



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse
Naturali e Ambiente

Corso di laurea in Scienze e Tecnologie Animali

L'importanza del punteggio di condizione corporea della vacca da latte all'asciutta e al parto: un'analisi aziendale sulla ricaduta produttiva e sanitaria nel periodo iniziale della successiva lattazione

The importance of the body condition score of the dairy
cow at dry-off and calving time: a farm analysis of the
production and health impact on the early phase of the
following lactation

Relatore:
Prof. Giulio Cozzi

Correlatore:
dr. Filippo Callegari

Laureanda:
Marta Pietrobon
Matricola n. 2032823

ANNO ACCADEMICO 2023-2024

INDICE

INDICE	3
RIASSUNTO	4
ABSTRACT	5
1. INTRODUZIONE.....	6
1.1 Il Body Condition Score (BCS).....	8
1.2 Metodi di rilevazione del Body Condition Score	18
1.3 L'asciutta	20
1.4 Il Body Condition Score alla messa in asciutta e in asciutta	23
2. OBIETTIVO DELLA TESI	27
3. MATERIALI E METODI.....	28
3.1 Descrizione del caso studio aziendale.....	28
3.2 Il dataset utilizzato nella ricerca	28
3.3 Elaborazione statistica dei dati	29
4. RISULTATI E DISCUSSIONE	30
4.1 BCSparto.....	30
4.2 Evoluzione BCS ante parto	31
4.3 Produzione di latte alla 4° settimana di lattazione.....	33
4.4 Produzione di latte alla 8° settimana di lattazione	35
4.5 Produzione di latte al picco di lattazione	37
4.6 Produzione di complessiva latte a 150 giorni di lattazione.....	39
4.7 Problemi sanitari post-partum.....	40
5. CONCLUSIONI.....	42
6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	44
RINGRAZIAMENTI.....	48

RIASSUNTO

Per consentire la massima espressione delle performance produttive delle bovine da latte è necessario combinare un eccellente patrimonio genetico ad un sistema di allevamento che, soddisfacendo appieno i fabbisogni dell'animale, sia in grado di assicurare elevati livelli di benessere. In ogni situazione aziendale, il perseguimento di questa condizione ottimale è possibile solo attraverso un meticoloso processo di raccolta dati nel corso della carriera produttiva delle bovine volto a individuare e risolvere le criticità che emergono, favorendo un continuo miglioramento del sistema di allevamento.

Oltre ai dati sanitari, produttivi e riproduttivi che devono essere raccolti, assume oggi rilevante importanza il Body Condition Score o BCS, un punteggio che stima l'entità delle riserve adipose corporee della bovina, a seguito di un'analisi visiva e/o tattile di determinate regioni anatomiche. Un monitoraggio continuo di questo parametro consente di valutare l'adeguatezza della dieta somministrata e di preparare la bovina nel modo più idoneo per affrontare le fasi più critiche del ciclo produttivo come la messa in asciutta e il parto.

Il presente elaborato, considerando come caso studio aziendale un campione di 297 bovine da latte di razza Frisona appartenenti ad un'azienda agricola della provincia di Padova, ha inteso valutare gli effetti che un diverso BCS al parto ha sulla produzione di latte e sulla salute delle bovine di diverso ordine di parto nella fase iniziale della successiva lattazione (primi 150 giorni).

I risultati dello studio hanno confermato quanto proposto da numerosi contributi scientifici sul tema del valore di BCS ideale con cui le bovine di razza Frisona dovrebbero apprestarsi al parto, sottolineando come per ottenere buone performance produttive e sanitarie esso debba essere compreso entro un intervallo tra 3,0 e 3,5 unità.

ABSTRACT

The productive performance of dairy cattle can be maximized by combining an excellent genetic pool with a farming method which can ensure high levels of welfare. Collecting data during the career of the lactating cow is of fundamental importance in order to improve the farming system and achieve the top productive performance.

In addition to the data regarding health, production and reproduction, there is another important parameter to record for the management of the dairy herd: the Body Condition Score (also known as BCS). This score is used to estimate the adipose reserves possessed by the animal and it is determined by looking at specific anatomical regions. By monitoring this parameter, it is possible to assess the adequacy of the diet given and to prepare the cow for the more critical phases of the production cycle such as the dry period and calving.

The present study, using a sample of 297 Holstein dairy cows belonging to a farm in the province of Padua as a case study, aimed at evaluating the effects that a different BCS at calving has on the milk yield and the health of cows of different calving order during the initial phase of subsequent lactation (first 150 days in milk).

The results of the study confirmed the outcomes of numerous scientific contributions on the subject of the ideal BCS value at calving for Holstein cows, emphasizing that in order to obtain satisfactory production and health performance it must be within a range between 3.0 and 3.5 units.

1. INTRODUZIONE

I piani di miglioramento genetico realizzati per le bovine di razza Frisone Italiana a partire dagli anni Settanta hanno portato alla nascita di soggetti dalle spiccate performance produttive che, ad oggi, sono in grado di produrre quantità di latte più che doppie rispetto al passato: a titolo di esempio, la produzione media per lattazione rilevata con i controlli funzionali nel periodo 1975-2022 è passata dai 4.921 kg (Piccioli Cappelli, 2022) ai 10.396 kg (AIA, 2022). Il miglioramento non riguarda la sola quantità di latte ma anche la sua qualità: nello stesso periodo infatti il titolo di grasso e proteina è cresciuto passando da valori rispettivamente di 3,5 e 3,1% a 3,88 e 3,54%. I progressi raggiunti dal miglioramento genetico sono notevoli ma bisogna considerare che la produzione di latte, essendo un carattere di tipo quantitativo, è influenzato sia dal patrimonio genetico dell'animale che dall'ambiente ad esso circostante. Per ottenere delle buone produzioni, la genetica di partenza dell'animale è quindi condizione necessaria ma non sufficiente perché ad essa deve essere affiancato un ambiente di allevamento in cui l'animale, stando in una condizione di benessere, riesca ad esprimerla al meglio. Per perseguire questa condizione funzionale, sia per l'individuo che per l'allevatore, l'ambiente di allevamento deve rispondere alle esigenze dell'animale in termini di spazio (per il riposo, per l'alimentazione e l'abbeverata e per il movimento), alimentazione, temperatura e umidità, interazione con gli altri animali della mandria, eccetera.

Per quanto riguarda la bovina da latte in produzione è possibile distinguere tre fasi dalle diverse esigenze che si susseguono a ripetizione nell'arco della carriera produttiva:

- Il parto: è l'evento che sancisce la fine della gestazione e l'inizio della lattazione e nelle primipare di razza Frisone Italiana avviene ad un'età media di 2 anni 2 mesi e 12 giorni (± 140 giorni) (AIA, 2022). Per monitorare il suo decorso e assicurare una condizione di relativa tranquillità all'animale è opportuno disporre di un box parto, un ambiente di stabulazione su lettiera permanente caratterizzato da alti livelli di igiene e comfort. Lo spazio minimo per capo dovrebbe essere di almeno 8-10 m² (Sandrucci, 2022);
- La lattazione: è la fase produttiva durante la quale la bovina viene munta due o più volte al giorno per ottenere il latte (la frequenza di mungitura varia in base all'impianto di mungitura e alla routine di mungitura stabilita dalla stalla).

La tipologia di stabulazione adottata in questa fase non è uguale in tutte le stalle ma varia in base a più fattori quali la dimensione della mandria, la disponibilità e il costo della materia prima con cui fare la lettiera, la disponibilità di manodopera, etc. . Anche per quanto riguarda la dieta sono presenti numerosi fattori di variazione (quali la

disponibilità di materia prima, la produttività della mandria, il sistema di distribuzione della razione, la possibilità di effettuare uno o più gruppi di lattazione in base allo stadio di lattazione, l'adesione a disciplinari di produzione, etc.) ma il fine perseguito da tutte è quello di soddisfare le elevate esigenze energetiche derivate dalla lattazione.

La durata fisiologica della lattazione nella bovina sarebbe di circa 305 giorni ma, indifferentemente dalla dieta e dal sistema di stabulazione, si sceglie di interromperla precocemente per motivi di carattere fisiologico-sanitario ed economico:

- Superato il picco di lattazione, le cellule secernenti del parenchima della ghiandola mammaria iniziano a morire con una rapidità tale da non riuscire ad essere ricambiate prontamente dall'organismo portando ad un fisiologico calo della produzione di latte. Nel caso in cui l'animale rimanga gravido, "i successivi incrementi delle concentrazioni di estrogeni e progesterone riducono la produzione di latte più rapidamente rispetto al caso in cui l'animale non venga nuovamente ingravidato" (Sjaastad et al., 2013).

Per permettere il ripristino delle cellule epiteliali della ghiandola mammaria in vista della successiva lattazione è quindi opportuno lasciare un tempo di riposo alla mammella e "sospendere la mungitura 40-60 giorni prima del parto" (Sjaastad et al., 2013) iniziando la cosiddetta fase di messa in asciutta;

- La produzione di latte a seguito del picco di lattazione cala inevitabilmente e nelle ultime fasi arriva ad un punto tale da non permettere di ripagare i costi per la cura, il mantenimento e la mungitura dell'animale. Considerando che l'alimentazione rappresenta mediamente il 60-70% dei costi di un allevamento zootecnico e che la dieta da lattazione, essendo ricca di concentrati, ha un costo non indifferente, risulta controproducente utilizzarla per animali dalle ridotte prestazioni. L'elevata quota energetica apportata dalla stessa oltre ad essere controproducente sul fronte economico, può portare anche ad un indesiderato ingrassamento dell'animale favorente l'insorgenza di complicazioni al parto e malattie metaboliche nelle prime fasi di lattazione;

Per interrompere precocemente la produzione di latte è ormai consolidata la pratica della messa in asciutta: a circa 60 giorni dalla data di presunto parto le vacche smettono di essere munte (in maniera repentina o graduale a seconda della produzione e delle scelte allevatoriali) e subiscono un drastico cambio di alimentazione verso una dieta a base di alimenti dal ridotto apporto di energia impediti l'avvio delle reazioni di sintesi

delle componenti del latte a livello della ghiandola mammaria (Vilar e Rajala-Schultz, 2020).

- L'asciutta: è il periodo di 40-60 giorni che precede la data di presunto parto e che ha come obiettivo principale (ma non unico) l'interruzione definitiva della produzione di latte. Il conseguimento di questo obiettivo viene ottenuto continuando quanto iniziato con la messa in asciutta: la bovina non viene più munta (o munta con una frequenza sempre più bassa) e la razione continua ad essere dal ridotto apporto energetico fatta eccezione per la fase finale (anche detta fase di "*steaming-up*" o "*close-up*") dove si iniziano a somministrare quantità crescenti di concentrati per abituare l'animale alla ricca dieta di lattazione. Le bovine durante questa fase sono solitamente stabulate in box con lettiera permanente caratterizzati da una ridotta densità per assicurare un livello di igiene tale da limitare il rischio di insorgenza di infezioni mastitiche (Sandrucci, 2022). Nonostante la breve durata, la fase di asciutta non è da sottovalutare perché una sua inefficiente gestione può portare a problemi al parto e a ripercussioni negative a livello di produzione, riproduzione e salute nella lattazione successiva. A complicare questa fase concorrono le elevate produzioni effetto dei piani di miglioramento genetico: avere animali che a 60 giorni dal parto producono ancora molto latte complica la gestione e il controllo di questa fase e può causare sofferenza all'animale (Vilar e Rajala-Schultz, 2020);

1.1 Il Body Condition Score (BCS)

Come anticipato, lo stato di benessere animale che permette di ottenere salute e produttività in un allevamento da latte, può essere conseguito solo se l'intero ciclo produttivo è gestito nel rispetto dei fabbisogni dell'animale.

Per conseguire questo obiettivo, il personale di stalla utilizza parametri ed indici produttivi, riproduttivi e sanitari direttamente rilevabili sull'animale o sulla sua produzione.

Tra questi parametri spicca il Body Condition Score o BCS, un punteggio che stima lo stato di ingrassamento della bovina a seguito dell'analisi visiva (eventualmente confermata da una successiva analisi tattile) delle regioni di lombi, natica e attacco della coda. In queste regioni infatti, secondo quanto studiato e riportato da Edmonson et al. (1989), sono presenti 8 zone funzionali per la stima (vedi *Figura 1.1.1* e *1.1.2*):

1. I processi spinosi delle vertebre lombari;

2. L'area che si viene a creare tra il processo spinoso e il processo trasverso delle vertebre lombari;
3. I processi trasversi delle vertebre lombari;
4. La sporgenza del processo trasverso delle vertebre a livello del fianco;
5. La tuberosità ischiatica (punta della natica) e la tuberosità iliaca (punta dell'anca);
6. La depressione che si viene a formare tra la punta dell'anca e la punta della natica;
7. La depressione tra le due punte dell'anca;
8. I processi spinosi e trasversi delle vertebre coccigee e la fossa ischio-rettale (depressione presente al di sotto della coda);

	SCORE	Spinous processes (SP) (anatomy varies)	Spinous to Transverse processes	Transverse processes	Overhanging shelf (care - rumen fill)	Tuber coxae (hooks) & Tuber ischi (pins)	Between pins and hooks	Between the hooks	Tailhead to pins (anatomy varies)
SEVERE UNDERCONDITIONING (emaciated)	1.00	individual processes distinct, giving a saw-tooth appearance	deep depression	very prominent, > 1/2 length visible	definite shelf, gaunt, tucked	extremely sharp, no tissue cover	severe depression, devoid of flesh	severely depressed	bones very prominent with deep "V" shaped cavity under tail
	1.25								
	1.50								
FRAME OBVIOUS	1.75			1/2 length of process visible					
	2.00	individual processes evident	obvious depression	between 1/2 to 1/3 of processes visible	prominent shelf	prominent	very sunken		bones prominent "U" shaped cavity formed under tail
	2.25								
FRAME & COVERING WELL BALANCED	2.50	sharp, prominent ridge		1/3 - 1/4 visible	moderate shelf		thin flesh covering	definite depression	first evidence of fat
	2.75								
	3.00		smooth concave curve	< 1/4 visible	slight shelf	smooth	depression	moderate depression	bones smooth, cavity under tail shallow & fatty tissue lined
FRAME NOT AS VISIBLE AS COVERING	3.25			appears smooth, TP's just discernable					
	3.50	smooth ridge, the SP's not evident	smooth slope	distinct ridge, no individual processes discernable		covered	slight depression	slight depression	
	3.75								
SEVERE OVERCONDITIONING	4.00	flat, no processes discernable	nearly flat	smooth, rounded edge	none	rounded with fat	sloping	flat	bones rounded with fat and slight fat-filled depression under tail
	4.25								
	4.50			edge barely discernable		buried in fat	flat		bones buried in fat, cavity filled with fat forming tissue folds
	4.75								
	5.00	buried in fat	rounded (convex)	buried in fat	bulging		rounded	rounded	

Figura 1.1.1: Carta per la valutazione del BCS nelle vacche di razza Frisone (Edmonson et al., 1989).

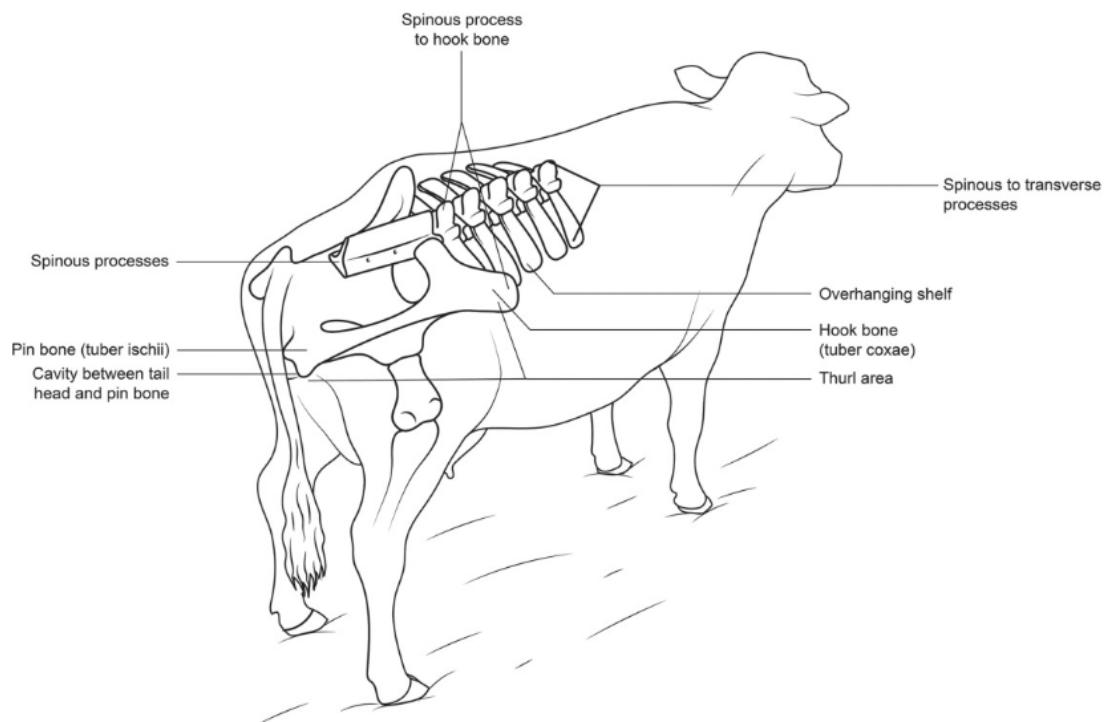


Figura 1.1.2: Evidenziazione delle zone utili per la rilevazione del BCS (Song et al., 2019).

Il BCS varia da 1 a 5 con incrementi di 0,25 punti tra una classe e l'altra, e assume valori crescenti all'aumentare della condizione corporea dell'animale.

La stima di questo punteggio inizia ponendosi lateralmente all'animale avendo una chiara visione dell'area compresa tra la tuberosità iliaca e la tuberosità ischiatica. La forma che si osserva in corrispondenza di quest'area è di rilevante importanza perché facilita nel processo di stima discriminando da subito l'animale in una delle seguenti categorie:

- BCS inferiore a 3,0: l'area situata tra la tuberosità iliaca ed ischiatica forma una "V" come è possibile vedere in *Figura 1.1.3* e *1.1.4*;
- BCS superiore a 3,0: l'area situata tra la tuberosità iliaca ed ischiatica forma una "U" come è possibile vedere in *Figura 1.1.3* e *1.1.4*;

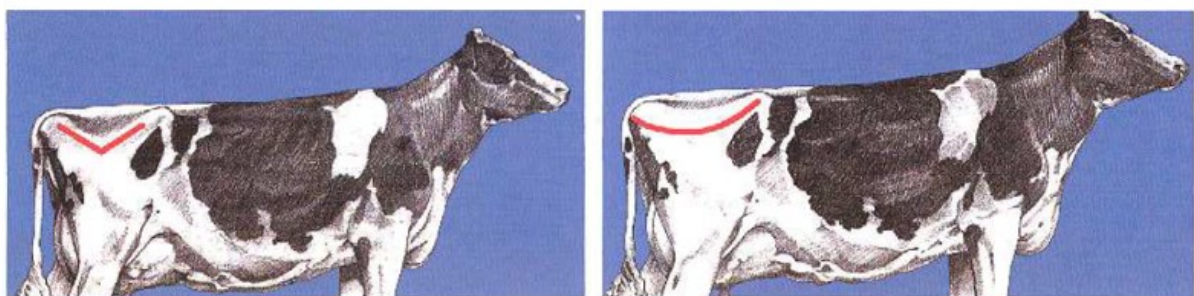


Figura 1.1.3: A sx. bovina in cui è possibile osservare la "V"; a dx. bovina in cui è possibile osservare la "U" (Elanco Animal Health, 1997).

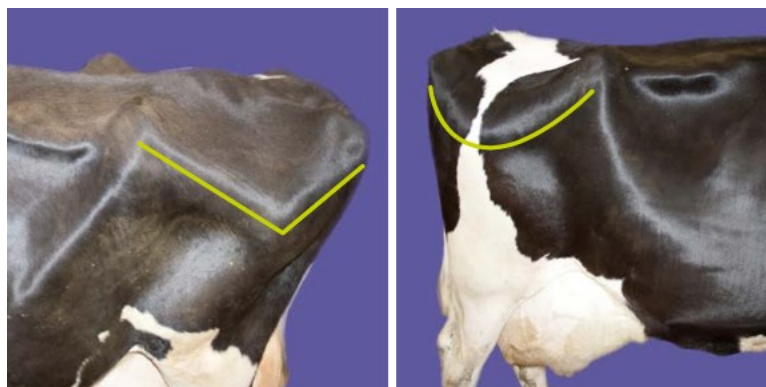


Figura 1.1.4: A sx. bovina in cui è possibile osservare la “V”; a dx. bovina in cui è possibile osservare la “U” (Agriculture and Horticulture Development Board, 2023).

A seguito di questa prima analisi discriminatoria, la valutazione procede ponendosi posteriormente all’animale. Ciò che viene osservato con particolare attenzione sono soprattutto la copertura adiposa a livello della punta dell’anca e della punta della natica nonché la prominenza del legamento sacro-iliaco e del legamento sacro-ischiatico (Elanco Animal Health, 1997).

Per gli animali in cui era stato possibile identificare la “V” (pertanto dotati di un BCS inferiore a 3,0), l’assegnazione dell’effettivo punteggio di condizione corporea procede nel seguente modo:

1. Valutazione del grado di copertura adiposa della punta dell’anca: se la punta dell’anca appare rotondeggiante si assegna un valore di BCS definitivo pari a 3,0. Se la medesima zona appare invece “spigolosa” si assegna un valore di BCS uguale o inferiore a 2,75 (vedi *Figura 1.1.5*);



Figura 1.1.5: A sx. punta dell’anca rotondeggiante; a dx. punta dell’anca “spigolosa” (Agriculture and Horticulture Development Board, 2023).

2. Valutazione visiva del grado di copertura adiposa della punta della natica per i soli animali classificati al punto 1 come “dal BCS uguale o inferiore a 2,75”: se la punta della natica appare imbottita di grasso, si assegna un valore di BCS definitivo pari a 2,75 (vedi *Figura 1.1.6*). In caso contrario all’animale verrà assegnato un BCS inferiore a 2,75;



Figura 1.1.6: Punta della natica imbottita di grasso (*Agriculture and Horticulture Development Board, 2023*).

3. Valutazione tattile del grado di copertura della punta della natica per i soli animali classificati al punto 2 come “dal BCS inferiore a 2,75”: se è presente una copertura di grasso palpabile a livello della punta della natica si assegna un valore di BCS definitivo pari a 2,5. In caso contrario si assegna un valore di BCS pari o inferiore a 2,25 (vedi *Figura 1.1.7*);

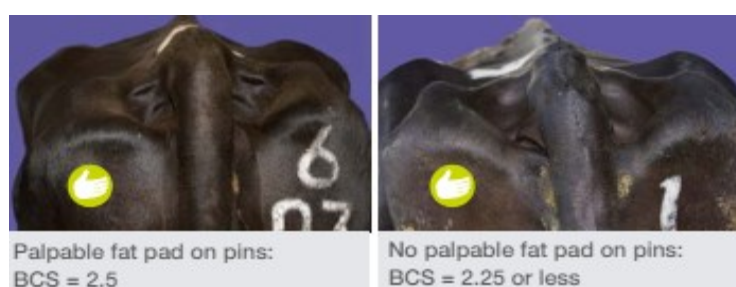


Figura 1.1.7: A sx. punta della natica con copertura di grasso palpabile; a dx. punta della natica con copertura di grasso non palpabile (*Agriculture and Horticulture Development Board, 2023*).

4. Valutazione visiva del profilo dei processi trasversi per i soli animali classificati al punto 3 come “dal BCS pari o inferiore a 2,25”: quando il profilo dei processi trasversi è visibile per circa la metà della distanza dalla colonna vertebrale, si assegna un valore di BCS definitivo pari a 2,25; quando lo stesso è visibile per circa tre quarti della medesima distanza, si assegna invece un valore di BCS pari a 2,0 (vedi *Figura 1.1.8*). La completa visibilità del profilo dei processi trasversi permette di assegnare un BCS inferiore a 2;

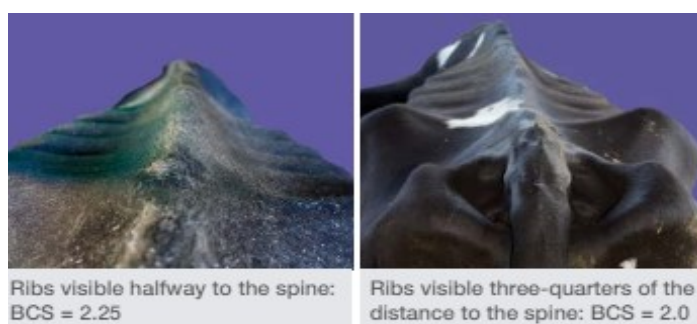


Figura 1.1.8: A sx. visibilità del profilo dei processi trasversi per metà della distanza dalla colonna vertebrale; a dx. visibilità del profilo dei processi trasversi per tre quarti della distanza dalla colonna vertebrale (Agriculture and Horticulture Development Board, 2023).

5. Valutazione visiva delle vertebre e del profilo dei processi trasversi per i soli animali classificati al punto 4 come “dal BCS inferiore a 2”: tanto più evidente è la vista delle sporgenze ossee e tanto più basso sarà il BCS assegnato all’animale;

Per gli animali in cui era stato possibile identificare la “U” (pertanto dotati di un BCS superiore a 3,0), l’assegnazione dell’effettivo punteggio di condizione corporea procede valutando la visibilità del legamento sacro-iliaco e del legamento sacro-ischiatico. Quando:

- Entrambi i legamenti sono ben visibili, si assegna un valore di BCS pari a 3,25 (vedi Figura 1.1.9);

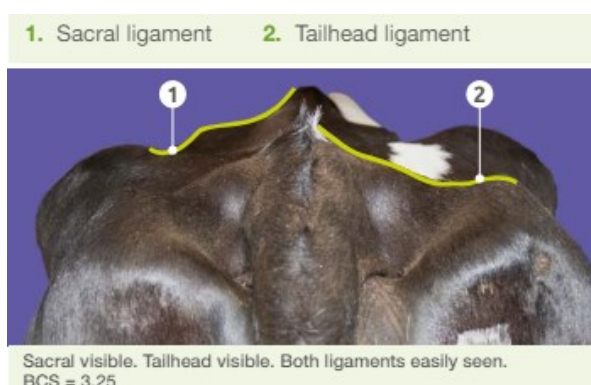


Figura 1.1.9: Totale visibilità dei legamenti sacro-iliaco (1) e sacro-ischiatico (2) (Agriculture and Horticulture Development Board, 2023).

- Il legamento sacro-iliaco è visibile e il legamento sacro-ischiatico è parzialmente visibile (perché in parte coperto da grasso) si assegna un valore di BCS pari a 3,5 (vedi Figura 1.1.10);

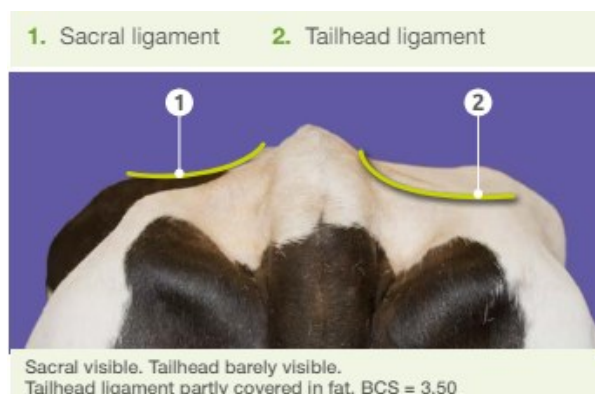


Figura 1.1.10: Totale visibilità del legamento sacro-iliaco (1) e parziale visibilità del legamento sacro-ischiatico (2) (Agriculture and Horticulture Development Board, 2023).

- Il legamento sacro-iliaco è poco visibile e il legamento sacro-ischiatico non è visibile (perché coperto da grasso), si assegna un valore di BCS pari a 3,75 (vedi Figura 1.1.11);

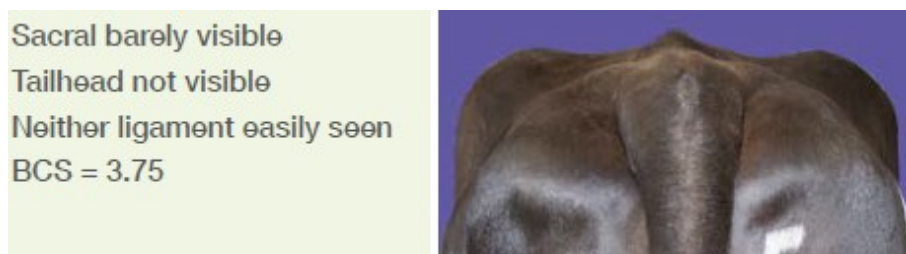


Figura 1.1.11: Parziale visibilità del legamento sacro-iliaco e assente visibilità del legamento sacro-ischiatico (Agriculture and Horticulture Development Board, 2023).

- Entrambi i legamenti non sono visibili (perché coperti da grasso) si assegna un valore di BCS pari a 4,0 o più (vedi Figura 1.1.12);

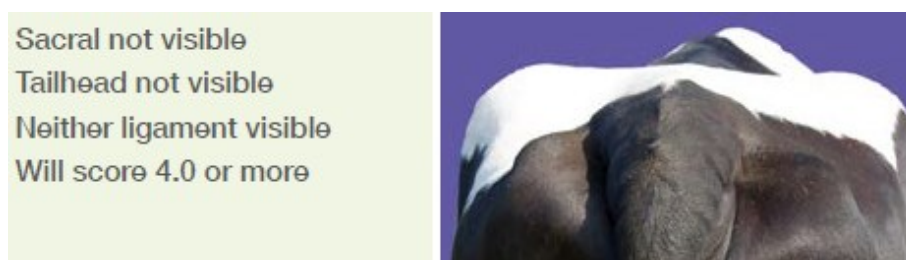


Figura 1.1.12: Assente visibilità dei legamenti sacro-ischiatico e sacro-iliaco (Agriculture and Horticulture Development Board, 2023).

- Entrambi i legamenti non sono visibili (perché coperti da grasso), la testa della coda è completamente coperta di grasso ed è presente un deposito di grasso a livello di groppa e arti posteriori, si assegna il massimo valore di BCS (vedi Figura 1.1.13);



Figura 1.1.13: Parziale visibilità dei legamenti sacro-iliaco e sacro-ischiatico nonché notevole accumulo di grasso nella regione posteriore (Agriculture and Horticulture Development Board, 2023).

Riassumendo quanto visto per la valutazione del BCS, si può affermare che un animale a cui viene assegnato un punteggio di condizione corporea pari a:

- 1 è un soggetto emaciato (vedi *Figura 1.1.14*) che si caratterizza per: processi trasversi delle vertebre lombari facilmente apprezzabili alla palpazione e appuntiti, notevole depressione tra i processi spinosi e trasversi, profonda cavità a “V” alla base della coda con assenza di grasso sottocutaneo, grave depressione con assenza di copertura muscolare nella regione compresa tra la natica e l'anca, pelle abbastanza elastica ma pelo in cattive condizioni (Paganini e Serafini, 2004);



Figura 1.1.14: *Visione latero-posteriore di una bovina con BCS pari a 1,0 (Trouw Nutrition, 2023).*

- 2 è un soggetto magro (vedi *Figura 1.1.15*) che si caratterizza per: processi trasversi delle vertebre lombari evidenti ma non sporgenti (la loro parte finale è appuntita ma non è possibile apprezzarli singolarmente), accentuata depressione a livello della regione compresa tra la natica e l'anca, base della coda che presenta una cavità evidente, ma non esageratamente profonda, struttura ossea che presenta una copertura muscolare senza grasso (Paganini e Serafini, 2004);



Figura 1.1.15: *Visione latero-posteriore di una bovina con BCS pari a 2,0 (Trouw Nutrition, 2023).*

- 3 è un soggetto in forma (vedi *Figura 1.1.16*) che si caratterizza per: processi trasversi delle vertebre lombari apprezzabili con una lieve pressione, lieve depressione a livello della regione compresa tra la natica e l'anca con sottile strato di copertura, lieve depressione a livello della zona lombare, leggera cavità alla base della coda con leggerissimo accumulo di grasso, cute decisamente morbida ed elastica (Paganini e Serafini, 2004);



Figura 1.1.16: *Visione latero-posteriore di una bovina con BCS pari a 3,0 (Trouw Nutrition, 2023).*

- 4 è un soggetto grasso (vedi *Figura 1.1.17*) che si caratterizza per: processi trasversi delle vertebre lombari distinguibili solo con una forte pressione e che risultano piatti o arrotondati, regioni lombari e della natica dall'aspetto piano, zona della tuberosità iliaca ed ischiatica piana, cavità del sottocoda quasi interamente colmata da tessuto adiposo (Paganini e Serafini, 2004);



Figura 1.1.17: *Visione latero-posteriore di una bovina con BCS pari a 4,0 (Trouw Nutrition, 2023).*

- 5 è un soggetto obeso (vedi *Figura 1.1.18*) che si caratterizza per: processi trasversi delle vertebre lombari non apprezzabili, regione della natica arrotondata, cavità del sottocoda completamente riempita da tessuto adiposo, tuberosità iliache e ischiatiche che, scomparendo sotto l'adipe, risultano impossibili da apprezzare, grasso sulla punta della natica ben visibile e soffice al tatto (Paganini e Serafini, 2004);



Figura 1.1.18: *Visione latero-posteriore di una bovina con BCS pari a 5,0 (Trouw Nutrition, 2023).*

Pur essendo un parametro soggettivo, condizionato dall'occhio e dall'esperienza dell'operatore, il BCS consente di valutare lo stato di salute e il soddisfacimento dei fabbisogni alimentari dell'animale con un grado di precisione più alto rispetto al peso corporeo (Sandrucci, 2022).

L'importanza del valore assoluto di questo punteggio è relativa seppure funzionale per monitorare l'andamento dello stesso (Savoini et al., 2020). Il BCS infatti, non rimane costante per tutta la carriera della bovina ma subisce delle variazioni più o meno marcate a seconda della fase produttivo-fisiologica attraversata dall'animale e alla gestione allevatoriale adottata per la stessa (vedi *Figura 1.1.19*).

Come riportato da Sandrucci (2022), il valore di BCS ideale:

- Al parto dovrebbe essere compreso tra 3,0 e 3,5;
- Nei primi 2 mesi di lattazione non dovrebbe subire un calo superiore a 1 punto;
- Alla messa in asciutta dovrebbe essere nuovamente compreso tra 3,0 e 3,5;
- In asciutta non deve subire variazioni rispetto alla messa in asciutta;

Eventuali scostamenti da questi valori possono costituire un campanello d'allarme per l'allevatore perché indici di diete non adatte ai fabbisogni dell'animale (siano esse carenti o eccessivamente ricche di nutrienti) o di stati patologici.

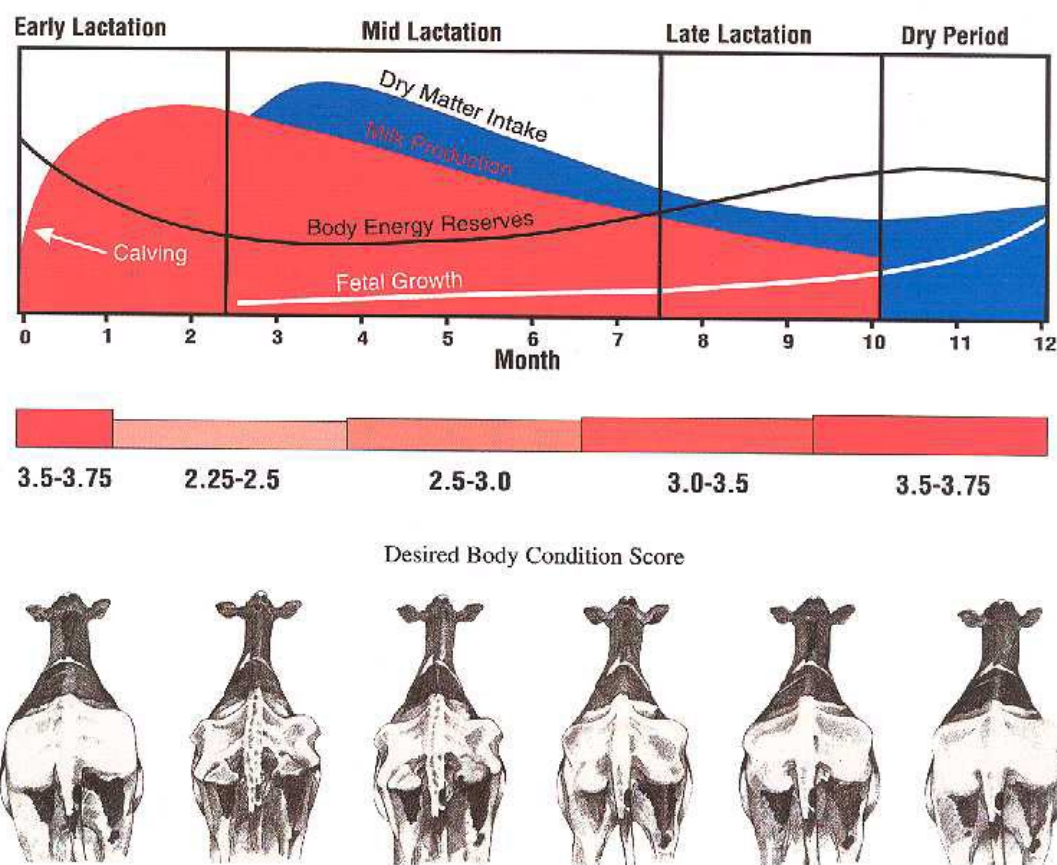


Figura 1.1.19: Range ottimali di BCS nel corso di una lattazione (Elanco Animal Health, 1997).

1.2 Metodi di rilevazione del Body Condition Score

La carta di valutazione proposta da Edmonson et al. (1989), basandosi principalmente su un'analisi visiva, svincola il personale dal ricorso alla palpazione del corpo dell'animale riducendo il tempo impiegato per le operazioni di messa in cattura e valutazione tattile degli animali (Edmonson et al., 1989).

Generalmente una valutazione visiva del BCS (Paganini e Serafini, 2004) prevede l'adozione del seguente calendario:

- Mensilmente su tutti i capi in produzione (comprese le vacche in asciutta e le partorienti) per monitorare l'andamento della condizione corporea nei diversi stadi della lattazione;
- Con cadenza periodica prendendo in considerazione i seguenti momenti clou della produzione: il parto, i 30 giorni successivi al parto, i 70-90 giorni antecedenti il parto e la messa in asciutta;
- Sporadicamente tra un controllo veterinario e/o dell'allevatore e l'altro;

Per ridurre ulteriormente la quota di tempo che il personale impiega per la valutazione del BCS e aumentare la precisione della stima, sono state recentemente sviluppate due tecnologie per la rilevazione automatica della condizione corporea (Song et al., 2019):

- L'ultrasonografia (ecografia): l'entità delle riserve corporee viene stimata utilizzando un dispositivo che misura lo spessore del grasso sottocutaneo direttamente sull'animale (vedi *Figura 1.2.1*).



Figura 1.2.1: Rilevazione BCS mediante tecnica ecografica (Standard Dairy Consultants, 2019).

Si tratta di una tecnica che aumenta notevolmente l'accuratezza della valutazione richiedendo tuttavia la necessità di reperire, oltre allo strumento da utilizzare anche un operatore adeguatamente formato per tale mansione;

- Il sistema di visione artificiale: è un sistema di telecamere 2D, 3D e termiche posto in posizioni strategiche della stalla che permette di inquadrare in automatico alcune delle regioni fondamentali per la stima del BCS al passaggio delle bovine (vedi *Figura 1.2.2*).

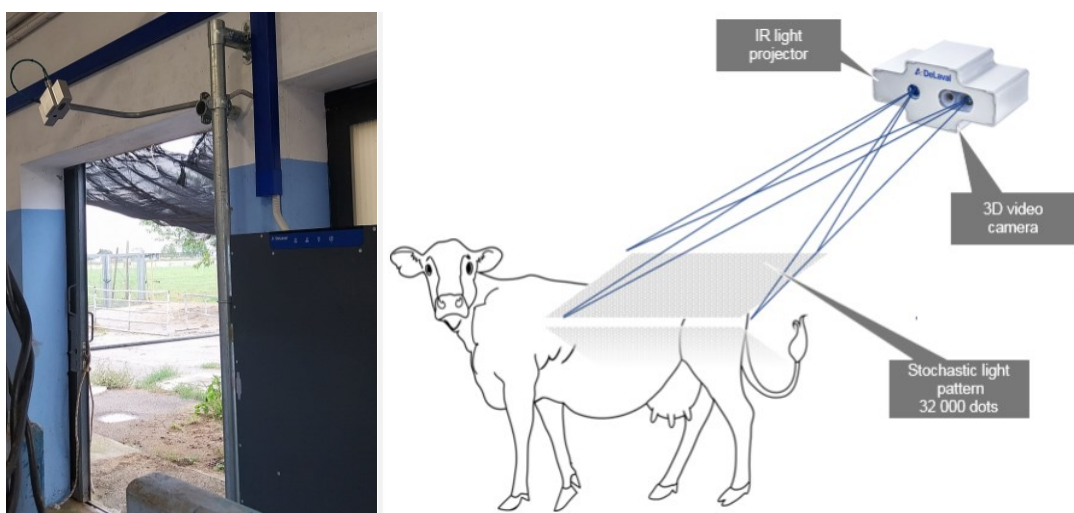


Figura 1.2.2: Rilevazione BCS mediante videocamera (da: De Laval International).

I dati rilevati dalla videocamera vengono elaborati mediante uno specifico algoritmo che esprime il punteggio di condizione corporea per ciascuna bovina. Il vantaggio di questo sistema è che non richiede alcun intervento dell'operatore mentre un suo limite è la ridotta quantità di zone che la singola telecamera è in grado di inquadrare.

1.3 L'asciutta

Come anticipato nella fase introduttiva, l'asciutta è il periodo di 40-60 giorni antecedente il parto avente lo scopo di far cessare in modo definitivo la produzione di latte della corrente lattazione. La prassi per conseguire questo obiettivo, prevede di smettere di mungere la bovina e al contempo ridurre la densità energetica della dieta al fine di impossibilitare la sintesi del latte da parte della ghiandola mammaria per carenza di nutrienti.

L'interruzione della mungitura può essere conseguita mediante interruzione improvvisa delle operazioni di mungitura da un giorno all'altro oppure mediante riduzione della frequenza delle stesse nel corso di più giorni (Vilar e Rajala-Schultz, 2020); la scelta dell'una o dell'altra opzione deve essere valutata in base alla produttività della singola bovina e al management posseduto dalla stalla. La riduzione della frequenza delle operazioni di mungitura è spesso utilizzata nelle bovine che a due mesi dal parto presentano produzioni di latte elevate tali da superare i 20 litri al giorno (Sandrucci, 2022).

Dire che l'asciutta ha il solo scopo di far cessare la produzione di latte in vista del nuovo parto è un'affermazione imprecisa essendo i fini di questa fase plurimi.

Come riportato nell'introduzione, le cellule secernenti che costituiscono il parenchima della ghiandola mammaria sono dotate di una capacità di turnover che tende a peggiorare sempre più con il progredire della lattazione e a portare verso un inevitabile calo della produzione di latte. Osservare il periodo di asciutta in modo rigoroso è quindi fondamentale per ricostituire il tessuto secernente della ghiandola mammaria e ripartire con slancio alla successiva lattazione. La tacitazione della mammella permette anche di aumentare la quantità di nutrienti a disposizione per la crescita del feto essendo l'ultimo trimestre di gestazione il periodo dai più alti fabbisogni energetici per l'accrescimento fetale (Paganini e Serafini, 2004).

Prima di procedere con le conseguenze che l'asciutta ha sugli altri apparati è necessario aprire una parentesi sulla dieta di asciutta. Questa dieta è povera di energia e proteina ma ricca di fibra NDF essendo composta per il 90% da foraggi e per la rimanente parte da paglia e limitate quantità di mangime, sali minerali e vitamine (Cravetto, 2020).

La dieta non è uguale per tutta l'asciutta:

- Nella fase iniziale (o di messa in asciutta) si somministrano limitate quantità di concentrati ed elevate quantità di foraggi grossolani dal ridotto apporto energetico (Bianchi, 2023) per soddisfare i soli fabbisogni di mantenimento e gestazione;
- Nella fase centrale si somministrano foraggi e concentrati mantenendo un rapporto di 90:10 a favore dei foraggi. I foraggi preferiti per questa fase sono i fieni di graminacee perché ricchi di fibra NDF e dal limitato valore energetico e proteico (Sandrucci, 2022). Sono invece da evitare i fieni di medica e il silomais perché rispettivamente predisponenti all'ipocalcemia e all'ingrassamento (Cravetto., 2020);
- Nella fase finale detta anche "*steaming-up*" o "*close-up*" (ultime 3 settimane pre-parto) si somministrano foraggi lunghi, ben strutturati e altamente digeribili a cui si aggiunge una quantità crescente di concentrati per far fronte agli aumentati fabbisogni energetici e proteici (determinati dalla fine della gestazione e dall'ormai imminente avvio della lattazione) e alla ridotta ingestione di sostanza secca (Paganini e Serafini, 2004);

La funzione principale ricoperta dalla dieta di messa in asciutta è quella di generare uno shock alimentare tale da interrompere in via definitiva la produzione di latte.

La dieta per la fase centrale dell'asciutta, ha il triplice scopo di:

1. Mantenere la condizione corporea dell'animale senza eccedere oltre i fabbisogni di mantenimento e gestazione. La sovralimentazione della bovina nelle prime 5-6 settimane di asciutta può infatti portare ad un ingrassamento indesiderato e tale da aumentare la probabilità di parti distocici e riduzione dell'appetito nel post-parto (Sandrucci, 2022);
2. Contrastare la diminuzione del volume dei prestomaci determinata dalla progressiva crescita del feto. La somministrazione di fibra lunga e grossolana risulta molto utile in questo senso perché molto ingombrante (Paganini e Serafini, 2004). Per preservare la struttura della fibra ed evitare l'attività di selezione verso i concentrati, è preferibile utilizzare la tecnica del piatto unico (Bianchi, 2023).
Per favorire l'ingestione di sostanza secca funzionale per questa funzione, lo studio condotto da Daros et al. (2021) raccomanda di arrivare al termine della lattazione (e quindi alla messa in asciutta) con bovine "in forma" e non obese;
3. Garantire un periodo di limitato stress nutrizionale ai prestomaci dopo mesi di intensi processi fermentativi. Tra le modificazioni rilevate a livello di questi organi a seguito

della somministrazione della dieta d'asciutta spicca la regressione delle papille ruminali determinata dalla ridotta produzione di AGV all'interno del rumine (Sandrucci, 2022);

Infine, la dieta della fase di *steaming-up* ha lo scopo di:

1. Fornire tutti i principi nutritivi necessari alla bovina al termine della gravidanza e prossima all'inizio della lattazione (Sandrucci, 2022);
2. Continuare a mantenere un buon volume ruminale (nonostante il massimo accrescimento raggiunto dal feto) per facilitare il ripristino della capacità di ingestione dell'animale nel post-parto (Paganini e Serafini, 2004);
3. Ripristinare la funzionalità delle papille ruminali. La produzione di AGV determinata dall'aumento della quota di concentrati stimola la moltiplicazione e differenziazione delle papille ruminali portando ad un graduale ripristino della capacità di assorbimento della parete ruminale (Sandrucci, 2022).

La preparazione dell'ambiente ruminale (sia le papille che la microflora ruminale) in questa fase è molto importante per prevenire l'insorgenza di alcune patologie comuni del puerperio (acidosi ruminale, ritenzione di placenta, collassi, chetosi, dislocazioni dell'abomaso, metriti, etc.) e abituare gradualmente la bovina alla ricca dieta di lattazione (Formigoni e Mammi, 2020);

4. Aumentare le riserve muscolari per far fronte alla demolizione del tessuto muscolare messa in atto dall'organismo nelle prime settimane di lattazione per ottenere glucosio a partire dagli amminoacidi (Paganini e Serafini, 2004);

Viste le diverse esigenze nutrizionali che si hanno nel corso dell'asciutta, è consigliato dividere la mandria in tre gruppi funzionali:

- Un primo gruppo contenente le bovine messe in asciutta da 7-8 giorni. Questa prima divisione ha lo scopo di facilitare la sospensione dell'eiezione del latte, controllare lo stato funzionale della mammella ed effettuare il pareggio funzionale degli unghioni. Essendo un momento molto delicato, caratterizzato da un alto rischio di incidenza di mastiti, è necessario stabulare le bovine in ambienti curati caratterizzati da un alto stato di pulizia e igiene (Formigoni e Mammi, 2020);
- Un secondo gruppo contenente le bovine nella fase centrale dell'asciutta (Formigoni e Mammi, 2020);
- Un terzo gruppo contenente le bovine in preparazione al parto a cui mancano 2-5 settimane alla data di presunto parto. La stabulazione ideale per questi animali è su lettiera permanente (Formigoni e Mammi, 2020);

Questa divisione è ovviamente attuabile nelle sole stalle con una certa consistenza, un management aziendale efficiente ed una quantità di spazi sufficiente.

Nell'effettuare gli spostamenti bisogna considerare i seguenti fattori:

- La disponibilità degli spazi: è consigliabile realizzare aree dimensionate in base alla consistenza della mandria e alla distribuzione dei parti nel corso dell'anno al fine di evitare fenomeni di sovraffollamento; indicativamente, lo spazio minimo per capo dovrebbe essere di almeno 8-10 m² (Formigoni e Mammi, 2020);
- L'età: per una questione legata allo stress e competizione, è consigliabile mantenere separate le primipare dalle pluripare (Formigoni e Mammi, 2020);
- Lo stato di ingrassamento: la somministrazione di diete concentrate dovrebbe essere fornita unicamente a partire dalla due settimane pre-parto nelle bovine con BCS superiore a 3,5 e a 4-5 dal medesimo evento nelle bovine dalla condizione corporea inferiore (Formigoni e Mammi, 2020);
- Il numero di feti: visti gli aumentati fabbisogni delle gravidanze gemellari, è preferibile somministrare la razione concentrata anticipatamente, a circa 5 settimane dal parto (Formigoni e Mammi, 2020);

In aggiunta alle motivazioni di carattere produttivo e salutare, l'asciutta è giustificata anche da motivi di carattere economico: la ridotta produzione alla fine della curva di lattazione, non compensando i costi di mantenimento (per l'alimentazione, per la mungitura, etc.), costituirebbe infatti solo una perdita per l'allevatore.

1.4 Il Body Condition Score alla messa in asciutta e in asciutta

La stima della condizione corporea al momento della messa in asciutta è funzionale per il successo delle fasi successive.

Il valore di BCS ideale in questa fase dovrebbe essere compreso tra 3,0 e 3,5 (Sandrucci, 2022) e andrebbe mantenuto quanto più costante per tutta la successiva fase di asciutta.

Se alla messa in asciutta la bovina presenta un valore di BCS basso, inferiore a 3,0, si deve cercare di recuperare la condizione corporea modificando la dieta d'asciutta. Le strategie alimentari adottate in questo senso consistono nell'aumentare la capacità di ingestione di sostanza secca dell'animale e/o nello spostare le bovine più magre all'interno del gruppo di preparazione al parto dove la dieta, essendo maggiormente energetica e proteica, può permettere il recupero desiderato (Bianchi, 2023).

All'opposto, onde evitare la messa in asciutta di bovine eccessivamente grasse (con conseguenti ripercussioni negative al momento del parto), è consigliabile effettuare un primo controllo del BCS a 150-170 giorni di gravidanza e decidere se abbassare il livello energetico e proteico della dieta (Paganini e Serafini, 2004).

Il raggiungimento di un buon valore di BCS alla messa in asciutta e il suo mantenimento fino al parto sono fondamentali per la riuscita della lattazione. La bovina puerpera infatti, a causa dell'avvio della lattazione, ha dei fabbisogni energetici molto elevati ma una ingestione di sostanza secca limitata e tale da non permettere all'animale di ricavare tutta l'energia che necessita con la sola alimentazione. Per compensare questa carenza, l'organismo attinge dalle proprie riserve corporee (muscolari ma soprattutto adipose) determinando un progressivo dimagrimento. "Il dimagrimento dovrebbe essere contenuto entro i 0,5 punti di BCS e dovrebbe arrestarsi dopo 70-90 giorni dal parto" (Paganini e Serafini, 2004) grazie al progressivo ripristino della capacità ingestiva (fenomeno che avviene solitamente a 3-4 settimane dal picco di lattazione (Sandrucci, 2022)). La perdita di condizione corporea è fisiologica nella prima fase di lattazione ma quanto minori sono la sua entità e la sua rapidità e tanto maggiori saranno i risvolti positivi sulla fertilità e sulla persistenza della lattazione: "la massima variazione di condizione corporea considerata sicura nel post-partum è di -0,75 punti rispetto ai valori riscontrati in asciutta" (Savoini et al., 2020). Quando il valore di BCS con cui la bovina si appresta al parto (idealmente il medesimo con cui è stata asciugata) è:

- Ottimale o leggermente più alto si può sopportare un dimagrimento più sostenuto nel corso della lattazione posto che questo sia modulato nel tempo e non repentino (Paganini e Serafini, 2004). Quando la bovina è più "grassa" rispetto allo standard si deve fare particolare attenzione al calo di appetito che si genera e che può essere in grado di aggravare ulteriormente il problema della ridotta ingestione post-parto;
- Ridotto si deve contenere il dimagrimento entro valori di BCS non eccessivamente bassi che potrebbero compromettere la fertilità dell'animale (Paganini e Serafini, 2004);

Come anticipato, il mantenimento di un quantitativo di riserve corporee adeguato nel corso della fase di asciutta è molto importante.

Le perdite di punti BCS che possono incorrere durante questo periodo sono quanto più da evitare perché associate a performance di salute, riproduttive e produttive negative (Chebel et al., 2018) che potrebbero protrarsi nella successiva lattazione ed aumentare la probabilità di incorrere in malattie metaboliche e infettive nel periodo post parto (Daros et al., 2021).

Questa eventuale e non auspicabile perdita di condizione corporea nel periodo antecedente al parto, riduce la quota di energia che l'animale può mobilitare per mantenere a pieno regime i propri apparati e sistemi. Dato che la maggior parte dell'energia (assunta con la dieta e/o autoprodotta) nel post-parto viene indirizzata in primis verso la ghiandola mammaria e poi verso gli altri apparati, si ha che gli apparati "secondari" alla lattazione sono i primi a risentire di una carenza energetica.

Uno degli apparati maggiormente colpiti da questo deficit è l'apparato riproduttore e soprattutto l'asse ipotalamo-ipofisi-ovaie. Quando quest'asse fatica a riattivarsi si ha una più lenta ripresa dell'attività ovarica e un più facile sviluppo di situazioni che possono bloccare il ciclo ovarico quali ad esempio cisti follicoliniche e luteiniche. Le ridotte prestazioni di quest'asse possono portare ad assenza del calore o mancata manifestazione dello stesso con impossibilità a procedere alla prima inseminazione nel periodo ottimale, mancato concepimento, allungamento del periodo parto-concepimento e del periodo di interparto (Sandrucci, 2022).

Oltre a compromettere la salute dell'animale, queste problematiche di carattere riproduttivo costituiscono un danno anche per le finanze dell'allevatore. La mancata identificazione del calore o il mancato concepimento a seguito di un calore manifesto, ritardano il servizio inseminativo e rendono necessari più interventi fecondativi, portando ad un allungamento del periodo parto-concepimento e dell'interparto. L'allungamento di questi intervalli aumenta i costi di mantenimento e alimentazione degli animali non essendo presente una tempestiva ripresa della produzione a compensarli.

La perdita di condizione corporea che si può riscontrare nel periodo di asciutta è determinata da fattori fisiologici comuni a tutte le bovine ma anche dal valore di BCS con cui la vacca viene asciugata. Nello studio condotto da Daros et al. (2021), si è ad esempio notato che la condizione corporea nel corso dell'asciutta calava molto nelle vacche asciugate con alti valori di BCS (essendo meno propense a dirigersi verso la mangiatoia per una mancanza di appetito determinata da fattori di tipo metabolico-ormonali) mentre tendeva a rimanere costante o a crescere nelle vacche sotto condizione.

Nel periodo di asciutta, sono da evitare anche gli aumenti di condizione corporea perché una bovina che si appresta al parto con un elevato valore di BCS, ha un'aumentata probabilità di incorrere in parti distocici ed è più propensa a manifestare problematiche di carattere alimentare (quali la riduzione dell'appetito) e metabolico a seguito di questo evento (soprattutto chetosi, lipidosi epatica e ritenzione di placenta (Paganini e Serafini, 2004)).

Nelle vacche da latte, un valore troppo elevato di condizione corporea al momento del parto ($BCS > 3.5$) induce una depressione dell'appetito dopo il parto. Di conseguenza, al parto le vacche da latte ipercondizionate ad alta produzione vanno inevitabilmente incontro a un bilancio energetico negativo (NEB) più severo rispetto alle vacche con un appetito normale (Rukkwamsuk et al., 1999). Durante il periodo di NEB, il fabbisogno energetico della vacca è soddisfatto dalla lipolisi e dalla proteolisi. La prima determina un aumento della concentrazione di acidi grassi non esterificati (NEFA) nel sangue che vengono veicolati nel fegato per produrre energia attraverso la loro β -ossidazione. All'inizio della lattazione, nelle vacche con una grave NEB, la capacità del fegato di utilizzare i grassi in modo efficiente non è sempre adeguata. Di conseguenza, la quantità in eccesso di grassi si accumula nel fegato, portando a un'infiltrazione grassa del fegato (lipidosi epatica o fegato grasso). La NEB e/o il fegato grasso post-partum sono spesso associati a problemi post-partum. In generale, una NEB grave induce cambiamenti nelle vie biochimiche, endocrinologiche e metaboliche responsabili della produzione, del mantenimento della salute e della riproduzione della vacca da latte postpartum. Questi cambiamenti includono una diminuzione delle concentrazioni di glucosio e insulina nel sangue e un aumento delle concentrazioni di NEFA nel sangue. Le elevate concentrazioni di NEFA, causate da un'intensa lipolisi, sono accompagnate da una compromissione della salute della vacca.

Secondo un recente studio di Daros et al. (2020), l'arrivo al parto con un valore di BCS più alto rispetto alla norma ($BCS > 3.5$), porta ad un aumento della probabilità di incorrere in chetosi subclinica rispetto a quando la vacca si presenta magra ($BCS < 3.0$) o "in forma" (BCS compreso tra 3,0 e 3,5).

2. OBIETTIVO DELLA TESI

Come anticipato nell'introduzione di questa tesi, l'entità delle riserve corporee con cui la bovina si presenta al parto può avere degli effetti a cascata sulla successiva fase di lattazione.

Il presente elaborato ha lo scopo di indagare in che modo il diverso valore di BCS alla messa in asciutta (nelle secondipare e pluripare) e nel pre-parto (nelle primipare) nonché il diverso valore di BCS al parto, influiscono sulla produzione e sulla salute nei primi 150 giorni della successiva lattazione delle bovine. In particolare la ricerca condotta in un grosso allevamento di vacche di razza Frisona Italiana ha inteso verificare l'evoluzione del BCS nel corso del periodo di asciutta delle bovine (o negli ultimi 2 mesi di gravidanza delle manze) e ha poi messo a confronto le prestazioni produttive post partum di vacche classificate come:

- Magre con BCS minore di 3,0 (classe *lean*);
- Intermedie con BCS compreso-uguale tra 3,0 e 3,5 (classe *mid*);
- Grasse con BCS superiore a 3,5 (classe *fat*);

Tenendo conto dell'ordine di parto delle bovine, distinte tra primipare, secondipare e pluripare si è voluto verificare se la diversa classe di BCS al parto (*lean*, *mid* o *fat*) aveva un effetto su alcuni parametri come:

- La produzione di latte:
 - Giornaliera a 4 settimane dal parto (LA4SE);
 - Giornaliera a 8 settimane dal parto (LA8SE);
 - Al picco di lattazione (LPICC);
 - Complessiva a 150 giorni di lattazione (LA150);
- La salute in termini di insorgenza di patologie nei primi 60 giorni di lattazione. Le patologie prese in esame sono state la ritenzione di placenta, la metrite, l'ipocalcemia (*milk fever*), la chetosi, la mastite e la dislocazione dell'abomaso.

3. MATERIALI E METODI

3.1 Descrizione del caso studio aziendale

L'indagine è stata condotta presso un'azienda di bovine da latte a conduzione familiare che conta 2500 capi di razza Frisona, di cui 1250 vacche in lattazione.

La stalla adotta una tipologia di stabulazione libera che si differenzia in base all'età e allo stadio di lattazione delle bovine. Per gli animali presi in considerazione in questo studio, la stabulazione era:

- Su lettiera permanente in paglia nella zona dedicata all'asciutta;
- Su lettiera permanente in paglia nella zona dedicata al pre-parto. Le manze e le vacche portate in questo ambiente a 21-28 giorni dalla data di presunto parto, vengono mantenute tra loro separate;
- Su lettiera permanente in paglia nel box parto;
- Su lettiera permanente in paglia nella zona dedicata al post-parto. Le primipare e le pluripare vengono allevate in un unico gruppo per i primi 21 giorni dopo il parto per poi essere spostate nei rispettivi gruppi di lattazione;
- Con cuccette a buca con lettiera in compost e pavimentazione su grigliato per le vacche in produzione a partire dalla 4° settimana di lattazione;

Le 1250 bovine in produzione sono munte 3 volte al giorno in una sala di mungitura a giostra da 80 poste. La produzione media giornaliera per capo si attesta intorno ai 36 litri di latte e permette alla stalla di conferire circa 500 quintali di latte al giorno.

Per soddisfare le esigenze alimentari della mandria, l'azienda dispone di 500 ettari di terra coltivati a silomais, granella di mais, silo-orzo, silo-tritcale e silo-frumento.

Le deiezioni prodotte dalla mandria vengono introdotte e fatte fermentare all'interno di un impianto a biogas da 1 MW per produrre energia (ogni anno l'azienda produce circa 8,5 milioni di kilowatt). Il digestato in uscita dall'impianto viene successivamente e compostato e utilizzato come materiale di lettiera per le cuccette.

3.2 Il dataset utilizzato nella ricerca

Il dataset preso in esame per lo studio è stato ottenuto a seguito di una estrazione dati dal gestionale aziendale ponendo come vincolo il raggiungimento dei 150 giorni di lattazione da parte della bovina.

Il criterio così impostato ha permesso di ottenere un campione di 297 animali di cui 99 primipare, 93 secondipare e 105 pluripare. Per queste bovine sono stati acquisiti retrospettivamente i dati relativi:

- al BCS rilevato alla messa in asciutta per le bovine secondipare e pluripare e al pre-parto nelle primipare;
- al BCS rilevato al parto;
- alla produzione giornaliera di latte a 4 settimane, a 8 settimane e al picco di lattazione e alla produzione complessiva di latte a 150 giorni di lattazione;
- all'eventuale insorgenza di metriti, ritenzioni di placenta, collasso puerperale (*milk fever*), dislocazioni dell'abomaso, chetosi e mastiti nei primi 60 giorni di lattazione.

3.3 Elaborazione statistica dei dati

I dati raccolti sono stati elaborati statisticamente utilizzando due diversi modelli analitici.

Le variabili relative al BCS e alla produzione del latte sono state elaborate con un'analisi della varianza utilizzando un modello che considerava l'effetto del BCS al parto e dell'Ordine di parto delle bovine più la relativa interazione.

I dati sanitari delle bovine che hanno riguardato l'eventuale manifestazione di episodi collasso puerperale (*milk fever*), ritenzione di placenta, metrite, dislocazione dell'abomaso, chetosi e mastite nei primi 60 giorni di lattazione sono stati espressi come percentuale di animali affetti entro ciascuna delle 3 classi di BCS al parto. Successivamente si è proceduto all'esecuzione di un confronto tra le proporzioni mediante test del chi quadrato.

Per entrambe le elaborazioni è stata adottata una soglia minima di significatività statistica pari a $P < 0,05$.

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

4.1 BCSparto

La tesi ha voluto mettere a confronto i dati produttivi e sanitari di bovine che al parto si differenziavano in funzione del punteggio di condizione corporea (BCSparto). In letteratura (Casaro et al., 2024; Jones et al., 2023; Paganini e Serafini, 2004; Roche et al., 2009; Sandrucci, 2022; Waltner et al., 1993) la valutazione del BCS al momento del parto viene infatti considerata un valido predittore di possibili situazioni “critiche” soprattutto nel caso di bovine classificate come troppo grasse ($>3,5$). Nel dataset aziendale preso in considerazione erano presenti 31 bovine classificate come *fat* e il valore medio osservato per tale categoria risultava pari a 3,85. Lo stesso dataset evidenziava la presenza di 177 bovine *mid* con un valore medio per tale classe di BCS pari a 3,17, mentre le bovine *lean* (n. 89) presentavano un valore medio pari a 2,67 (Grafico 4.1.1).

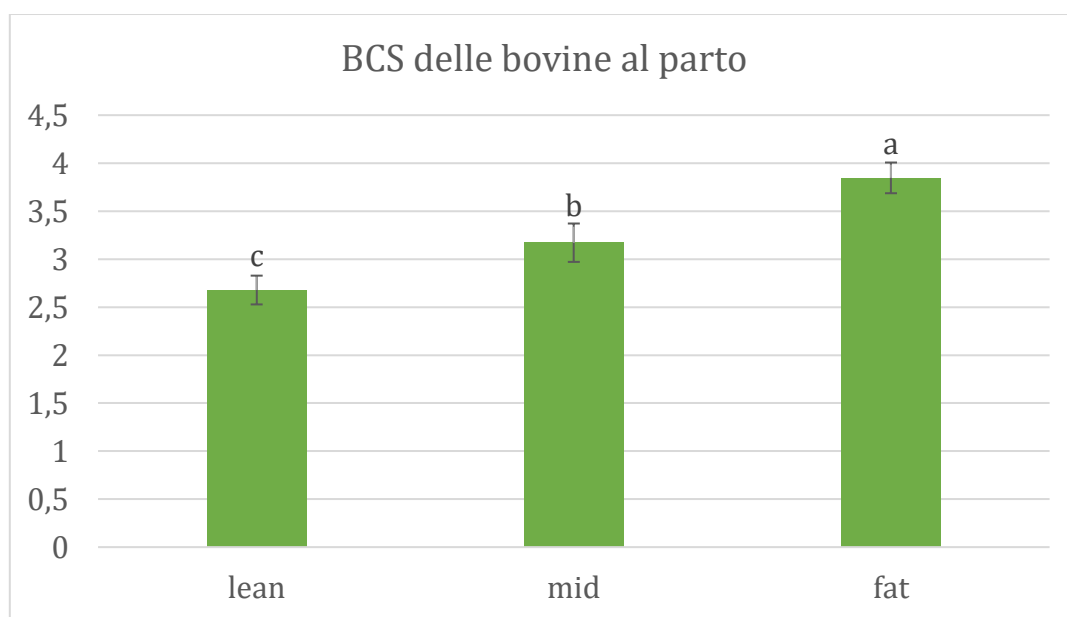


Grafico 4.1.1: Media $\pm$ Deviazione Standard del punteggio BCS per le tre classi di bovine al parto.

I dati del Grafico 4.1.2 evidenziano che vacche classificate come *lean*, *mid* o *fat* in base al BCS al parto risultassero presenti in tutti gli ordini di parto considerati (primipare, secondipare e pluripare).

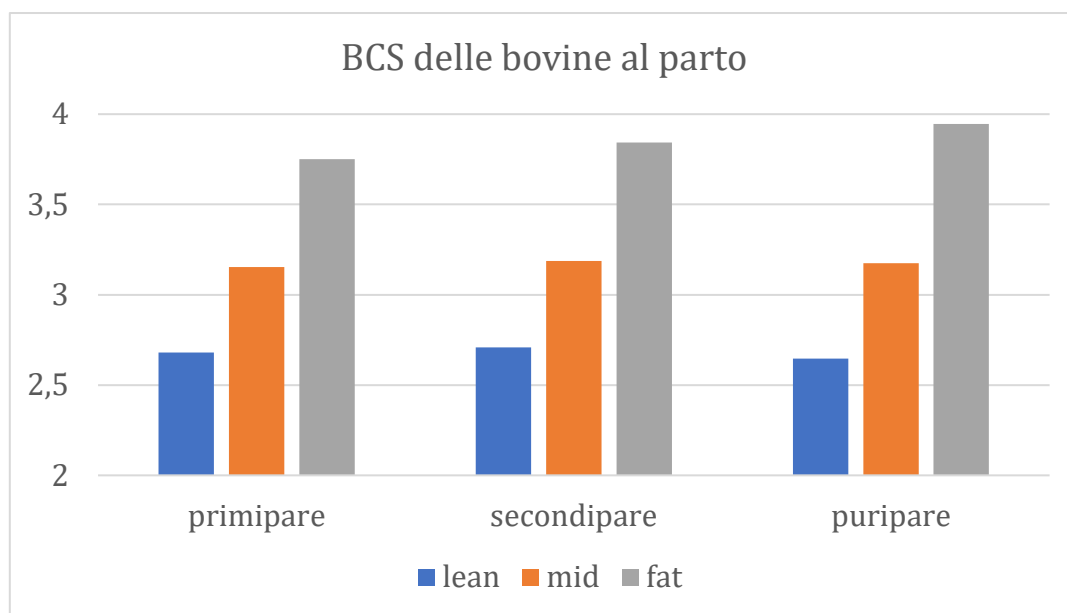


Grafico 4.1.2: *Punteggio medio di BCS al parto per le tre classi considerate in bovine di diverso ordine di parto.*

4.2 Evoluzione BCS ante parto

Retrospectivamente è stato verificato qual era il BCS di ciascuna bovina al momento della messa in asciutta o 2 mesi prima del parto nel caso delle manze, future primipare (BCS ante parto). I risultati dell'Analisi della Varianza (ANOVA) per quanto riguarda il punteggio di BCS ante parto delle bovine vengono presentati nella *Tabella 4.2.1*.

Effetto	Gradi di libertà	Valore F	P value
BCS al parto	2	31,4	<0,0001
Ordine di parto (OP)	2	20,9	<0,0001
BCSparto x OP	4	2,2	0,07

Tabella 4.2.1: *ANOVA del punteggio di BCS ante parto.*

I dati del *Grafico 4.2.1* fanno osservare come le differenze di condizione corporea rilevate al momento del parto nelle 3 classi considerate (vedi *Grafico 4.1.1*) fossero più accentuate rispetto alla valutazione realizzata circa 2 mesi prima, al momento della messa in asciutta.

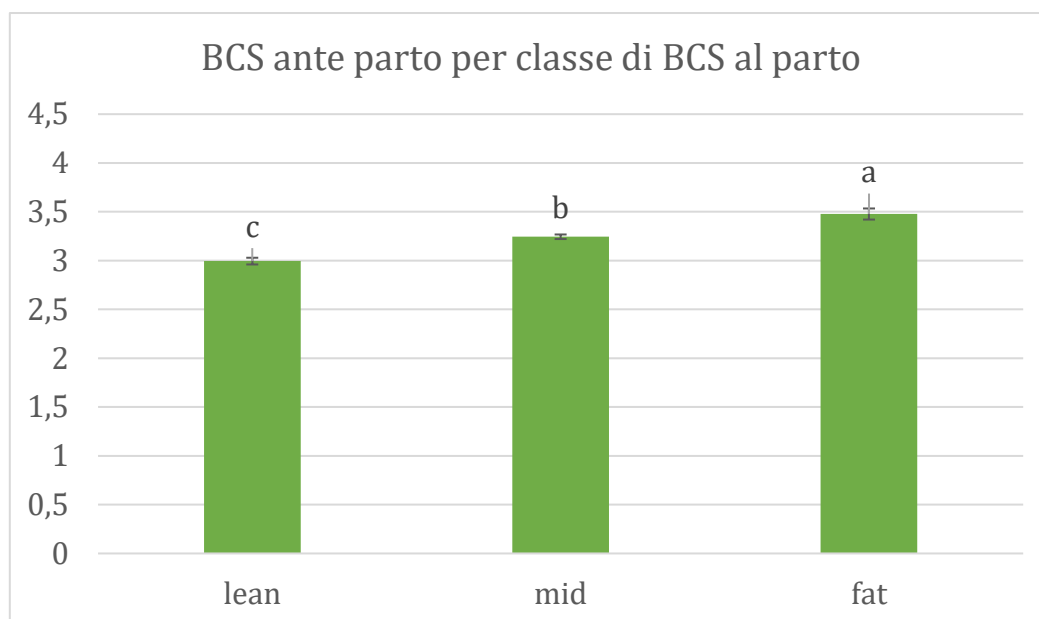


Grafico 4.2.1: Media $\pm$ Errore Standard del punteggio BCS ante parto delle bovine appartenenti alle tre classi di BCS al parto.

Questo andamento ha fatto ipotizzare che nel corso di questi 2 mesi ante parto il BCS abbia potuto evolvere secondo dinamiche diverse nelle tre classi considerate. Per confutare questa ipotesi è stata analizzata statisticamente la variazione percentuale del punteggio di condizione corporea nei due mesi intercorsi tra le due valutazioni utilizzando la seguente formula:

$$\frac{BCS_{ante\ parto} - BCS_{parto}}{BCS_{ante\ parto}} * 100$$

Il risultato dell'ANOVA per questa variabile viene proposto nella seguente **Tabella 4.2.2**.

Effetto	Gradi di libertà	Valore F	P value
BCS al parto	2	57,8	<0,0001
Ordine di parto (OP)	2	23,8	<0,0001
BCSparto x OP	4	1,5	0,22

Tabella 4.2.2: ANOVA della variazione percentuale del punteggio di BCS nei due mesi che hanno preceduto il parto delle bovine.

A conferma della precedente ipotesi i valori del *Grafico 4.2.2* evidenziano come le vacche classificate come *lean* al parto abbiano perso circa il 10% del BCS nei 2 mesi che hanno preceduto tale evento, mentre quelle classificate come *fat* abbiano manifestato un andamento opposto, che ha visto un aumento della consistenza dei depositi adiposi. Le bovine che al parto erano state classificate con un punteggio *mid* di BCS avevano invece già acquisito tale

punteggio nella valutazione eseguita 2 mesi prima, senza sostanziali variazioni nel corso del preparto.

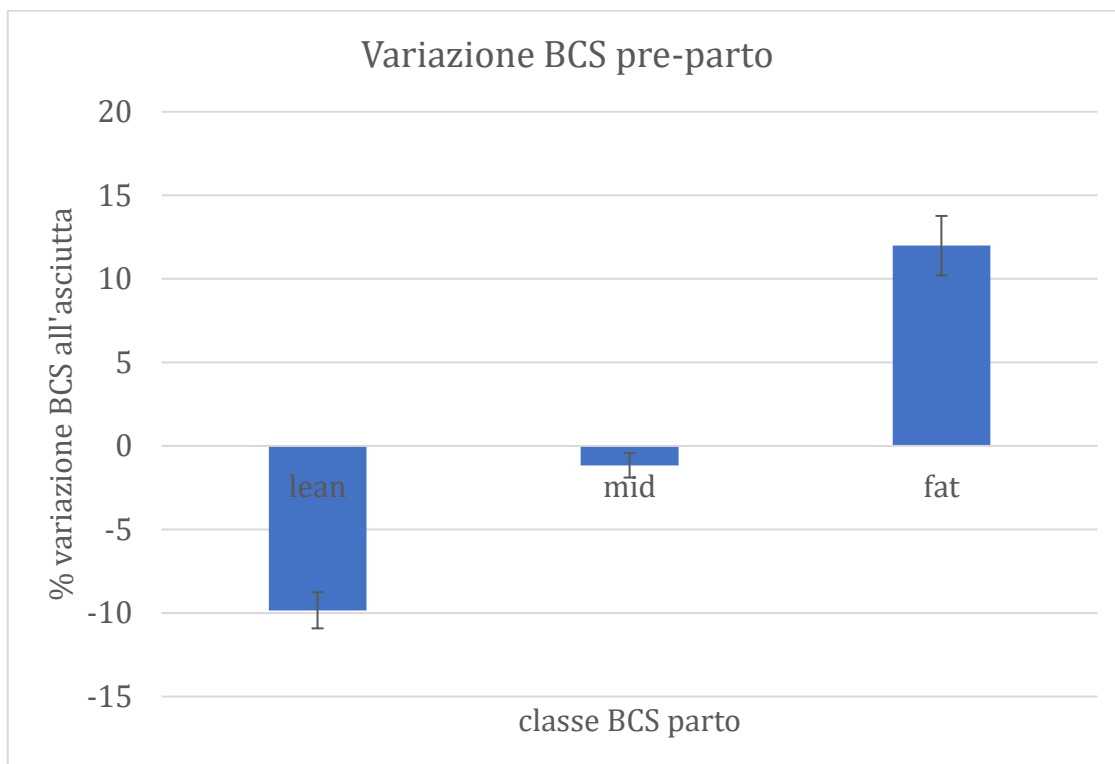


Grafico 4.2.2: Media $\pm$ Errore Standard della variazione percentuale del punteggio di condizione corporea nei 2 mesi che precedono il parto per le bovine appartenenti alle tre classi di BCS al parto.

Anche l'ordine di parto ha influenzato significativamente sulla variazione di BCS nel corso del periodo ante parto (vedi *Tabella 4.2.2*). In particolare le manze gravide hanno perso circa il 7% del BCS, le vacche prima del secondo parto (secondipare) hanno invece aumentato di circa il 6% il BCS mentre nelle pluripare l'aumento è stato più contenuto (+2%). È difficile trovare una spiegazione a questa diversa evoluzione del BCS nei due mesi precedenti il parto nelle manze gravide rispetto alle vacche [primipare vs. (secondipare + pluripare); $P < 0,01$].

Sicuramente esso non trova una spiegazione nella gerarchia in quanto nell'azienda oggetto dello studio le manze gravide restavano separate dalle vacche nel preparto e si univano a queste ultime solo nel box che le accoglieva dopo aver partorito. Possibili ipotesi alternative potrebbero riguardare il fatto che le manze abbiano una diversa alimentazione rispetto alle vacche in asciutta o che risentano di un qualche stress nello spostamento nel box preparto.

4.3 Produzione di latte alla 4° settimana di lattazione

I risultati dell'ANOVA relativi alla produzione di latte delle vacche alla 4° settimana di lattazione vengono riassunti nella *Tabella 4.3.1*.

Effetto	Gradi di libertà	Valore F	P value
BCS al parto	2	1,1	0,33
Ordine di parto (OP)	2	136,5	<0,0001
BCSparto x OP	4	1,7	0,15

Tabella 4.3.1: ANOVA della produzione di latte alla 4° settimana di lattazione.

L'analisi statistica evidenzia come la produzione di latte alla 4° settimana di lattazione non sia variata in modo significativo in funzione della classe di BCS al parto delle bovine. I dati di produzione media per le tre classi di BCS considerate (vedi *Grafico 4.3.1*) evidenziano solo una tendenza ad un valore minore di produzione per le bovine *fat* che tuttavia non ha raggiunto la soglia minima di significatività statistica ($P < 0,05$), risultando non in linea con quanto riportato dalla letteratura scientifica (Casaro et al. 2024; Gärtner et al. 2019; Roche et al., 2009; Waltner et al., 1993).

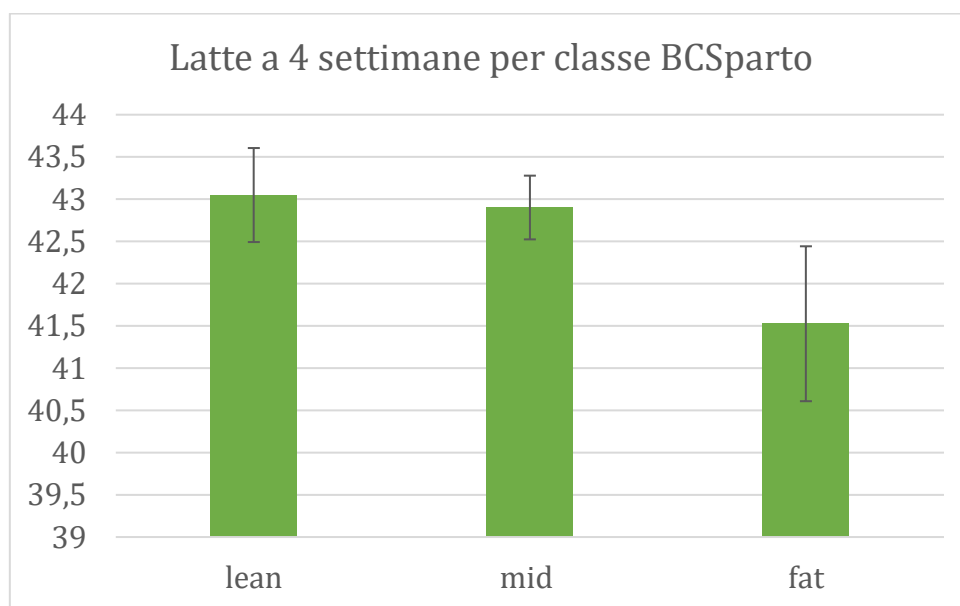


Grafico 4.3.1: Produzione di latte a 4 settimane differenziata per classe di BCS al parto.

Come era giusto attendersi dal punto di vista fisiologico, sulla produzione di latte alla 4° settimana è emerso l'effetto significativo dell'ordine di parto che ha visto una minore produzione per le primipare rispetto a vacche di ordine di parto superiore (*Grafico 4.3.2*).

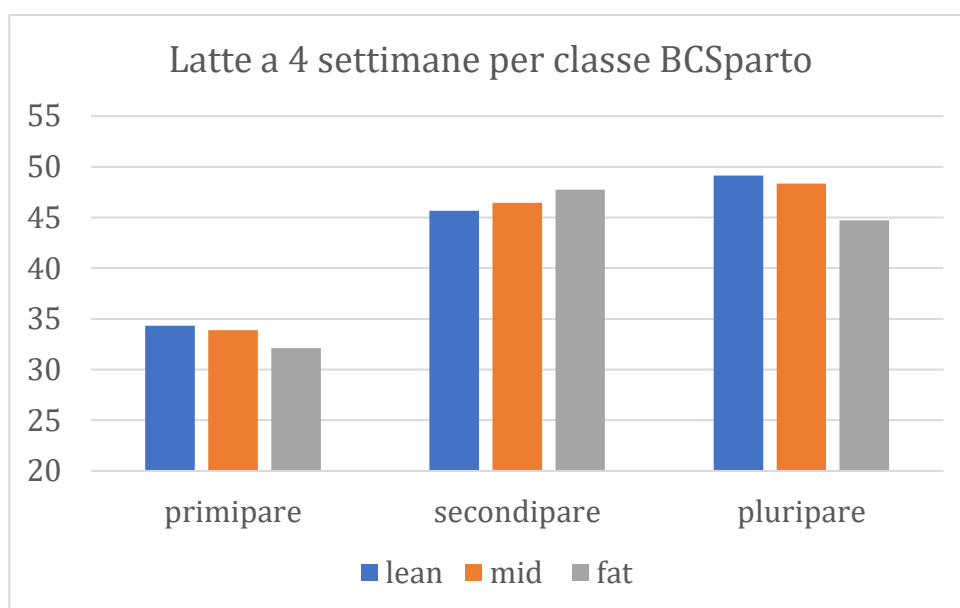


Grafico 4.3.2: Produzione di latte a 4 settimane differenziata per ordine di parto e classe di BCS al parto.

La ridotta produzione osservata nelle primipare è riconducibile alla giovane età in cui questi animali affrontano il primo parto. A questo proposito i dati del Bollettino della Associazione Italiana Allevatori (AIA, 2024) riportano per la razza Frisona Italiana un'età al primo parto di poco superiore ai 24 mesi in cui le manze non hanno ancora completato il proprio sviluppo corporeo. La produzione di latte nella prima lattazione viene penalizzata sia dal fatto che una parte dell'energia netta a disposizione della bovina viene utilizzata per il fabbisogno di accrescimento e sia dal fatto che la mammella non ha ancora raggiunto il massimo potenziale produttivo a causa di un parenchima mammario non ancora completamente formato e performante (Sandrucci, 2022).

4.4 Produzione di latte alla 8° settimana di lattazione

Anche la produzione di latte alla 8° settimana di lattazione è stata analizzata con il modello di ANOVA e i risultati riassunti nella *Tabella 4.4.1* ripropongo quanto già osservato e discusso nel precedente paragrafo 4.3.

Effetto	Gradi di libertà	Valore F	P value
BCS al parto	2	1,5	0,24
Ordine di parto (OP)	2	114,5	<0,0001
BCSparto x OP	4	0,9	0,49

Tabella 4.4.1: ANOVA della produzione di latte alla 8° settimana di lattazione.

Secondo il fisiologico andamento crescente della produzione nella prima fase di lattazione nella specie bovina (Silvestre et al., 2009), dopo 8 settimane dal parto la produzione di latte si attesta su valori superiori rispetto a quelli rilevati a circa un mese. Questo aumento di produzione è dovuto all'intensa proliferazione delle cellule secernenti mammarie nel periodo che intercorre dall'ultima fase della gestazione al picco di lattazione (Sandrucci, 2022) ma anche a motivi fisiologici legati al soddisfacimento degli aumentati fabbisogni nutrizionali del redo (Gross e Bruckmaier, 2019).

I risultati dell'analisi statistica per la produzione di latte giornaliera all'8° settimana mostrano un trend simile a quelli della quarta: la produzione di latte non varia in modo significativo in funzione della classe di BCS al parto (vedi *Grafico 4.4.1*) ma si evidenzia una tendenza ad un valore minore di produzione per le bovine appartenenti alla classe *fat*.

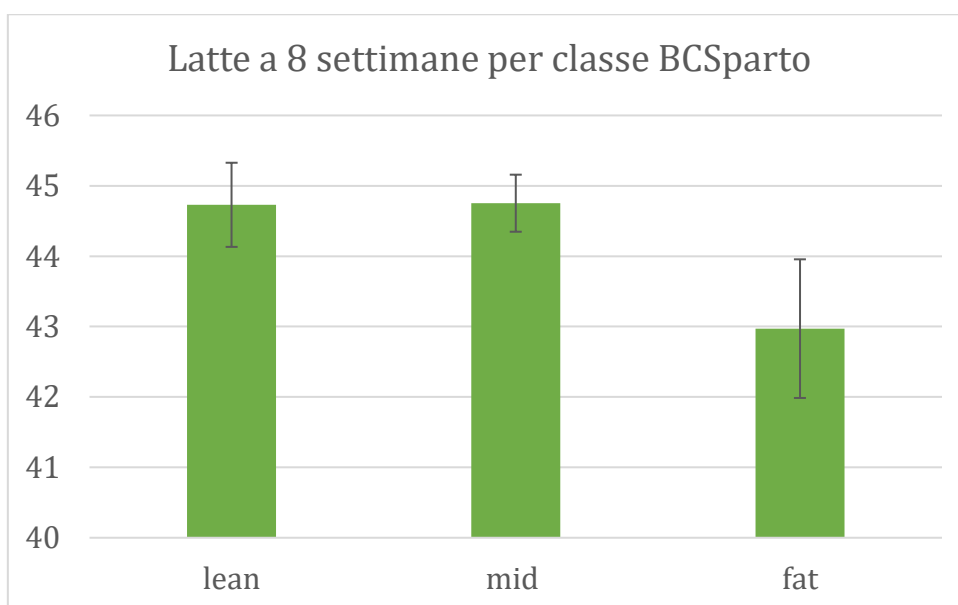


Grafico 4.4.1: Produzione di latte a 8 settimane differenziata per classe di BCS al parto.

Analogamente a quanto osservato alla 4° settimana di lattazione (*Grafico 4.3.2*), anche ad otto settimane si osserva l'effetto significativo dell'ordine di parto: le primipare continuano ad avere produzioni inferiori rispetto alle bovine con ordine di parto superiore (vedi *Grafico 4.4.2*).

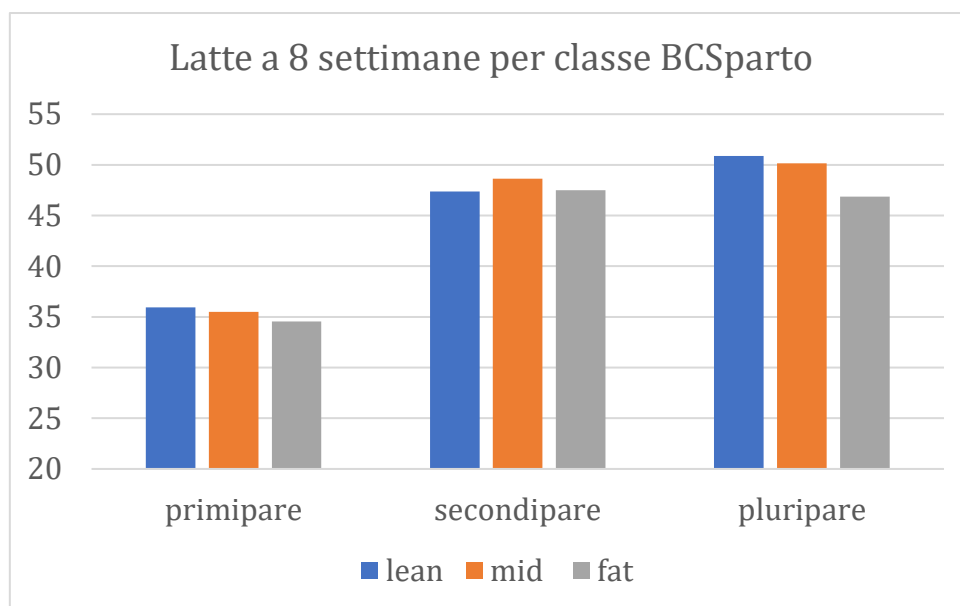


Grafico 4.4.2: Produzione di latte a 8 settimane differenziata per ordine di parto e classe di BCS al parto.

4.5 Produzione di latte al picco di lattazione

Il software di gestione della sala di mungitura aziendale permetteva di registrare la massima produzione di latte nel corso della lattazione di ciascuna delle bovine inserite nel campione in analisi.

In media, questo picco è stato osservato intorno all'80° giorno di lattazione, e il giorno di lattazione in cui è stata osservata la massima produzione di latte non ha risentito di differenze in funzione del BCS al parto e dell'ordine di parto delle bovine.

Per quanto riguarda la quantità di latte prodotto al picco, i risultati dell'ANOVA vengono riassunti nella *Tabella 4.5.1*.

Effetto	Gradi di libertà	Valore F	P value
BCS al parto	2	1,2	0,32
Ordine di parto (OP)	2	49,4	<0,0001
BCSparto x OP	4	1,4	0,22

Tabella 4.5.1: ANOVA della produzione di latte al picco di lattazione.

Anche questa variabile produttiva non ha risentito di un effetto significativo da parte della classe di BCS al parto (vedi *Grafico 4.5.1*) ma è tuttavia possibile evidenziare come la produzione

si attestano su valori inferiori sia nelle bovine appartenenti alla classe *fat* che a quelle appartenenti alla classe *lean*.

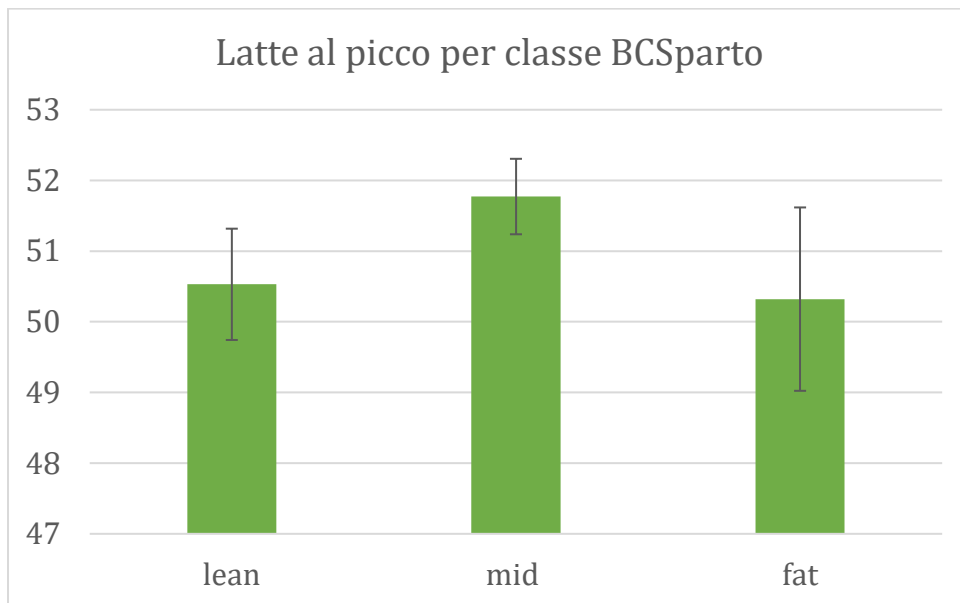


Grafico 4.5.1: Produzione di latte al picco differenziata per classe di BCS al parto.

Come avanzato dalla letteratura scientifica (Casaro et al., 2024; Roche et al., 2009), la ridotta produzione riscontrata a questo stadio di lattazione nelle bovine appartenenti alla classe *lean* può essere riconducibile alla ridotta quantità di riserve corporee con cui queste bovine si sono presentate al parto ed hanno iniziato la lattazione. Nel caso invece delle bovine *fat* la minore produzione sarebbe la conseguenza di uno stato di salute più a “rischio” a seguito dell’eccessiva condizione corporea al parto (Rukkwamsuk et al., 1999).

In linea con la produzione a 4 e a 8 settimane, anche sulla produzione al picco si manifesta in modo evidente l’effetto significativo dell’ordine di parto (vedi Grafico 4.5.2).

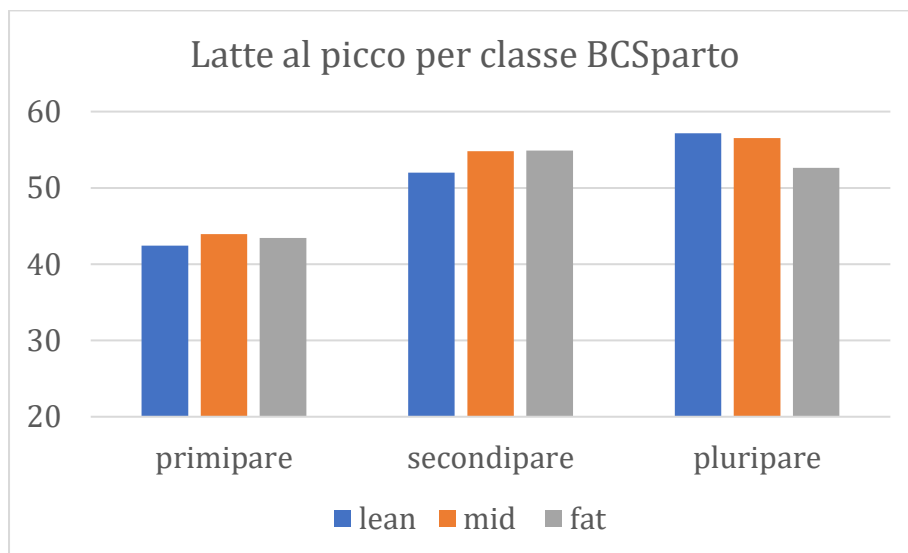


Grafico 4.5.2: Produzione di latte al picco differenziata per ordine di parto e classe di BCS al parto.

4.6 Produzione di complessiva latte a 150 giorni di lattazione

Il software aziendale permetteva di disporre anche del valore della produzione cumulata di latte al 150° giorno di lattazione. I risultati dell'ANOVA di questa variabile vengono riassunti nella *Tabella 4.6.1*.

Effetto	Gradi di libertà	Valore F	P value
BCS al parto	2	2,2	0,11
Ordine di parto (OP)	2	118,1	<0,0001
BCSparto x OP	4	1,9	0,11

Tabella 4.6.1: ANOVA della produzione cumulata di latte nei primi 150 giorni di lattazione.

Come si nota, il valore $P=0,11$ osservato per il fattore “BCS al parto” si avvicina alla soglia minima della significatività statistica ($P<0,05$), soprattutto per il confronto *mid* vs. *fat* come evidenziato dai dati produttivi riportati nel *Grafico 4.6.1*.

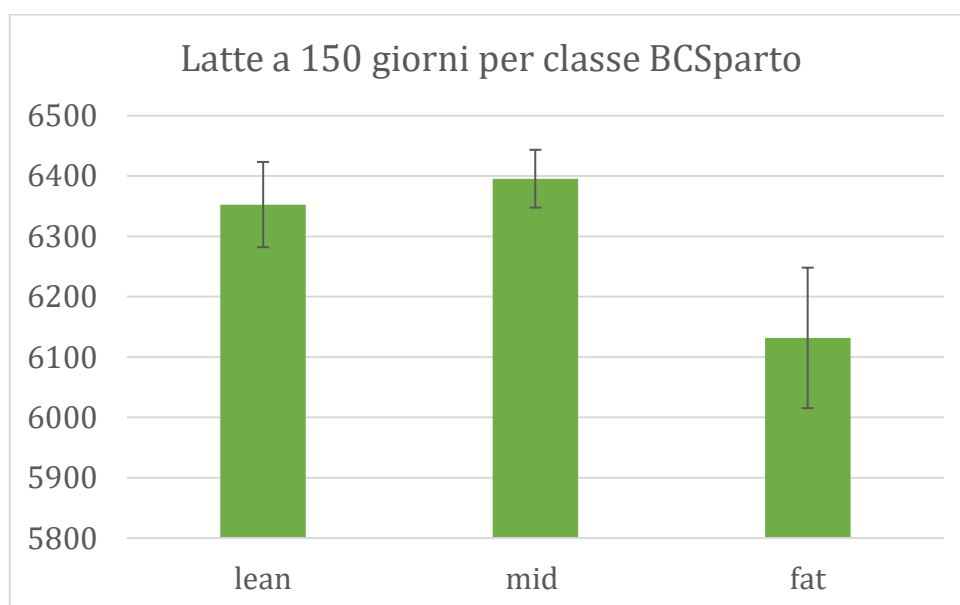


Grafico 4.6.1: Produzione di latte cumulata a 150 giorni di lattazione differenziata per classe di BCS al parto.

Le migliori performance produttive in bovine che arrivano al parto con un BCS compreso tra 3,0 e 3,5 risultano in linea con quanto riportato dalla letteratura scientifica (Casaro et al., 2024; Roche et al., 2009), a seguito di una situazione metabolica più equilibrata in cui non si registra una eccessiva lipomobilizzazione nella prima fase della lattazione.

Anche sulla produzione cumulata di latte si osserva un significativo effetto dell'ordine di parto (*Tabella 4.6.1*) che viene illustrato dai valori produttivi riportati nel *Grafico 4.6.2*

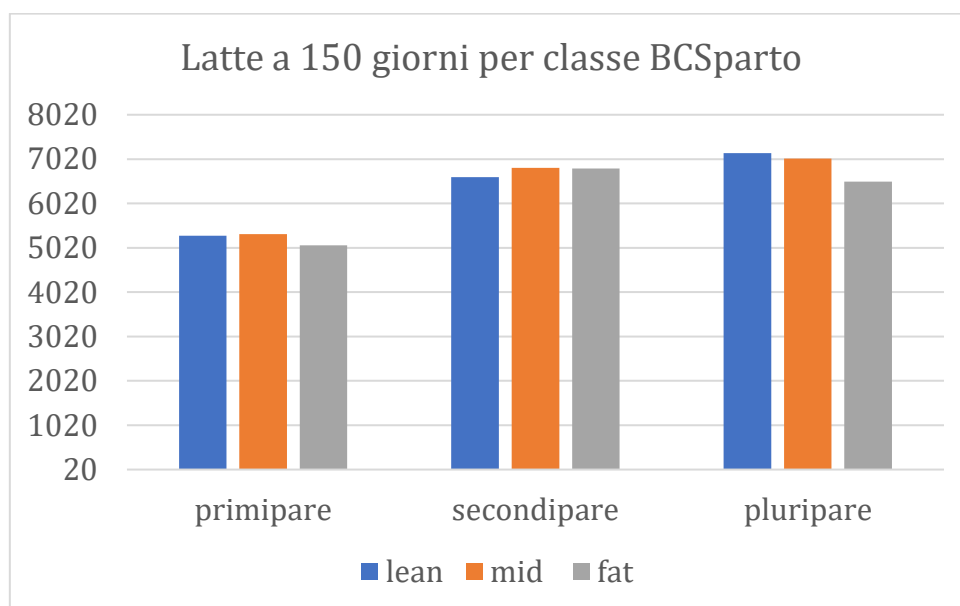


Grafico 4.6.2: Produzione di latte cumulata a 150 giorni di lattazione differenziata per ordine di parto delle bovine.

4.7 Problemi sanitari post-partum

I risultati del test del chi quadrato nel confronto tra k proporzioni delle frequenze delle problematiche sanitarie nelle 3 diverse classi di BCS al parto sono riassunti nella *Tabella 4.7.1*.

	Classe di BCS al parto			P value
	<i>lean</i>	<i>mid</i>	<i>fat</i>	
Ritenzione di placenta	8%	10%	0%	0,194
Metrite	10%	9%	0%	0,195
Chetosi	8%	8%	3%	0,643
Dislocazione abomasale	1%	2%	0%	0,734
Mastite	11%	16%	32%	0,023

Tabella 4.7.1: Effetto della classe di BCS al parto sulla frequenza di alcune problematiche sanitarie rilevate sulle bovine dopo il parto valutato mediante test chi quadro di confronto tra k proporzioni.

Il confronto statistico ha riguardato tutte le diverse problematiche ad eccezione del collasso puerperale per il quale le frequenze registrate non hanno raggiunto una numerosità minima sufficiente a permettere un confronto statistico tra le tre classi di BCS al parto.

Diversamente da quanto riportato dalla letteratura (Chebel et al., 2018; Daros et al., 2020; Mann, 2022 e Roche et al., 2009) e seppure in presenza di frequenze numericamente diverse non sono emerse differenze statisticamente significative tra le diverse classi di BCS al parto per quanto riguarda la manifestazione di ritenzione di placenta, metrite, chetosi e dislocazione abomasale. La divergenza riscontrata rispetto a quanto riportato in bibliografia potrebbe essere stata determinata dalla limitata numerosità delle bovine nella classe *fat* presente all'interno del campione considerato.

L'unica differenza statisticamente significativa riscontrata tra le varie classi di BCS al parto ha riguardato l'incidenza degli episodi di mastite (*Tabella 4.7.1*) che, in accordo con quanto riportato dalla letteratura scientifica (Roche et al., 2009; Valde et al., 2007), ha evidenziato una frequenza più elevata nelle bovine classificate come *fat* al parto. Questo risultato non trova ancora una diretta spiegazione a livello scientifico ma possiamo ipotizzare che sia la conseguenza della maggiore predisposizione degli animali sovracondizionati ai disturbi metabolici (Roche et al., 2009) e all'indebolimento del sistema immunitario determinato dal prolungato bilancio energetico negativo che si verifica nel post-partum a causa della maggiore perdita di condizione corporea (Rukkwamsuk et al., 1999; Valde et al., 2007; De Vliegher et al., 2012).

5. CONCLUSIONI

A fronte della analisi statistiche condotte sulla popolazione presa in esame è stato possibile osservare come il diverso valore di BCS al parto giochi un ruolo importante sulla produttività e sulla salute delle bovine nel corso della successiva lattazione.

Pur in assenza di una chiara significatività statistica dettata probabilmente dalla limitata numerosità delle vacche classificate come *fat* al parto, è stato infatti osservato come la produzione di latte sia sempre risultata più contenuta nelle vacche che al parto presentavano un punteggio di BCS superiore alle 3,5 unità. Nonostante la buona produzione rilevata nelle prime 8 settimane di lattazione anche nelle bovine di classe *lean*, sicuramente le migliori performance produttive nel corso della prima fase di lattazione monitorata in questa ricerca sono state osservate nelle bovine che si presentavano al parto con un BCS “ottimale” compreso tra 3,0 e 3,5 punti.

Per quanto riguarda la salute delle bovine, è stato possibile constatare come ad un alto valore di BCS al parto sia corrisposta una maggiore frequenza di episodi di mastite. Tra le ipotesi che gli studiosi avanzano per spiegare tale associazione va soprattutto accreditata quella che vede una maggiore predisposizione delle bovine grasse al parto ad incorrere in disturbi metabolici e all'abbassamento delle difese immunitarie a causa di una maggiore durata ed entità del deficit energetico (NEB) che si verifica nella prima fase della lattazione.

I dati considerati nel presente studio, sembrano confermare quanto avanzato dai numerosi contributi scientifici che hanno considerato questa tematica ovvero che il valore di BCS ideale con cui le bovine di razza Frisona dovrebbero apprestarsi al parto per ottenere buone performance produttive e sanitarie debba essere compreso entro un intervallo di 3,0 e 3,5 unità.

Raccogliere i dati relativi alla condizione corporea nel corso dell'intera carriera produttiva della bovina da latte (ponendo particolare attenzione alla messa in asciutta e al parto) risulta quindi di fondamentale importanza per una migliore gestione sanitaria e produttiva dell'allevamento e potrebbe rivelarsi un utile strumento per limitare l'uscita di produzione di molte vacche nei primi mesi di lattazione a causa di problemi metabolici o infettivi.

La presenza di nuovi strumenti tecnologici che consentono un monitoraggio in automatico della condizione corporea delle bovine in lattazione potrà sicuramente contribuire ad un utilizzo sempre più ampio del BCS quale strumento per il controllo della qualità della gestione della mandria. In questo modo sarà possibile intervenire in modo tempestivo e mirato per correggere situazioni critiche che potrebbero rivelarsi fatali qualora non corrette in modo adeguato.

Lavorare a favore della salute e della longevità delle nostre bovine si rivela oggi più che mai una strategia vincente dal punto di vista economico, ma rappresenterà in futuro un fondamentale requisito etico per promuovere agli occhi dei consumatori una filiera come quella lattiero-casearia che rappresenta una delle eccellenze della formidabile offerta che caratterizza il comparto agroalimentare del nostro Paese.

6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Agriculture and Horticulture Development Board (2023) *Body condition scorecard*
https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Imported%20Publication%20Docs/Dairy/BodyConditionFlowChart_230712_WEB.pdf
- AIA (2024) <http://bollettino.aia.it/>
- Bianchi C. (2023) *La gestione della fase dell'asciutta nelle stalle da latte del Veneto. I risultati di un questionario aziendale*. Relatore Cozzi G., Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente, Facoltà di Agraria e Medicina Veterinaria, Università degli Studi di Padova, Legnaro
- Casaro S., Pérez-Báez J., Bisinotto R. S., Chebel R. C., Prim J. G., Gonzalez T. D., Gomes G. C., Tao S., Toledo I. M., do Amaral B. C., Bollati J. M., Zenobi M. G., Martinez N., Dahl G. E., Santos J. E. P. e Galvão K. N. (2024), *Association between prepartum body condition score and prepartum and postpartum dry matter intake and energy balance in multiparous Holstein cows*
Journal of Dairy Science: <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24047>
- Chebel R. C., Mendonça L. G. D., Baruselli P. S. (2018) *Association between body condition score change during the dry period and postpartum health and performance*
Journal of Dairy Science, Volume 101, Issue 5, 4595-4614.
- Cravetto M. G. (2020) *Piani alimentari per la bovina da latte in Manuale di nutrizione dei ruminanti da latte*, ed. Ronchi B., Savoini G. e Trabalza Marinucci M., 102-115, Napoli: EdiSES Edizioni S.r.l.
- Daros R. R., Eriksson Hanna K., Weary Daniel M. e von Keyserlingk Marina A.G. (2020) *The relationship between transition period diseases and lameness, feeding time, and body condition during the dry period*
Journal of Dairy Science, Volume 103, Issue 1, 649-665.
- Daros R.R., Havekes Casey D. e DeVries Trevor J. (2021) *Body condition loss during the dry period: Insights from feeding behaviour studies*
Journal of Dairy Science, Volume 104, Issue 4, 4682-4691.
- De Vliegher S., Fox L. K., Piepers S., McDougall S., Bakermat H. W. (2012) *Mastitis in dairy heifers: Nature of the disease, potential impact, prevention and control*
Journal of Dairy Science, Volume 95, Issue 3, 1025-1040.

- Drackley J. K. (1999) *Biology of Dairy Cows During the Transition Period: the Final Frontier?*
Journal of Dairy Science, Volume 82, Issue 11, 2259-2273.
- Edmonson A. J., Lean I. J., Weaver L. D., Farver T. e Webster G. (1989) *A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows*
Journal of Dairy Science, Volume 72, Issue 1, 68-78.
- Elanco Animal Health (1997) *Body Condition Scoring in Dairy Cow*,
https://www.vet.cornell.edu/sites/default/files/1e_Elanco%20Cow%20Body_condition_scoring_V3.pdf
- Formigoni A. e Mammi L. (2020) *Gestione del razionamento in Manuale di nutrizione dei ruminanti da latte*, ed. Ronchi B., Savoini G. e Trabalza Marinucci M., 100-102, Napoli: EdiSES Edizioni S.r.l.
- Gärtner T., Gernand E., Gottschalk J. e Donat K. (2019) *Relationship between body condition loss and serum metabolites during the transition period in primiparous and multiparous cows*
Journal of Dairy Science, Volume 102, Issue 10, 9187-9199.
- Gross J. J. e Bruckmaier R. M. (2019) *Invited review: Metabolic challenges and adaptation during different functional stages of the mammary gland in dairy cows: Perspectives for sustainable milk production*
Journal of Dairy Science, Volume 102, Issue 4, 2828-2843.
- Jones C. M. e Heinrichs J. (2023) *Examples of Cows at Various Body Condition Scores*,
<https://extension.psu.edu/examples-of-cows-at-various-body-condition-scores>
- Jones C. M., Heinrichs J. e Ishler V. A. (2023) *Body Condition Scoring as a Tool for Dairy Herd Management*, <https://extension.psu.edu/body-condition-scoring-as-a-tool-for-dairy-herd-management>
- Kim I. H. e Suh G. H. (2003) *Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows*
Theriogenology, Volume 60, Issue 8, 1445-1456.

- Mann S. (2022) *Symposium review: The role of adipose tissue in transition dairy cows: Current knowledge and future opportunities*
Journal of Dairy Science, Volume 105, Issue 4, 3687-3701.
- Paganini M. e Serafini C. (2004) *Il periodo di transizione nella vacca da latte*, ed. L. Acerbis, 12-39, 43-46, 87-90, Milano: Le Point Vétérinaire Italie Srl
- Piccioli Cappelli F. (2022) *Principali razze bovini da latte in Produzioni animali*, ed. A. Sandrucci e E. Trevisi, 46-48. Napoli: EdiSES Edizioni S.r.l.
- Roche J. R., Friggens N. C., Kay J. K., Fisher M. W., Stafford K. J. e Berry D. P. (2009) *Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health and welfare*. Journal of Dairy Science, Volume 92, Issue 12, 5769-5801.
- Ruegg P. L. e Milton R. L. (1995) *Body Condition Scores of Holstein Cows on Prince Edward Island, Canada: Relationship with Yield, Reproductive Performance, and Disease*
Journal of Dairy Science, Volume 78, Issue 3, 552-564.
- Rukkwamsuk, T., Kruip, T. A. M., Wensing, T. (1999). *Relationship between overfeeding and overconditioning in the dry period and the problems of high producing dairy cows during the postparturient period*
Veterinary Quarterly, 21, 71-77.
- Sandrucci A. (2022) *Allevamento e alimentazione della bovina da latte in Produzioni animali*, ed. A. Sandrucci e E. Trevisi, 89-104. Napoli: EdiSES Edizioni S.r.l.
- Savoini G., Agazzi A. e Omodei Zorini F. (2020), *Parametri per verificare la correttezza dei piani alimentari in Manuale di nutrizione dei ruminanti da latte*, ed. Ronchi B., Savoini G. e Tralbalza Marinucci M., 115-117, Napoli: EdiSES Edizioni S.r.l.
- Silvestre A.M., Martins A.M., Santos V.A., Ginja M.M., Colaço J.A. (2009) *Lactation curves for milk, fat and protein in dairy cows: A full approach*
Livestock Science, Volume 122, 308-313.
- Sjaastad Ø. V., Sand O. e Hove K. (2013) *Sviluppo e crescita della ghiandola mammaria in Fisiologia degli animali domestici*, ed. C. Tamanini, 735, Milano: C.E.A. Casa Editrice Ambrosiana
- Song X., E.A.M. Bokkers, S. van Mourik, P.W.G. Groot Koerkamp, P.P.J. van der Tol (2019) *Automated body condition scoring of dairy cows using 3-dimensional feature extraction*

from multiple body regions

Journal of Dairy Science, Volume 102, Issue 5, 4294-4308.

- Standard Dairy Consultants, (2019) *Reproductive efficiency and body condition score: Are you in the high fertility cycle?*
<https://standarddairyconsultants.com/reproductive-efficiency-and-body-condition-score-are-you-in-the-high-fertility-cycle/>
- Trouw Nutrition, (2024) *Body Conditioning Score*
<https://www.trouwnutrition.ca/en-ca/bcs/?tab=605228>
- Valde J.P., Lystad M. L., Simensen E., Østerås O. (2007) *Comparison of feeding management and Body Condition of Dairy Cows in Herds with Low and High Mastitis Rates*
Journal of Dairy Science, Volume 90, Issue 9, 4317-4324.
- Vilar M.J. e Rajala-Schultz P.J. (2020) *Dry-off and dairy cow udder health and welfare: Effects of different milk cessation methods*
The Veterinary Journal, Volume 262.
- Waltner S. S. McNamara J. P. e Hillers J. K. (1993) *Relationships of Body Condition Score to Production Variables in High Producing Holstein Dairy Cattle*
Journal of Dairy Science, Volume 76, Issue 11, 3410-3419,

RINGRAZIAMENTI

Vorrei ringraziare il Prof. Giulio Cozzi, la Dr.ssa Barbara Contiero e il Dr. Filippo Callegari per la grande disponibilità e il supporto prestati per la realizzazione di questo elaborato.