Science*, *92*(7), 3364–3373. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2078>
- Agenäs, S., Burstedt, E., & Holtenius, K. (2003). Effects of feeding intensity during the dry period. 1. Feed intake, body weight, and milk production. *Journal of Dairy Science*, *86*(3), 870–882. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73670-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73670-4)
- Ametaj, B. N., Zebeli, Q., & Iqbal, S. (2010). *Revista Brasileira de Zootecnia Nutrition, microbiota, and endotoxin-related diseases in dairy cows*. www.sbz.org.br
- Andrighetto, I., Serva, L., Fossaluzza, D., & Marchesini, G. (2023). Herd Level Yield Gap Analysis in a Local Scale Dairy Farming System: A Practical Approach to Discriminate between Nutritional and Other Constraining Factors. *Animals*, *13*(3). <https://doi.org/10.3390/ani13030523>
- ..._area_protetta_ceirsa_201902_CHECK_LIST_PROTEZIONE_DEGLI_ANIMALI_NEGLI_ALLEVAMENTI. (n.d.).
- Arechiga-Flores, C. F., Cortés-Vidauri, Z., Hernández-Briano, P., Lozano-Domínguez, R. R., López-Carlos, M. A., Macías-Cruz, U., & Avendaño-Reyes, L. (2022). Hypocalcemia in the dairy cow. Review. In *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias* (Vol. 13, Issue 4, pp. 1025–1054). INIFAP-CENID Parasitología Veterinaria. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i4.5277>
- Arthur, L., Nolan, D., & Amaral-Phillips, D. M. (n.d.). *Educational programs of Kentucky Cooperative Extension serve all people regardless of race, color, age, sex, religion, disability, or national origin*. [http://www.extension.org/pages/26134/practical-approaches-to-feed-efficiency-and-applications-on-the-](http://www.extension.org/pages/26134/practical-approaches-to-feed-efficiency-and-applications-on-the)
- Atrian, P., & Shahryar, H. A. (2012). Heat Stress in Dairy Cows (A Review). *Research in Zoology*, *2012*(4), 31–37. <https://doi.org/10.5923/j.zoology.20120204.03>
- Bach, A., Valls, N., Solans, A., & Torrent, T. (2008). Associations between nondietary factors and dairy herd performance. *Journal of Dairy Science*, *91*(8), 3259–3267. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1030>

- Bargo, F., Muller, L. D., Kolver, E. S., & Delahoy, J. E. (2003). Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. In *Journal of Dairy Science* (Vol. 86, Issue 1, pp. 1–42). American Dairy Science Association. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73581-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73581-4)
- Barletta, R. V., Maturana Filho, M., Carvalho, P. D., Del Valle, T. A., Netto, A. S., Rennó, F. P., Mingoti, R. D., Gandra, J. R., Mourão, G. B., Fricke, P. M., Sartori, R., Madureira, E. H., & Wiltbank, M. C. (2017). Association of changes among body condition score during the transition period with NEFA and BHBA concentrations, milk production, fertility, and health of Holstein cows. *Theriogenology*, *104*, 30–36. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.07.030>
- Barraclough, R. A. C., Shaw, D. J., Thorup, V. M., Haskell, M. J., Lee, W., & Macrae, A. I. (2020). The behavior of dairy cattle in the transition period: Effects of blood calcium status. *Journal of Dairy Science*, *103*(11), 10604–10613. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18238>
- Baxter, C. F., Kleiber, M., & Black, A. L. (n.d.). GLUCOSE METABOLISM IN THE LACTATING DAIRY COW*. In *BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA* (Vol. 17).
- Beagley, J. C., Whitman, K. J., Baptiste, K. E., & Scherzer, J. (2010). Physiology and treatment of retained fetal membranes in cattle. In *Journal of Veterinary Internal Medicine* (Vol. 24, Issue 2, pp. 261–268). <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2010.0473.x>
- Becker, V. A. E., Stamer, E., & Thaller, G. (2021). Liability to diseases and their relation to dry matter intake and energy balance in German Holstein and Fleckvieh dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *104*(1), 628–643. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18579>
- Beever, D. E. (2006). The impact of controlled nutrition during the dry period on dairy cow health, fertility and performance. *Animal Reproduction Science*, *96*(3–4), 212–226. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2006.08.002>
- Behluli, B., Musliu, A., Sherifi, K., Youngs, C. R., & Rexhepi, A. (2017). Čimbenici rizika za pojavu dislokacije sirišta i njihova povezanost s uvjetima hranidbe kod mliječnih goveda holštajnske pasmine. *Veterinarski Arhiv*, *87*(4), 419–430. <https://doi.org/10.24099/VET.ARHIV.160216>

- Bell, A. W. (n.d.). *Regulation of Organic Nutrient Metabolism During Transition from Late Pregnancy to Early Lactation*^{1#*}. <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/73/9/2804/4632911>
- Benedet, A., Manuelian, C. L., Zidi, A., Penasa, M., & De Marchi, M. (2019). Invited review: β -hydroxybutyrate concentration in blood and milk and its associations with cow performance. *Animal*, *13*(8), 1676–1689. <https://doi.org/10.1017/S175173111900034X>
- Bernabucci, U., Ronchi, B., Lacetera, N., & Nardone, A. (2005). Influence of body condition score on relationships between metabolic status and oxidative stress in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *88*(6), 2017–2026. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72878-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72878-2)
- Bertics, S. J., Grummer, R. R., Cadorniga-Valino, C., & Stoddard, E. E. (1992). Effect of Prepartum Dry Matter Intake on Liver Triglyceride Concentration and Early Lactation. *Journal of Dairy Science*, *75*(7), 1914–1922. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77951-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77951-X)
- Bertocchi, L., Fusi, F., Angelucci, A., & Lorenzi, V. (n.d.). *BENESSERE ANIMALE: LINEE GUIDA PER LA CATEGORIZZAZIONE DEL RISCHIO NELL'ALLEVAMENTO BOVINO DA LATTE*.
- Bewley, J. M., & Schutz, M. M. (n.d.). *The Professional Animal Scientist 24 (2008):507-529 Review: An Interdisciplinary Review of Body Condition Scoring for Dairy Cattle*.
- Bhutto, A. L., Murray, R. D., & Woldehiwet, Z. (2012). California mastitis test scores as indicators of subclinical intra-mammary infections at the end of lactation in dairy cows. *Research in Veterinary Science*, *92*(1), 13–17. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2010.10.006>
- Bobic, T., Mijic, P., Knezevic, I., Speranda, M., Antunovic, B., Baban, M., Sakac, M., Frizon, E., & Koturic, T. (2011). The impact of environmental factors on the milk ejection and stress of dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, *27*(3), 919–927. <https://doi.org/10.2298/bah1103919b>
- Boda, J. M., & Cole, H. H. (1954). The Influence of Dietary Calcium and Phosphorus on the Incidence of Milk Fever in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, *37*(4), 360–372. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(54\)91268-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(54)91268-0)

- Body Condition Scoring as a Tool for Dairy Herd Management.* (n.d.).
- Boerman, J. P. (2021). Protein During the Dairy Cow Transition Period: What We Feed and What the Cows Lose Take Home Messages. In *WCDS Advances in Dairy Technology* (Vol. 33).
- Bradford, B. J. (2007). Nutritional strategies for a healthy transition to lactation: an update. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 2, 1–4. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.3139>
- Bradley, A. J., & Green, M. J. (2000). A study of the incidence and significance of intramammary enterobacterial infections acquired during the dry period. *Journal of Dairy Science*, 83(9), 1957–1965. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75072-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75072-7)
- Braun, U., Nuss, K., Reif, S., Hilbe, M., & Gerspach, C. (2022). Left and right displaced abomasum and abomasal volvulus: comparison of clinical, laboratory and ultrasonographic findings in 1982 dairy cows. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 64(1). <https://doi.org/10.1186/s13028-022-00656-9>
- Breukink, H. J. (n.d.). *Abomasal Displacement, Etiology, Pathogenesis, Treatment and Prevention.*
- Busato, A., Faissler, D., Kü Pfer, U., & Blum, J. W. (n.d.). *Body Condition Scores in Dairy Cows: Associations with Metabolic and Endocrine Changes in Healthy Dairy Cows.* www.blackwell.de/synergy
- Butler, S. T., Pelton, S. H., & Butler, W. R. (2006). Energy balance, metabolic status, and the first postpartum ovarian follicle wave in cows administered propylene glycol. *Journal of Dairy Science*, 89(8), 2938–2951. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72566-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72566-8)
- Caixeta, L. S., & Omontese, B. O. (2021). Monitoring and improving the metabolic health of dairy cows during the transition period. In *Animals* (Vol. 11, Issue 2, pp. 1–17). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani11020352>
- Canavesi, F. (n.d.). *Gestire la rimonta ruminantiamese.ruminantia.it/gestire-la-rimonta.* <http://dairymgt.uwex.edu/tools.php>
- Chapinal, N., Carson, M., Duffield, T. F., Capel, M., Godden, S., Overton, M., Santos, J. E. P., & LeBlanc, S. J. (2011). The association of serum metabolites with clinical

- disease during the transition period. *Journal of Dairy Science*, 94(10), 4897–4903. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4075>
- Charbonneau, E., Pellerin, D., & Oetzel, G. R. (2006). Impact of lowering dietary cation-anion difference in nonlactating dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 89(2), 537–548. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72116-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72116-6)
- Chebel, R. C., Silva, P. R. B., Endres, M. I., Ballou, M. A., & Luchterhand, K. L. (2016). Social stressors and their effects on immunity and health of periparturient dairy cows¹. *Journal of Dairy Science*, 99(4), 3217–3228. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10369>
- Cheng, W. N., & Han, S. G. (2020). Bovine mastitis: risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments — A review. In *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* (Vol. 33, Issue 11, pp. 1699–1713). Asian-Australasian Association of Animal Production Societies. <https://doi.org/10.5713/ajas.20.0156>
- Clément, P., Guatteo, R., Delaby, L., Rouillé, B., Chanvallon, A., Philipot, J. M., & Bareille, N. (2014). Short communication: Added value of rumination time for the prediction of dry matter intake in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(10), 6531–6535. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7860>
- Connor, E. E. (2015). Invited review: Improving feed efficiency in dairy production: Challenges and possibilities. *Animal*, 9(3), 395–408. <https://doi.org/10.1017/S1751731114002997>
- Constable, P. D., Megahed, A. A., & Hiew, M. W. H. (2019). Measurement of urine pH and net acid excretion and their association with urine calcium excretion in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102(12), 11370–11383. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16805>
- Contreras, L. L., Ryan, C. M., & Overton, T. R. (2004). Effects of dry cow grouping strategy and prepartum body condition score on performance and health of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(2), 517–523. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73191-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73191-4)
- Coppock, C. E. (1974). Displaced Abomasum in Dairy Cattle: Etiological Factors. *Journal of Dairy Science*, 57(8), 926–933. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(74\)84988-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(74)84988-X)

- Corson, D. C., Waghorn, G. C., Ulyatt, M. J., & Lee, J. (1999). NIRS: Forage analysis and livestock feeding. In *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* (Vol. 61).
- Costa, A., Agazzi, A., Perricone, V., Savoini, G., Lazzari, M., Nava, S., & Maria Tangorra, F. (2019). Influence of different loading levels, cutting and mixing times on total mixed ration (TMR) homogeneity in a vertical mixing wagon during distribution: a case study. *Italian Journal of Animal Science*, *18*(1), 1093–1098. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1618742>
- Cremilleux, M., Coppa, M., Bouchon, M., Delaby, L., Beure, G., Constant, I., Natalello, A., Martin, B., & Michaud, A. (2022). Effects of forage quantity and access-time restriction on feeding behaviour, feed efficiency, nutritional status, and dairy performance of dairy cows fed indoors. *Animal*, *16*(9). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100608>
- Creutzinger, K. C., Dann, H. M., Moraes, L. E., Krawczel, P. D., & Proudfoot, K. L. (2021). Effects of prepartum stocking density and a blind on physiological biomarkers, health, and hygiene of transition Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *104*(1), 886–898. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18718>
- DairyNZ body condition scoring The reference guide for New Zealand dairy farmers.* (n.d.).
- Dann, H. M., Litherland, N. B., Underwood, J. P., Bionaz, M., D'Angelo, A., McFadden, J. W., & Drackley, J. K. (2006). Diets during far-off and close-up dry periods affect periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. *Journal of Dairy Science*, *89*(9), 3563–3577. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72396-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72396-7)
- Davis W W Swett W R Harvey, H. P. (1913). *Relation of Heart Girth to Weight in Holsteins and Jerseys.* <http://digitalcommons.unl.edu/ardhistrb><http://digitalcommons.unl.edu/ardhistrb/112>
- Dehority, B. A., & Orpin, C. G. (n.d.). *5 Development of, and natural fluctuations in, rumen microbial populations.*
- Delamaire, E., & Guinard-Flament, J. (2006). Increasing milking intervals decreases the mammary blood flow and mammary uptake of nutrients in dairy cows. *Journal of*

- Dairy Science*, 89(9), 3439–3446. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72381-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72381-5)
- Dervishi, E., Zhang, G., Hailemariam, D., Dunn, S. M., & Ametaj, B. N. (2016). Occurrence of retained placenta is preceded by an inflammatory state and alterations of energy metabolism in transition dairy cows. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40104-016-0085-9>
- Dhaliwal', G. S., Murray, R. D., & Dobson, H. (1996). ANIMAL REPRODUCTION SCIENCE Effects of milk yield, and calving to first service interval, in determining herd fertility in dairy cows. In *Animal Reproduction Science* (Vol. 41).
- Dingwell, R. T., Kelton, D. F., & Leslie, K. E. (2003). Management of the dry cow in control of peripartum disease and mastitis. In *Vet Clin Food Anim* (Vol. 19).
- Dobson, H., & Smith, R. F. (n.d.). What is stress, and how does it affect reproduction? In *Animal Reproduction Science*. www.elsevier.com/locate/animal-reprosci
- Doepel, L., Lapierre, H., & Kennelly, J. J. (2002). Peripartum performance and metabolism of dairy cows in response to prepartum energy and protein intake. *Journal of Dairy Science*, 85(9), 2315–2334. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74312-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74312-9)
- Douglas, G. N., Overton, T. R., Bateman, H. G., Dann, H. M., & Drackley, J. K. (2006). Prepartal plane of nutrition, regardless of dietary energy source, affects periparturient metabolism and dry matter intake in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 89(6), 2141–2157. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72285-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72285-8)
- Drackley, J. K. (1999a). ADSA foundation scholar award: Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? *Journal of Dairy Science*, 82(11), 2259–2273. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75474-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75474-3)
- Drackley, J. K. (1999b). ADSA foundation scholar award: Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? *Journal of Dairy Science*, 82(11), 2259–2273. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75474-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75474-3)
- Drackley, J. K., & Cardoso, F. C. (2014). Prepartum and postpartum nutritional management to optimize fertility in high-yielding dairy cows in confined TMR systems. *Animal*, 8(SUPPL. 1), 5–14. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000731>

- Drackley, J. K., Overton, T. R., & Douglas, G. N. (2001). Adaptations of Glucose and Long-Chain Fatty Acid Metabolism in Liver of Dairy Cows during the Periparturient Period. *Journal of Dairy Science*, *84*, E100–E112. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(01\)70204-4](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(01)70204-4)
- Duffield, T., Plaizier, J. C., Fairfield, A., Bagg, R., Vessie, G., Dick, P., Wilson, J., Aramini, J., & McBride, B. (2004). Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *87*(1), 59–66. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73142-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73142-2)
- Eastham, N. T., Coates, A., Cripps, P., Richardson, H., Smith, R., & Oikonomou, G. (2018). Associations between age at first calving and subsequent lactation performance in UK Holstein and Holstein-Friesian dairy cows. *PLoS ONE*, *13*(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197764>
- Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T., & Webster, G. (1989). A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, *72*(1), 68–78. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79081-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0)
- Eiler, H., & Fecteau, K. A. (n.d.). *Retained Placenta*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7216-9323-1.50048-9>
- Ender, F., Dishington, I. W., & Helgebostad, A. (1971). Calcium Balance Studies in Dairy Cows under Experimental Induction and Prevention of Hypocalcaemic Paresis Puerperalis: The solution of the aetiology and the prevention of milk fever by dietary means. *Zeitschrift Für Tierphysiologie Tierernährung Und Futtermittelkunde*, *28*(1–5), 233–256. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.1971.tb01573.x>
- Evangelista, C., Basiricò, L., & Bernabucci, U. (2021). An overview on the use of near infrared spectroscopy (nirs) on farms for the management of dairy cows. *Agriculture (Switzerland)*, *11*(4). <https://doi.org/10.3390/agriculture11040296>
- Fantini, A. (n.d.). *Esistono allevamenti di frisona italiana con più di 3 lattazioni medie? ruminantiamese.ruminantia.it/esistono-allevamenti-di-frisona-italiana-con-piu-di-3-lattazioni-medie*.
- Ferguson, J. D., Galligan, D. T., & Thomsen, N. (1994). Principal Descriptors of Body Condition Score in Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, *77*(9), 2695–2703. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77212-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X)

- Fleischer, P., Metzner, M., Beyerbach, M., Hoedemaker, M., & Klee, W. (2001). The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *84*(9), 2025–2035. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74646-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74646-2)
- Fregonesi, J. A., Tucker, C. B., & Weary, D. M. (2007). Overstocking reduces lying time in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *90*(7), 3349–3354. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-794>
- Gabai, G., De Luca, E., Miotto, G., Zin, G., Stefani, A., Da Dalt, L., Barberio, A., & Celi, P. (2019). Relationship between protein oxidation biomarkers and uterine health in dairy cows during the postpartum period. *Antioxidants*, *8*(1). <https://doi.org/10.3390/antiox8010021>
- Geishauser, T. (1995). Abomasal Displacement in the Bovine—a Review on Character, Occurrence, Aetiology and Pathogenesis. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, *42*(1–10), 229–251. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1995.tb00375.x>
- Geishauser, T., Leslie, K., Duffield, T., & Edge, V. (1997). Fat/protein ratio in first DHF test milk as test for displaced abomasum in dairy cows. *Zentralblatt Für Veterinärmedizin. Reihe A*, *44*(5), 265–270. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1997.tb01110.x>
- Geishauser, T., Leslie, K., Duffield, T., Sandals, D., & Edge, V. (1998). The Association between Selected Metabolic Parameters and Left Abomasal Displacement in Dairy Cows. *Journal of Veterinary Medicine Series A: Physiology Pathology Clinical Medicine*, *45*(8), 499–511. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1998.tb00853.x>
- Gianesella, M., Morgante, M., Cannizzo, C., Stefani, A., Dalvit, P., Messina, V., & Giudice, E. (2010). Subacute ruminal acidosis and evaluation of blood gas analysis in dairy cow. *Veterinary Medicine International*, *2010*. <https://doi.org/10.4061/2010/392371>
- Gilbert, R. O. (2016). Management of Reproductive Disease in Dairy Cows. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 32, Issue 2, pp. 387–410). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.01.009>
- GLI INDICI DI FERTILITÀ DELL'AZIENDA BOVINA. (n.d.).
- Goff, J. (n.d.). *Role of acid-base physiology on the pathogenesis of parturient hypocalcaemia (milk fever)-The DCAD theory in principal and practice Calcium*

- metabolism View project recombinant bovine granulocyte colony-stimulating factor View project*. <https://www.researchgate.net/publication/9006162>
- Goff, J. P. (2000). Pathophysiology of calcium and phosphorus disorders. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 16(2). [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30108-0](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30108-0)
- Goff, J. P. (2008). The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *Veterinary Journal*, 176(1), 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.020>
- Goff, J. P., & Horst, R. L. (1997a). Effects of the Addition of Potassium or Sodium, but Not Calcium, to Prepartum Rations on Milk Fever in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 80(1), 176–186. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75925-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75925-3)
- Goff, J. P., & Horst, R. L. (1997b). Physiological Changes at Parturition and Their Relationship to Metabolic Disorders. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1260–1268. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76055-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76055-7)
- Goff, J. P., & Horst, R. L. (1998). Use of Hydrochloric Acid as a Source of Anions for Prevention of Milk Fever. *Journal of Dairy Science*, 81(11), 2874–2880. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75847-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75847-3)
- Goff, J. P., Ruiz, R., & Horst, R. L. (2004). Relative acidifying activity of anionic salts commonly used to prevent milk fever. *Journal of Dairy Science*, 87(5), 1245–1255. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73275-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73275-0)
- Goings, R. L., Jacobson, N. L., Beitz, D. C., Littledike, E. T., & Wiggers, K. D. (1974). Prevention of Parturient Paresis by a Prepartum, Calcium-Deficient Diet. *Journal of Dairy Science*, 57(10), 1184–1188. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(74\)85034-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(74)85034-4)
- Grant, R. J., & Albright, J. L. (1995). Feeding Behavior and Management Factors During the Transition Period in Dairy Cattle. In *J. h i m. Sci* (Vol. 73). <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/73/9/2791/4632910>
- Grant, R., & Miner, W. H. (n.d.). *Taking Advantage of Natural Behavior Improves Dairy Cow Performance Dairy Cow's Daily Time Budget*.
- Gressley, T. F., Hall, M. B., & Armentano, L. E. (2011). Ruminant nutrition symposium: Productivity, digestion, and health responses to hindgut acidosis in ruminants.

- Journal of Animal Science*, 89(4), 1120–1130. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3460>
- Gross, J. J. (2022). Limiting factors for milk production in dairy cows: perspectives from physiology and nutrition. In *Journal of Animal Science* (Vol. 100, Issue 3). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/jas/skac044>
- Grummer, R. R. (n.d.). *Impact of Changes in Organic Nutrient Metabolism on Feeding the Transition Dairy Cow*. <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/73/9/2820/4632912>
- Grummer, R. R., Mashek, D. G., & Hayirli, A. (2004). Dry matter intake and energy balance in the transition period. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 20, Issue 3 SPEC. ISS., pp. 447–470). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.013>
- Grünberg, W., Donkin, S. S., & Constable, P. D. (2011). Periparturient effects of feeding a low dietary cation-anion difference diet on acid-base, calcium, and phosphorus homeostasis and on intravenous glucose tolerance test in high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 94(2), 727–745. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3230>
- Guan, R. W., Wang, D. M., Wang, B. B., Jiang, L. Y., & Liu, J. X. (2020). Prognostic potential of pre-partum blood biochemical and immune variables for postpartum mastitis risk in dairy cows. *BMC Veterinary Research*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02314-6>
- Guard, C. (1999). Retained Placenta: Causes and Treatments Retained Placenta-Epidemiology and Economics. In *Advances in Dairy Technology* (Vol. 11).
- Guliński, P. (2021). Ketone bodies – Causes and effects of their increased presence in cows' body fluids: A review. In *Veterinary World* (Vol. 14, Issue 6, pp. 1492–1503). Veterinary World. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.1492-1503>
- Ha, S., Kang, S., Han, M., Lee, J., Chung, H., Oh, S. I., Kim, S., & Park, J. (2022). Predicting ketosis during the transition period in Holstein Friesian cows using hematological and serum biochemical parameters on the calving date. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-04893-w>
- Hammon, D. S., Evjen, I. M., Dhiman, T. R., Goff, J. P., & Walters, J. L. (2006). Neutrophil function and energy status in Holstein cows with uterine health disorders.

- Veterinary Immunology and Immunopathology*, 113(1–2), 21–29.
<https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2006.03.022>
- Hemme, T., Uddin, M. M., & Ndambi, O. A. (2014). Benchmarking Cost of Milk Production in 46 Countries. In *Journal of Reviews on Global Economics* (Vol. 3).
- Holcomb, C. S., Van Horn, H. H., Head, H. H., Hall, M. B., & Wilcox, C. J. (2001). Effects of prepartum dry matter intake and forage percentage on postpartum performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 84(9), 2051–2058.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74649-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74649-8)
- Horst, R. L., Goff, J. P., & Reinhardt, T. A. (1994). Calcium and Vitamin D Metabolism in the Dairy Cow. *Journal of Dairy Science*, 77(7), 1936–1951.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77140-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77140-X)
- Horst, R. L., Goff, J. P., Reinhardt, T. A., & Buxton, D. R. (1997). Strategies for Preventing Milk Fever in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1269–1280.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76056-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76056-9)
- Hosseini-Zadeh, N. G., & Ardalan, M. (2011). Cow-specific risk factors for retained placenta, metritis and clinical mastitis in Holstein cows. *Veterinary Research Communications*, 35(6), 345–354. <https://doi.org/10.1007/s11259-011-9479-5>
- Hu, W., & Murphy, M. R. (2004). Dietary cation-anion difference effects on performance and acid-base status of lactating dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 87(7), 2222–2229. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70042-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70042-9)
- Hultgren, J., & Pehrson, B. (n.d.). *Risk Factors of Displaced Abomasum in Wisconsin Dairy Herds*.
- Humer, E., Aschenbach, J. R., Neubauer, V., Kröger, I., Khiaosa-ard, R., Baumgartner, W., & Zebeli, Q. (2018). Signals for identifying cows at risk of subacute ruminal acidosis in dairy veterinary practice. In *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* (Vol. 102, Issue 2, pp. 380–392). Blackwell Publishing Ltd.
<https://doi.org/10.1111/jpn.12850>
- Huszenicza, G., Jánosi, S., Gáspárdy, A., & Kulcsár, M. (2004). Endocrine aspects in pathogenesis of mastitis in postpartum dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 82–83, 389–400. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.029>

- Huzzey, J. M., Grant, R. J., & Overton, T. R. (2012). Short communication: Relationship between competitive success during displacements at an overstocked feed bunk and measures of physiology and behavior in Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, *95*(8), 4434–4441. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5038>
- Huzzey, J. M., Nydam, D. V., Grant, R. J., & Overton, T. R. (2012). The effects of overstocking Holstein dairy cattle during the dry period on cortisol secretion and energy metabolism. *Journal of Dairy Science*, *95*(8), 4421–4433. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5037>
- Huzzey, J. M., Von Keyserlingk, M. A. G., & Overton, T. R. (n.d.). *The behavioral and physiological consequences of overstocking dairy cattle*.
- Ingvarsen, K. L. (2006). Feeding- and management-related diseases in the transition cow: Physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. *Animal Feed Science and Technology*, *126*(3–4), 175–213. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.08.003>
- Ingvarsen, K. L., & Moyes, K. M. (2015). Factors contributing to immunosuppression in the dairy cow during the periparturient period. *Japanese Journal of Veterinary Research*, *63*, S15–S24. <https://doi.org/10.14943/jjvr.63.suppl.s15>
- Janovick, N. A., & Drackley, J. K. (2010). Prepartum dietary management of energy intake affects postpartum intake and lactation performance by primiparous and multiparous Holstein cows¹. *Journal of Dairy Science*, *93*(7), 3086–3102. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2656>
- Jenkins, T. C., & McGuire, M. A. (2006). Major advances in nutrition: Impact on milk composition. *Journal of Dairy Science*, *89*(4), 1302–1310. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72198-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72198-1)
- Jermann, P. M., Fritsche, D., Wagner, L. A., Wellnitz, O., Bruckmaier, R. M., & Gross, J. J. (2022). Effect of different dietary regimens at dry-off on performance, metabolism, and immune system in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *105*(5), 4624–4642. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21747>
- Jouany, J. P. (2006). Optimizing rumen functions in the close-up transition period and early lactation to drive dry matter intake and energy balance in cows. *Animal Reproduction Science*, *96*(3–4), 250–264. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2006.08.005>

- K G Kg, N. N. (n.d.). *MEDIE PROVINCIALI A LATTAZIONE CATEGORIA Regione Veneto LATTAZIONI CHIUSE LATTE GRASSO PROTEINE.*
- Karimuribo, E. D., Fitzpatrick, J. L., Bell, C. E., Swai, E. S., Kambarage, D. M., Ogden, N. H., Bryant, M. J., & French, N. P. (2006). Clinical and subclinical mastitis in smallholder dairy farms in Tanzania: Risk, intervention and knowledge transfer. *Preventive Veterinary Medicine*, *74*(1), 84–98. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2006.01.009>
- Kato, J., Odate, T., Kim, Y. H., Ichijo, T., & Sato, S. (2019). Effects of feeding management on disease incidence and blood metabolites in dairy herds in Iwate Prefecture, Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, *81*(7), 958–967. <https://doi.org/10.1292/jvms.18-0742>
- Kaufman, E. I., LeBlanc, S. J., McBride, B. W., Duffield, T. F., & DeVries, T. J. (2016). Association of rumination time with subclinical ketosis in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *99*(7), 5604–5618. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10509>
- Kelton, D. F., Leslie, K. E., Etherington, W. G., Bonnett, B. N., & Walton, J. S. (n.d.). *Accuracy of rectal palpation and of a rapid milk progesterone enzymeimmunoassay for determining the presence of a functional corpus luteum in subestrous dairy cows.*
- Kelton, D. F., Lissemore, K. D., & Martin, R. E. (1998). Recommendations for Recording and Calculating the Incidence of Selected Clinical Diseases of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, *81*(9), 2502–2509. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)70142-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)70142-0)
- Kendall, C., Leonardi, C., Hoffman, P. C., & Combs, D. K. (2009). Intake and milk production of cows fed diets that differed in dietary neutral detergent fiber and neutral detergent fiber digestibility. *Journal of Dairy Science*, *92*(1), 313–323. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1482>
- Kiesecker, J. M., Skelly, D. K., Beard, K. H., & Preisser, E. (1999). *Behavioral reduction of infection risk* (Vol. 96). www.pnas.org.
- Kimura, K., Goff, J. P., Kehrli, M. E., & Reinhardt, T. A. (2002). Decreased neutrophil function as a cause of retained placenta in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, *85*(3), 544–550. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74107-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74107-6)

- Kleen, J. L., Hooijer, G. A., Rehage, J., & Noordhuizen, J. P. T. M. (n.d.). *Subacute Ruminal Acidosis (SARA): a Review*. www.blackwell.de/synergy
- Kmicikewycz, A. D., Harvatine, K. J., & Heinrichs, A. J. (2015). Effects of corn silage particle size, supplemental hay, and forage-to-concentrate ratio on rumen pH, feed preference, and milk fat profile of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, *98*(7), 4850–4868. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9249>
- Kok, A., Chen, J., Kemp, B., & Van Knegsel, A. T. M. (2019). Review: Dry period length in dairy cows and consequences for metabolism and welfare and customised management strategies. *Animal*, *13*(S1), S42–S51. <https://doi.org/10.1017/S1751731119001174>
- Kolver, E. S. (2003). Nutritional limitations to increased production on pasture-based systems. *Proceedings of the Nutrition Society*, *62*(2), 291–300. <https://doi.org/10.1079/pns2002200>
- Kononoff, P. J., Heinrichs, A. J., & Lehman, H. A. (2003). The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *86*(10), 3343–3353. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73937-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73937-X)
- Kronqvist, C., Emanuelson, U., Spörndly, R., & Holtenius, K. (2011a). Effects of prepartum dietary calcium level on calcium and magnesium metabolism in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *94*(3), 1365–1373. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-3025>
- Kronqvist, C., Emanuelson, U., Spörndly, R., & Holtenius, K. (2011b). Effects of prepartum dietary calcium level on calcium and magnesium metabolism in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *94*(3), 1365–1373. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-3025>
- Krpálková, L., O'Mahony, N., Carvalho, A., Campbell, S., Corkery, G., Broderick, E., Riordan, D., & Walsh, J. (2021). Association of Feed Efficiency, Feeding Rate, and Behaviour with the Milk Performance of Dairy Cows. *Dairy*, *2*(4), 684–694. <https://doi.org/10.3390/dairy2040053>
- Kusaka, H., Hasegawa, R., Nishimoto, N., Kawahata, M., Bandai, K., Miura, H., Kikuchi, M., & Sakaguchi, M. (2020). Cytobrush cytology patterns of early postpartum dairy cows. *Veterinary Journal*, *262*. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2020.105516>

Large animal Theriogenology. (n.d.).

Larry Smith, K., Todhunter, D. A., & Schoenberger, P. S. (1985). Environmental Pathogens and Intramammary Infection During the Dry Period. *Journal of Dairy Science*, *68*(2), 402–417. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)80838-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)80838-9)

Larsson, K., Jansson, L., Berglund, B., Edqvist, L.-E., Kindahl, H., Jansson, L., Berglund, B., Edqvist, L.-E., & Kindahl, H. (1984). POSTPARTUM REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN DAIRY COWS I: INFLUENCE OF ANIMAL, BREED AND PARITY. In *Acta vet. scand* (Vol. 25).

Le problematiche della fertilità nella bovina da latte: strategie e considerazioni pratiche. (n.d.).

Lean, I. J., DeGaris, P. J., McNeil, D. M., & Block, E. (2006). Hypocalcemia in dairy cows: Meta-analysis and dietary cation anion difference theory revisited. *Journal of Dairy Science*, *89*(2), 669–684. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72130-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72130-0)

Lean, Ian., DeGaris, Peter., & Dairy Australia. (2010). *Transition cow management : a review for nutritional professionals, veterinarians and farm advisers*. Dairy Australia.

Leblanc, S. (2010). Monitoring Metabolic Health of Dairy Cattle in the Transition Period Introduction-Metabolic Challenges in Peripartum Dairy Cows and Their Associations with Reproduction. In *Journal of Reproduction and Development* (Vol. 56).

LeBlanc, S. J., Duffield, T. F., Leslie, K. E., Bateman, K. G., Keefe, G. P., Walton, J. S., & Johnson, W. H. (2002). Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *85*(9), 2223–2236. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74302-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74302-6)

LeBlanc, S. J., Leslie, K. E., & Duffield, T. F. (2005). Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, *88*(1), 159–170. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72674-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72674-6)

LeBlanc, S. J., Osawa, T., & Dubuc, J. (2011). Reproductive tract defense and disease in postpartum dairy cows. In *Theriogenology* (Vol. 76, Issue 9, pp. 1610–1618). <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.07.017>

- Lei, M. A. C., & Simões, J. (2021). Invited Review: Ketosis Diagnosis and Monitoring in High-Producing Dairy Cows. In *Dairy* (Vol. 2, Issue 2, pp. 303–325). MDPI. <https://doi.org/10.3390/dairy2020025>
- Li, P., Yin, Y. L., Li, D., Kim, W. S., & Wu, G. (2007). Amino acids and immune function. In *British Journal of Nutrition* (Vol. 98, Issue 2, pp. 237–252). <https://doi.org/10.1017/S000711450769936X>
- Li, S., Gozho, G. N., Gakhar, N., Khafipour, E., Krause, D. O., & Plaizier, J. C. (2012). Evaluation of diagnostic measures for subacute ruminal acidosis in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 92(3), 353–364. <https://doi.org/10.4141/CJAS2012-004>
- Li, X. W., Xu, Q. S., Zhang, R. H., Yang, W., Li, Y., Zhang, Y. M., Tian, Y., Zhang, M., Wang, Z., Liu, G. wen, Xia, C., & Li, X. B. (2018). Ultrasonographic findings in cows with left displacement of abomasum, before and after reposition surgery. *BMC Veterinary Research*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1358-7>
- Lobeck-Luchterhand, K. M., Silva, P. R. B., Chebel, R. C., & Endres, M. I. (2015). Effect of stocking density on social, feeding, and lying behavior of prepartum dairy animals. *Journal of Dairy Science*, 98(1), 240–249. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8492>
- Macmillan, K., Gobikrushanth, M., Behrouzi, A., Hoff, B., & Colazo, M. G. (2021). Article Prevalence of early postpartum health disorders in Holstein cows and associations with production, reproduction, and survival outcomes on Alberta dairy farms. In *Traduit par Dr Serge Messier) Can Vet J* (Vol. 62).
- Mann, S., Yepes, F. A. L., Overton, T. R., Wakshlag, J. J., Lock, A. L., Ryan, C. M., & Nydam, D. V. (2015). Dry period plane of energy: Effects on feed intake, energy balance, milk production, and composition in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(5), 3366–3382. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9024>
- Martin, M. J., Weigel, K. A., & White, H. M. (2021). Assessment of the relationship between postpartum health and mid-lactation performance, behavior, and feed efficiency in holstein dairy cows. *Animals*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/ani11051385>
- Martinez, N., Risco, C. A., Lima, F. S., Bisinotto, R. S., Greco, L. F., Ribeiro, E. S., Maunsell, F., Galvão, K., & Santos, J. E. P. (2012). Evaluation of peripartal calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk

- of developing uterine disease. *Journal of Dairy Science*, 95(12), 7158–7172.
<https://doi.org/10.3168/jds.2012-5812>
- Martinez, N., Rodney, R. M., Block, E., Hernandez, L. L., Nelson, C. D., Lean, I. J., & Santos, J. E. P. (2018). Effects of prepartum dietary cation-anion difference and source of vitamin D in dairy cows: Health and reproductive responses. *Journal of Dairy Science*, 101(3), 2563–2578. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13740>
- Martinez, N., Sinedino, L. D. P., Bisinotto, R. S., Ribeiro, E. S., Gomes, G. C., Lima, F. S., Greco, L. F., Risco, C. A., Galvão, K. N., Taylor-Rodriguez, D., Driver, J. P., Thatcher, W. W., & Santos, J. E. P. (2014). Effect of induced subclinical hypocalcemia on physiological responses and neutrophil function in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(2), 874–887. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7408>
- Martins, C. M. M. R., Arcari, M. A., Welter, K. C., Netto, A. S., Oliveira, C. A. F., & Santos, M. V. (2015). Effect of dietary cation-anion difference on performance of lactating dairy cows and stability of milk proteins. *Journal of Dairy Science*, 98(4), 2650–2661. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8926>
- Martins, L. F., Wasson, D. E., & Hristov, A. N. (2022). Feeding dairy cows for improved metabolism and health. *Animal Frontiers*, 12(5), 29–36. <https://doi.org/10.1093/af/vfac059>
- Martín-Tereso, J., & Martens, H. (2014). Calcium and Magnesium Physiology and Nutrition in Relation to the Prevention of Milk Fever and Tetany (Dietary Management of Macrominerals in Preventing Disease). In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 30, Issue 3, pp. 643–670). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2014.07.007>
- McArt, J. A. A., Nydam, D. V., & Oetzel, G. R. (2012). Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 95(9), 5056–5066. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5443>
- McArt, J. A. A., Nydam, D. V., & Overton, M. W. (2015). Hyperketonemia in early lactation dairy cattle: A deterministic estimate of component and total cost per case. *Journal of Dairy Science*, 98(3), 2043–2054. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8740>

- Mcnaughton, A. P., & Murray, R. D. (n.d.). *Structure and function of the bovine fetomaternal unit in relation to the causes of retained fetal membranes*. <http://veterinaryrecord.bmj.com/>
- Megahed, A. A., Hiew, M. W. H., & Constable, P. D. (2018). Clinical Utility of Plasma Fructosamine Concentration as a Hypoglycemic Biomarker during Early Lactation in Dairy Cattle. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *32*(2), 846–852. <https://doi.org/10.1111/jvim.15049>
- Melendez, P., Romero, C., Pithua, P., Marin, M. P., Pinedo, P., & Duchens, M. (2017). Retrospective evaluation of milk production and culling risk following either surgical, toggle-pin suture or conservative treatment of left displaced abomasum in Chilean dairy cows. *New Zealand Veterinary Journal*, *65*(6), 292–296. <https://doi.org/10.1080/00480169.2017.1360162>
- Menta, P. R., Machado, V. S., Piñeiro, J. M., Thatcher, W. W., Santos, J. E. P., & Vieira-Neto, A. (2022). Heat stress during the transition period is associated with impaired production, reproduction, and survival in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *105*(5), 4474–4489. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21185>
- Metabolic adaptacion in first week after calving and early prediction of ketosis type I and II in dairy cows.* (n.d.).
- Miller-Cushon, E. K., & DeVries, T. J. (2009). Effect of dietary dry matter concentration on the sorting behavior of lactating dairy cows fed a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*, *92*(7), 3292–3298. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1772>
- Miltenburg, C. L., Duffield, T. F., Bienzle, D., Scholtz, E. L., & LeBlanc, S. J. (2018). The effect of prepartum feeding and lying space on metabolic health and immune function. *Journal of Dairy Science*, *101*(6), 5294–5306. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13481>
- Minor, D. J., Trower, S. L., Strang, B. D., Shaver, R. D., & Grummer, R. R. (1998). Effects of Nonfiber Carbohydrate and Niacin on Periparturient Metabolic Status and Lactation of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, *81*(1), 189–200. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75566-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75566-3)
- Moallem, U., & Lifshitz, L. (2020). Accuracy and homogeneity of total mixed rations processed through trailer mixer or self-propelled mixer, and effects on the yields

- of high-yielding dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 270. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114708>
- Mokhber Dezfooli, M., Eftekhari, Z., Sadeghian, S., Bahounar, A., & Jeloudari, M. (2013). Evaluation of hematological and biochemical profiles in dairy cows with left displacement of the abomasum. *Comparative Clinical Pathology*, 22(2), 175–179. <https://doi.org/10.1007/s00580-011-1382-5>
- Mostert, P. F., Bokkers, E. A. M., Van Middelaar, C. E., Hogeveen, H., & De Boer, I. J. M. (2018). Estimating the economic impact of subclinical ketosis in dairy cattle using a dynamic stochastic simulation model. *Animal*, 12(1), 145–154. <https://doi.org/10.1017/S1751731117001306>
- Mueller, K. (2011). Diagnosis, treatment and control of left displaced abomasum in cattle. *In Practice*, 33(9), 470–481. <https://doi.org/10.1136/inp.d6079>
- Mulligan, F. J., & Doherty, M. L. (2008). Production diseases of the transition cow. *Veterinary Journal*, 176(1), 3–9. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.018>
- Mulligan, F. J., O’Grady, L., Rice, D. A., & Doherty, M. L. (2006). A herd health approach to dairy cow nutrition and production diseases of the transition cow. *Animal Reproduction Science*, 96(3–4), 331–353. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2006.08.011>
- Multilocal trial of ceftiofur for treatment of postpartum cows with fever.* (n.d.).
- National Research Council (U.S.). Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. (n.d.). *Nutrient requirements of dairy cattle.*
- Nielsen, C. (2009). *Economic impact of mastitis in dairy cows.* Department of Animal Breeding and Genetics, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Nordlund, K. V., & Garrett, E. F. (1994). Rumenocentesis. *The Bovine Practitioner*, 109–112. <https://doi.org/10.21423/bovine-vol1994no28p109-112>
- Oetzel, G. R. (n.d.). *Non-Infectious Diseases: Milk Fever.*
- Oetzel, G. R. (2000). Management of dry cows for the prevention of milk fever and other mineral disorders. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 16(2). [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30110-9](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30110-9)
- Oetzel, G. R. (2003). Subacute Ruminant Acidosis in Dairy Cattle. In *Advances in Dairy Technology* (Vol. 15).

- Oetzel, G. R. (2017). Diagnosis and Management of Subacute Ruminant Acidosis in Dairy Herds. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 33, Issue 3, pp. 463–480). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.06.004>
- Okker, H., Schmitt, E. J., Vos, P. L. A. M., Scherpenisse, P., Bergwerff, A. A., Jonker, F. H., & Pharmacokinetics, F. H. (n.d.). *Pharmacokinetics of ceftiofur in plasma and uterine secretions and tissues after subcutaneous postpartum administration in lactating dairy cows.*
- Otten, W., Heimbürge, S., Tuchscherer, A., & Kanitz, E. (2023). Hair cortisol concentration in postpartum dairy cows and its association with parameters of milk production. *Domestic Animal Endocrinology*, 84–85. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2023.106792>
- Overton, T. R. (2001). Transition Cow Programs-The Good, The Bad, and How to Keep Them from Getting Ugly. In *Advances in Dairy Technology* (Vol. 13).
- Overton, T. R., & Burhans, W. S. (n.d.). *PROTEIN METABOLISM OF THE TRANSITION COW.*
- Overton, T. R., & Waldron, M. R. (2004). Nutritional management of transition dairy cows: Strategies to optimize metabolic health. *Journal of Dairy Science*, 87(SUPPL. 1). [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70066-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70066-1)
- Owens, F. N., Zinn, R. A., & Kim, Y. K. (n.d.). *LIMITS TO STARCH DIGESTION IN THE RUMINANT SMALL INTESTINE 1'2.* <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/63/5/1634/4662251>
- p15_18_supp_0407.* (n.d.).
- Palme, R. (2019). Non-invasive measurement of glucocorticoids: Advances and problems. In *Physiology and Behavior* (Vol. 199, pp. 229–243). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.11.021>
- Park, A. F., DeFrain, J. M., Titgemeyer, E. C., & Ferdinand, E. E. (2001). Changes in rumen capacity of dairy cows during the periparturient period. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 2, 47–51. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.3231>
- Parka, Y. H., Fox, L. K., Hamilton, M. J., Davis, W. C., & Davis, W. C. (1993). Suppression of proliferative response of BoCD4 + T lymphocytes by activated BoCD8 + T

- lymphocytes in the mammary gland of cows with *Staphylococcus aureus* mastitis. In *Veterinary Immunology and Immunopathology* (Vol. 36).
- Pascottini, O. B., Leroy, J. L. M. R., & Opsomer, G. (2022). Maladaptation to the transition period and consequences on fertility of dairy cows. In *Reproduction in Domestic Animals* (Vol. 57, Issue S4, pp. 21–32). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/rda.14176>
- Penner, G. B., Aschenbach, J. R., Gäbel, G., Rackwitz, R., & Oba, M. (2009). Epithelial capacity for apical uptake of short chain fatty acids is a key determinant for intraruminal pH and the susceptibility to subacute ruminal acidosis in sheep. *Journal of Nutrition*, *139*(9), 1714–1720. <https://doi.org/10.3945/jn.109.108506>
- Penner, G. B., Beauchemin, K. A., & Mutsvangwa, T. (2007). Severity of ruminal acidosis in primiparous holstein cows during the periparturient period. *Journal of Dairy Science*, *90*(1), 365–375. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)72638-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)72638-3)
- Phillips, G. J., Citron, T. L., Sage, J. S., Cummins, K. A., Cecava, M. J., & McNamara, J. P. (2003). Adaptations in body muscle and fat in transition dairy cattle fed differing amounts of protein and methionine hydroxy analog. *Journal of Dairy Science*, *86*(11), 3634–3647. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73969-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73969-1)
- Pineda, A., Cardoso, F. C., Murphy, M. R., & Drackley, J. K. (2022). Effects of dietary energy density and feeding strategy during the dry period on feed intake, energy balance, milk production, and blood metabolites of Holstein cows. *JDS Communications*, *3*(6), 403–407. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2022-0233>
- Plaizier, J. C., Krause, D. O., Gozho, G. N., & McBride, B. W. (2008). Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *Veterinary Journal*, *176*(1), 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.016>
- Polsky, L., & von Keyserlingk, M. A. G. (2017). Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, *100*(11), 8645–8657. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>
- Potassium requirements, sources and excretion in dairy cows.* (n.d.).
- Potter, T. J., Guitian, J., Fishwick, J., Gordon, P. J., & Sheldon, I. M. (2010). Risk factors for clinical endometritis in postpartum dairy cattle. *Theriogenology*, *74*(1), 127–134. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.01.023>

- Prieto, M., Barrio, M., Quintela, L. A., Perez-Marin, C. C., Becerra, J. J., Vigo, M., Diaz, C., Cainzos, J., Prieto, A., Fernandez, F. I., Martinez, D., & Herradon, P. G. (n.d.). Validation of a simple method for the interpretation of uterine cytology in cows. In *Original Paper Veterinarni Medicina* (Vol. 57, Issue 7).
- Proudfoot, K. L., & Huzzey, J. M. (2022). A first time for everything: The influence of parity on the behavior of transition dairy cows. *JDS Communications*, 3(6), 467–471. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2022-0290>
- Proudfoot, K. L., Veira, D. M., Weary, D. M., & von Keyserlingk, M. A. G. (2009). Competition at the feed bunk changes the feeding, standing, and social behavior of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92(7), 3116–3123. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1718>
- Prunner, I., Pothmann, H., Wagener, K., Giuliadori, M., Huber, J., Ehling-Schulz, M., & Drillich, M. (2014). Dynamics of bacteriologic and cytologic changes in the uterus of postpartum dairy cows. *Theriogenology*, 82(9), 1316–1322. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.08.018>
- Qu, Y., Fadden, A. N., Traber, M. G., & Bobe, G. (2014). Potential risk indicators of retained placenta and other diseases in multiparous cows. *Journal of Dairy Science*, 97(7), 4151–4165. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7154>
- Rabelo, Rezende, R. L., Bertics, S. J., & Grummer, R. R. (2003). Effects of transition diets varying in dietary energy density on lactation performance and ruminal parameters of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86(3), 916–925. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73674-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73674-1)
- Raboisson, D., Mounié, M., Khenifar, E., & Maigné, E. (2015). The economic impact of subclinical ketosis at the farm level: Tackling the challenge of over-estimation due to multiple interactions. *Preventive Veterinary Medicine*, 122(4), 417–425. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.07.010>
- Rajala-Schultz, P. J., Gröhn, Y. T., & McCulloch, C. E. (1999). Effects of milk fever, ketosis, and lameness on milk yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82(2), 288–294. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75235-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75235-5)
- Ramasamy, I. (2006). Recent advances in physiological calcium homeostasis. In *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine* (Vol. 44, Issue 3, pp. 237–273). <https://doi.org/10.1515/CCLM.2006.046>

- Ramberg, C. F., Johnson, E. K., Fargo, R. D., Kronfeld, D. S., Johnson, E., Fargo, R., & S Kronfeld, A. D. (1984). *Calcium homeostasis in cows, with special reference to parturient hypocalcemia*. www.physiology.org/journal/ajpregu
- Ramberg, C. F., Mayer, G. P., Kronfeld, D. S., & Potts, A. T. (1976). Dietary Calcium, Calcium Kinetics and Plasma Parathyroid Hormone Concentration in Cows¹. In *J. Nutr* (Vol. 106). <https://academic.oup.com/jn/article-abstract/106/5/671/4768813>
- Razzaghi, A., Aliarabi, H., Tabatabaei, M. M., Saki, A. A., Valizadeh, R., & Zamani, P. (2012). Effect of dietary cation-anion difference during prepartum and postpartum periods on performance, blood and urine minerals status of holstein dairy cow. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(4), 486–495. <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11325>
- Report_costi_produzione_LATTE_DEF*. (n.d.).
- Richards, B. F., Janovick, N. A., Moyes, K. M., Beever, D. E., & Drackley, J. K. (2020). Comparison of prepartum low-energy or high-energy diets with a 2-diet far-off and close-up strategy for multiparous and primiparous cows. *Journal of Dairy Science*, 103(10), 9067–9080. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18603>
- Righi, F., Quarantelli, A., Tonelli, L., Renzi, M., & Gandolfi, B. (2007). Use of Penn State Particle Separator for the evaluation of total mixed rations typical of Parmigiano Reggiano cheese production area. *Italian Journal of Animal Science*, 6(SUPPL. 1), 347–349. <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.1s.347>
- Rulquin, H., & Caudal, J. P. (1977). Effects of lying or standing on mammary blood flow and heart rate of dairy cows. In *J Physiol* (Vol. 190). Masson.
- Rust, M. J., Markson, J. S., Lane, W. S., Fisher, D. S., & O'Shea, E. K. (2007). Ordered phosphorylation governs oscillation of a three-protein circadian clock. *Science*, 318(5851), 809–812. <https://doi.org/10.1126/science.1148596>
- Salazar-Carranza, M., Castillo-Badilla, G., Murillo-Herrera, J., Hueckmann-Voss, F., & Romero-Zúñiga, J. J. (2014). Effect of Age at First Calving on First Lactation Milk Yield in Holstein Cows from Costa Rican Specialized Dairy Herds. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 04(09), 197–203. <https://doi.org/10.4236/ojvm.2014.49023>
- Sanchez, W. K., Beede, D. K., & Cornell, J. A. (1997). Dietary Mixtures of Sodium Bicarbonate, Sodium Chloride, and Potassium Chloride: Effects on Lactational

- Performance, Acid-Base Status, and Mineral Metabolism of Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 80(6), 1207–1216. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76049-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76049-1)
- Sannmann, I., & Heuwieser, W. (2015). Technical note: Intraobserver, interobserver, and test-retest reliabilities of an assessment of vaginal discharge from cows with and without acute puerperal metritis. *Journal of Dairy Science*, 98(8), 5460–5466. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9169>
- Schingoethe, D. J. (1996). Dietary influence on protein level in milk and milk yield in dairy cows. In *Animal Feed Science Technology* (Vol. 60).
- Schlau, N., Guan, L. L., & Oba, M. (2012). The relationship between rumen acidosis resistance and expression of genes involved in regulation of intracellular pH and butyrate metabolism of ruminal epithelial cells in steers. *Journal of Dairy Science*, 95(10), 5866–5875. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5167>
- Schroeder, J. W. (2001). *AS-1203 Feeding Managing Transition Dairy Cow the and*.
- Seifi, H. A., LeBlanc, S. J., Leslie, K. E., & Duffield, T. F. (2011). Metabolic predictors of post-partum disease and culling risk in dairy cattle. *Veterinary Journal*, 188(2), 216–220. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.04.007>
- Seifi, H. A., LeBlanc, S. J., Vernooy, E., Leslie, K. E., & Duffield, T. F. (2007). Effect of isoflupredone acetate with or without insulin on energy metabolism, reproduction, milk production, and health in dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 90(9), 4181–4191. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-897>
- Serva, L., Andrighetto, I., Marchesini, G., Contiero, B., Grandis, D., & Magrin, L. (2021). Prognostic capacity assessment of a multiparameter risk score for aerobic stability of maize silage undergoing heterofermentative inoculation (*Lactobacillus buchneri*) in variable ensiling conditions. *Animal Feed Science and Technology*, 281. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115116>
- Serva, L., Magrin, L., Marchesini, G., & Andrighetto, I. (2021). Assessment of the effectiveness of a portable NIRS instrument in controlling the mixer wagon tuning and ration management. *Animals*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/ani11123566>
- Serva, L., Marchesini, G., Sandro, T., & Segato, S. (2016). *Uno strumento NIR portatile per la valutazione dell'omogeneità dell'unifeed distribuito in mangiatoia*

- NIRs for feed and food quality View project NIRs for feed quality View project.*
<https://www.researchgate.net/publication/309155721>
- Sharma, A., & Phillips, C. J. C. (2019). Avoidance distance in sheltered cows and its association with other welfare parameters. *Animals*, 9(7).
<https://doi.org/10.3390/ani9070396>
- Shaver, R. D. (1997). Nutritional Risk Factors in the Etiology of Left Displaced Abomasum in Dairy Cows: A Review. *Journal of Dairy Science*, 80(10), 2449–2453.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76197-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76197-6)
- Sheldon, I. M., & Dobson, H. (2004). Postpartum uterine health in cattle. *Animal Reproduction Science*, 82–83, 295–306.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.006>
- Sheldon, I. M., Lewis, G. S., LeBlanc, S., & Gilbert, R. O. (2006). Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology*, 65(8), 1516–1530.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.08.021>
- Sheldon, I. M., Molinari, P. C. C., Ormsby, T. J. R., & Bromfield, J. J. (2020). Preventing postpartum uterine disease in dairy cattle depends on avoiding, tolerating and resisting pathogenic bacteria. *Theriogenology*, 150, 158–165.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.017>
- Sheldon, I. M., & Owens, S. E. (2017a). Postpartum uterine infection and endometritis in dairy cattle. *Animal Reproduction*, 14(3), 622–629.
<https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR1006>
- Sheldon, I. M., & Owens, S. E. (2017b). Postpartum uterine infection and endometritis in dairy cattle. *Animal Reproduction*, 14(3), 622–629.
<https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR1006>
- Simmons, C. R., Bergen, W. G., Vandehaar, M. J., Sprecher, D. J., Sniffen, C. J., Stanisiewski, E. P., & Tucker, H. A. (1994). Protein and Fat Metabolism in Cows Given Somavubove Before Parturition. *Journal of Dairy Science*, 77(7), 1835–1847.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77125-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77125-3)
- Song, Y., Loor, J. J., Zhao, C., Huang, D., Du, X., Li, X., Wang, Z., Liu, G., & Li, X. (2020). Potential hemo-biological identification markers to the left displaced abomasum in dairy cows. *BMC Veterinary Research*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02676-x>

- Soonberg, M., Kass, M., Kaart, T., Barraclough, R., Haskell, M. J., & Arney, D. R. (2021). Effect of grouping on behaviour of dairy heifers and cows in the transition period. *Journal of Dairy Research*, 88(1), 45–51. <https://doi.org/10.1017/S0022029921000066>
- Soriani, N., Panella, G., & Calamari, L. (2013). Rumination time during the summer season and its relationships with metabolic conditions and milk production. *Journal of Dairy Science*, 96(8), 5082–5094. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6620>
- Sova, A. D., LeBlanc, S. J., McBride, B. W., & DeVries, T. J. (2014). Accuracy and precision of total mixed rations fed on commercial dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 97(1), 562–571. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6951>
- St, S. U., & Lafayette, W. (n.d.). *Optimizing Performance of TMR Mixers* (Vol. 47907, Issue 765). <https://www.researchgate.net/publication/228388352>
- Stengärde, L., Holtenius, K., Tråvén, M., Hultgren, J., Niskanen, R., & Emanuelson, U. (2010). Blood profiles in dairy cows with displaced abomasum. *Journal of Dairy Science*, 93(10), 4691–4699. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3295>
- Stevenson, J. S. (1987). Periparturient disorders in dairy cows. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 2, 11–18. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.3024>
- St-Pierre, N. R. (2001). Invited review. Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. In *Journal of Dairy Science* (Vol. 84, Issue 4, pp. 741–755). American Dairy Science Association. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74530-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74530-4)
- Strang, B. D., Bertics, S. J., Grummer, R. R., & Armentano, L. E. (1998). Effect of Long-Chain Fatty Acids on Triglyceride Accumulation, Gluconeogenesis, and Ureagenesis in Bovine Hepatocytes. *Journal of Dairy Science*, 81(3), 728–739. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75629-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75629-2)
- Suojala, L., Kaartinen, L., & Pyörälä, S. (2013). Treatment for bovine *Escherichia coli* mastitis - an evidence-based approach. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 36(6), 521–531. <https://doi.org/10.1111/jvp.12057>
- Sutherland, M. A., Rogers, A. R., & Verkerk, G. A. (2012). The effect of temperament and responsiveness towards humans on the behavior, physiology and milk

- production of multi-parous dairy cows in a familiar and novel milking environment. *Physiology and Behavior*, 107(3), 329–337. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.07.013>
- Tashakkori, N., Khoramian, B., Farhoodi Moghadam, M., Heidarpour, M., Mashayekhi, K., & Farzaneh, N. (2020). Evaluating the effectiveness of two bovine mastitis vaccines and their influences on oxidant and antioxidant capacities of milk. *Tropical Animal Health and Production*, 52(3), 1493–1501. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02156-x>
- Tedeschi, L. O., Adams, J. M., & Vieira, R. A. M. (2023). Forages and Pastures Symposium: revisiting mechanisms, methods, and models for altering forage cell wall utilization for ruminants. *Journal of Animal Science*, 101. <https://doi.org/10.1093/jas/skad009>
- Thilsing-Hansen, T., Jørgensen, R. J., & Østergaard, S. (2002). Milk Fever Control Principles: A Review. In *Acta vet. scand* (Vol. 43, Issue 1).
- Todhunter, D. A., Smith, K. L., & Hogan, J. S. (1995). Environmental Streptococcal Intramammary Infections of the Bovine Mammary Gland. *Journal of Dairy Science*, 78(11), 2366–2374. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(95\)76864-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76864-3)
- Uknowledge, U., & Liang, D. (2013). *ESTIMATING THE ECONOMIC LOSSES FROM DISEASES AND ESTIMATING THE ECONOMIC LOSSES FROM DISEASES AND EXTENDED DAYS OPEN WITH A FARM-LEVEL STOCHASTIC EXTENDED DAYS OPEN WITH A FARM-LEVEL STOCHASTIC MODEL MODEL*. https://uknowledge.uky.edu/animalsci_etds/22
- Urakawa, M., Zhuang, T., Sato, H., Takanashi, S., Yoshimura, K., Endo, Y., Katsura, T., Umino, T., Tanaka, K., Watanabe, H., Kobayashi, H., Takada, N., Kozutsumi, T., Kumagai, H., Asano, T., Sazawa, K., Ashida, N., Zhao, G., Rose, M. T., ... Aso, H. (2022). Prevention of mastitis in multiparous dairy cows with a previous history of mastitis by oral feeding with probiotic *Bacillus subtilis*. *Animal Science Journal*, 93(1). <https://doi.org/10.1111/asj.13764>
- Val-Laillet, D., Veira, D. M., & Von Keyserlingk, M. A. G. (2008). Short communication: Dominance in free-stall-housed dairy cattle is dependent upon resource. *Journal of Dairy Science*, 91(10), 3922–3926. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1332>

- van der Linden, A., Oosting, S. J., van de Ven, G. W. J., Zom, R., van Ittersum, M. K., Gerber, P. J., & de Boer, I. J. M. (2021). Yield gap analysis in dairy production systems using the mechanistic model LiGAPS-Dairy. *Journal of Dairy Science*, *104*(5), 5689–5704. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19078>
- Van Winden, S. C. L., & Kuiper, R. (2003). Left displacement of the abomasum in dairy cattle: Recent developments in epidemiological and etiological aspects. In *Veterinary Research* (Vol. 34, Issue 1, pp. 47–56). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/vetres:2002060>
- Vandehaar, M. J., Yousif, G., Sharma, B. K., Herdt, T. H., Emery, R. S., Allen, M. S., & Liesman, J. S. (1999). Effect of energy and protein density of prepartum diets on fat and protein metabolism of dairy cattle in the periparturient period. *Journal of Dairy Science*, *82*(6), 1282–1295. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75351-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75351-8)
- Venjakob, P. L., Borchardt, S., & Heuwieser, W. (2017). Hypocalcemia—Cow-level prevalence and preventive strategies in German dairy herds. *Journal of Dairy Science*, *100*(11), 9258–9266. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12494>
- Vergara, C. F., Döpfer, D., Cook, N. B., Nordlund, K. V., McArt, J. A. A., Nydam, D. V., & Oetzel, G. R. (2014). Risk factors for postpartum problems in dairy cows: Explanatory and predictive modeling. *Journal of Dairy Science*, *97*(7), 4127–4140. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6440>
- Veterinary Medicine - a Textbook*. (n.d.).
- Von Keyserlingk, M. A. G., Olenick, D., & Weary, D. M. (2008). Acute behavioral effects of regrouping dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *91*(3), 1011–1016. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0532>
- Wankhade, P. R., Manimaran, A., Kumaresan, A., Jeyakumar, S., Ramesha, K. P., Sejian, V., Rajendran, D., & Varghese, M. R. (2017). *Metabolic and immunological changes in transition dairy cows: A review*. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017>
- Wathes, D. C., Clempson, A. M., & Pollott, G. E. (2013). Associations between lipid metabolism and fertility in the dairy cow. *Reproduction, Fertility and Development*, *25*(1), 48–61. <https://doi.org/10.1071/RD12272>

- Watt, L. J., Clark, C. E. F., Krebs, G. L., Petzel, C. E., Nielsen, S., & Utsumi, S. A. (2015). Differential rumination, intake, and enteric methane production of dairy cows in a pasture-based automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, *98*(10), 7248–7263. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9463>
- Weber, C., Schäff, C. T., Kautzsch, U., Börner, S., Erdmann, S., Görs, S., Röntgen, M., Sauerwein, H., Bruckmaier, R. M., Metges, C. C., Kuhla, B., & Hammon, H. M. (2016). Insulin-dependent glucose metabolism in dairy cows with variable fat mobilization around calving. *Journal of Dairy Science*, *99*(8), 6665–6679. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11022>
- Weimer, P. J., Stevenson, D. M., Mantovani, H. C., & Man, S. L. C. (2010). Host specificity of the ruminal bacterial community in the dairy cow following near-total exchange of ruminal contents¹. *Journal of Dairy Science*, *93*(12), 5902–5912. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3500>
- Westermann, S., Drillich, M., Kaufmann, T. B., Madoz, L. V., & Heuwieser, W. (2010). A clinical approach to determine false positive findings of clinical endometritis by vaginoscopy by the use of uterine bacteriology and cytology in dairy cows. *Theriogenology*, *74*(7), 1248–1255. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.05.028>
- White, R. R., Hall, M. B., Firkins, J. L., & Kononoff, P. J. (2017). Physically adjusted neutral detergent fiber system for lactating dairy cow rations. I: Deriving equations that identify factors that influence effectiveness of fiber. *Journal of Dairy Science*, *100*(12), 9551–9568. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12765>
- Wildman, E. E., Jones, G. M., Wagner, P. E., Boman, R. L., Troutt, H. F., & Lesch, T. N. (1982). A Dairy Cow Body Condition Scoring System and Its Relationship to Selected Production Characteristics. *Journal of Dairy Science*, *65*(3), 495–501. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82223-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82223-6)
- Wilkens, M. R., Oberheide, I., Schröder, B., Azem, E., Steinberg, W., & Breves, G. (2012). Influence of the combination of 25-hydroxyvitamin D3 and a diet negative in cation-anion difference on peripartal calcium homeostasis of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *95*(1), 151–164. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4342>
- Winkelman, L. A., Elsasser, T. H., & Reynolds, C. K. (2008). Limit-feeding a high-energy diet to meet energy requirements in the dry period alters plasma metabolite

- concentrations but does not affect intake or milk production in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 91(3), 1067–1079. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0434>
- Zadnik T. (n.d.). *A COMPARATIVE STUDY OF THE HEMATO-BIOCHEMICAL PARAMETERS BETWEEN CLINICALLY HEALTHY COWS AND COWS WITH DISPLACEMENT OF THE ABOMASUM.*
- Zebeli, Q., Tafaj, M., Junck, B., Mansmann, D., Steingass, H., & Drochner, W. (2008). Evaluation of the effects of dietary particle fractions on fermentation profile and concentration of microbiota in the rumen of dairy cows fed grass silage-based diets. *Archives of Animal Nutrition*, 62(3), 230–240. <https://doi.org/10.1080/17450390802027486>
- Zhang, G., Tobolski, D., Zwierzchowski, G., Mandal, R., Wishart, D. S., & Ametaj, B. N. (2021). A targeted serum metabolomics gc–ms approach identifies predictive blood biomarkers for retained placenta in holstein dairy cows. *Metabolites*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/metabo11090633>
- Zhou, Z., Bulgari, O., Vailati-Riboni, M., Trevisi, E., Ballou, M. A., Cardoso, F. C., Luchini, D. N., & Looor, J. J. (2016). Rumen-protected methionine compared with rumen-protected choline improves immunometabolic status in dairy cows during the peripartal period. *Journal of Dairy Science*, 99(11), 8956–8969. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10986>