



ANABORAPI

“Messa a punto di un sistema di valutazione per lo stato di ingrassamento sulle bovine di razza Piemontese e relazioni tra condizione corporea, fertilità e difficoltà di parto”



Relazione conclusiva

Andrea Albera

Responsabile Ricerca e Sviluppo

Introduzione

Il profitto di un allevamento bovino da carne è strettamente legato all'efficienza riproduttiva delle fattrici, dal momento che la produzione del vitello costituisce la parte principale dei ricavi annuali dell'azienda. L'obiettivo di una gestione efficiente dell'allevamento è quello di ottenere un interparto medio di circa 365 giorni, ossia di mettere ogni bovina nella condizione di produrre un vitello all'anno. Bovine che presentino problemi di parto o difficoltà a ripristinare l'attività riproduttiva nel periodo successivo al parto tendono ad allungare significativamente la durata dell'interparto (Albera et al., 1999) e quindi a ridurre la redditività potenziale dell'allevamento.

Una delle cause principali della comparsa di problemi di fertilità nelle bovine da carne è l'inadeguata gestione alimentare, che determina uno stato di nutrizione non ottimale per affrontare nei tempi opportuni i processi fisiologici riproduttivi.

La condizione corporea, e di conseguenza la quantità di sostanze nutrizionali di riserva disponibili, influenza infatti numerosi aspetti della sfera riproduttiva animale. Associazioni tra la variazione della disponibilità di riserve corporee al momento del parto ed efficienza riproduttiva delle bovine da carne sono stati messi in evidenza in numerosi lavori scientifici. La ripresa dell'attività ovarica risulta ritardata in bovine con condizione corporea scarsa al momento del parto (Richards et al., 1986; Houghton et al., 1990). A questo si aggiunge un tasso di gravidanza significativamente inferiore (DeRouen et al., 1994; Lake et al., 2005) che quindi determina un prolungamento del periodo di interparto (Hess et al., 2005). Scarse sono invece le informazioni relative ai legami tra stato di ingrassamento e distocie, sebbene si ritiene che i depositi adiposi a livello pelvico possano influenzare negativamente la dimensione del canale del parto e, conseguentemente, l'esito dello stesso (Noakes et al., 2001).

La disponibilità di metodi semplici e di pratico utilizzo in campo per la stima della condizione corporea delle bovine è quindi fondamentale per disporre di un'informazione che può essere utilizzata per migliorare l'efficienza riproduttiva dell'allevamento.

Tra i vari metodi che sono stati proposti il Body Condition Score (BCS), ossia il punteggio di condizione corporea, è quello che trova il maggiore impiego sia nel bovino da latte che da carne. Il Body Condition Score è un punteggio che indica lo stato d'ingrassamento di un animale, e la relativa condizione corporea, attraverso la valutazione di specifiche regioni anatomiche sull'animale (Edmonson et al., 1989). La stretta relazione esistente tra BCS e contenuto di energia e lipidi della carcassa, testimonia il buon valore predittivo delle riserve corporee svolto dal BCS (Wagner et al., 1988).

I tratti chiave nel sistema di valutazione della condizione corporea nelle bovine fanno

riferimento alla copertura muscolare e all'evidenza della struttura ossea delle tuberosità iliache ed ischiatiche e delle apofisi spinose trasverse delle vertebre lombari, all'evidenza dei legamenti sacro-ischiatici e sacro-iliaci, ai depositi adiposi dell'area caudale. Nelle bovine da latte viene attribuito un punteggio variabile da 1 a 5 con intervalli di 0.25 punti (Edmonson et al., 1989), mentre nelle bovine da carne è stata spesso utilizzata una scala a 9 codici.(Wagner et al., 1988).

Il periodo immediatamente antecedente al parto ed i primi mesi dopo il parto, corrispondenti alla ripresa dell'attività riproduttiva, sono i momenti in cui differenze nella condizione corporea delle bovine determinano differenze in termini di fertilità (Hess et al., 2005; Ciccioli et al., 2003).

Le indagini sulle bovine da carne riportate nella letteratura scientifica sono state effettuate su razze di origine anglosassone, quali Angus o Hereford, o su bovine meticce derivanti da vari tipi di incroci. Sebbene nei vari lavori siano utilizzate metodiche di rilievo del BCS che fanno riferimento alle stesse zone del corpo dell'animale, si ravvisa tuttavia la mancanza di una descrizione univoca del metodo impiegato, favorita dalla eterogeneità delle bovine considerate nei vari studi.

Mancano del tutto lavori su razze ad elevata muscolosità, quali la Piemontese, che presentano alcune caratteristiche peculiari: lo sviluppo muscolare e la scarsa adipogenesi determinano infatti la problematica di riuscire a discriminare, con la valutazione BCS, tra lo stato di ingrassamento e la conformazione da carne. Non si vuole infatti ottenere dal BCS una stima della muscolosità della bovina, entro certi limiti costante nella vita dell'animale, ma invece una stima del suo stato di ingrassamento che varia a seconda dello stato fisiologico in cui la bovina si trova.

Vi è pertanto la necessità di definire un metodo di valutazione del BCS specifico e di verificare se le associazioni tra condizione corporea delle bovine ed efficienza riproduttiva, evidenziate nei vari lavori prima citati, siano valide anche per la Piemontese e per il suo sistema di allevamento, piuttosto diverso da quello utilizzato nei vari studi sinora effettuati.

Obiettivi della ricerca

Gli obiettivi della ricerca sono:

- Definizione di un sistema di valutazione del BCS adattato alla Piemontese
- Verifica delle relazioni tra condizione corporea, stimata attraverso il BCS, alcuni parametri somatici (peso, misure) e muscolosità delle bovine
- Studio delle relazioni tra condizione corporea delle bovine negli ultimi mesi di gestazione e difficoltà di parto
- Studio delle relazioni tra condizione corporea delle bovine negli ultimi mesi di gestazione e

fertilità

- Studio delle relazioni tra condizione corporea delle bovine dopo il parto e fertilità

Metodologia di rilievo del BCS

Il metodo di valutazione del BCS è stato messo a punto preventivamente e successivamente verificato in campo prima dell'inizio della fase di applicazione sistematica per lo studio delle associazioni con fertilità e difficoltà di parto.

Si è scelto di utilizzare la scala 1-5 con variazioni di 0.25 punti (17 codici in totale) definita da Edmonson (1989) adattandola alle caratteristiche della Piemontese.

Il metodo si basa sulla valutazione di una serie di tratti chiave:

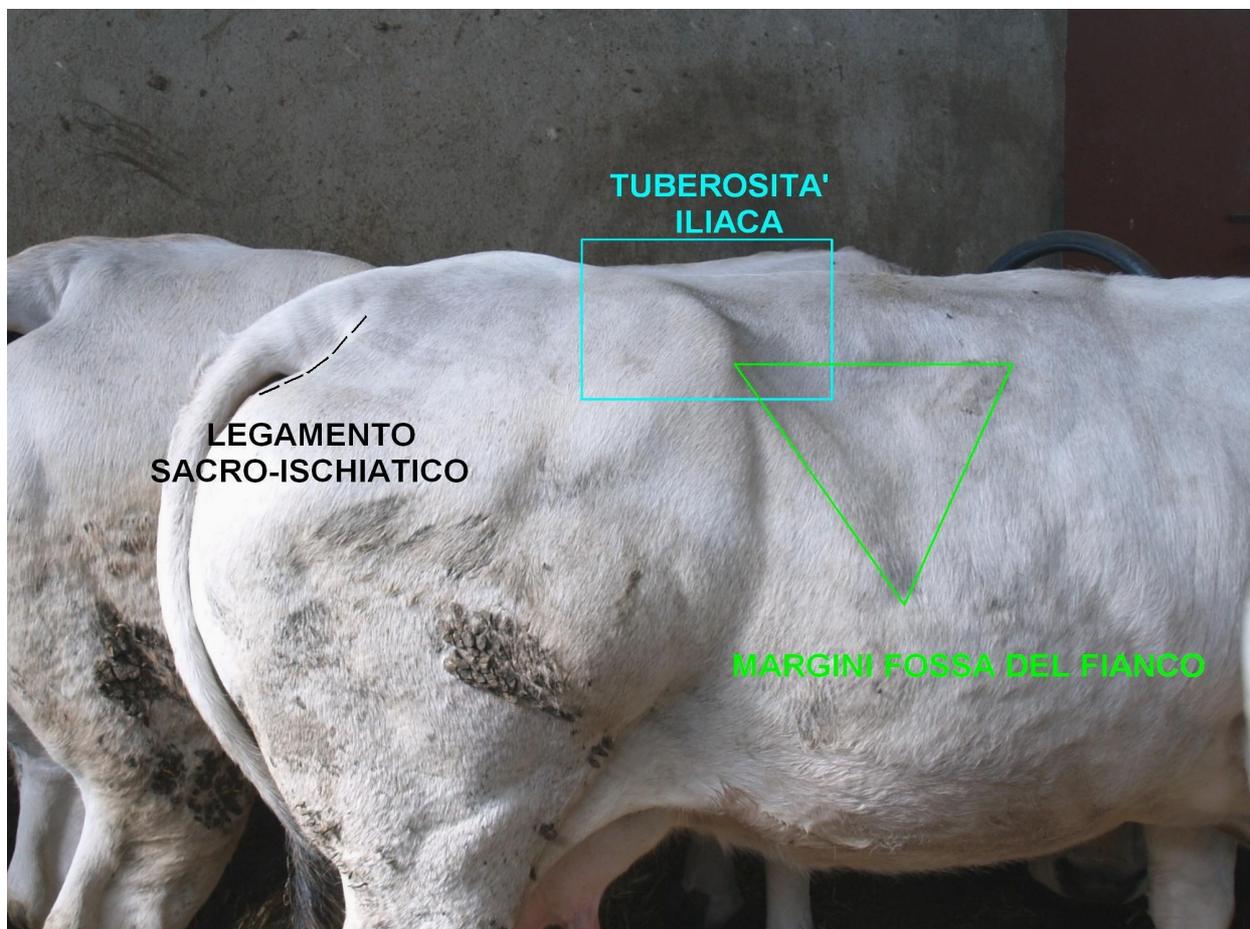
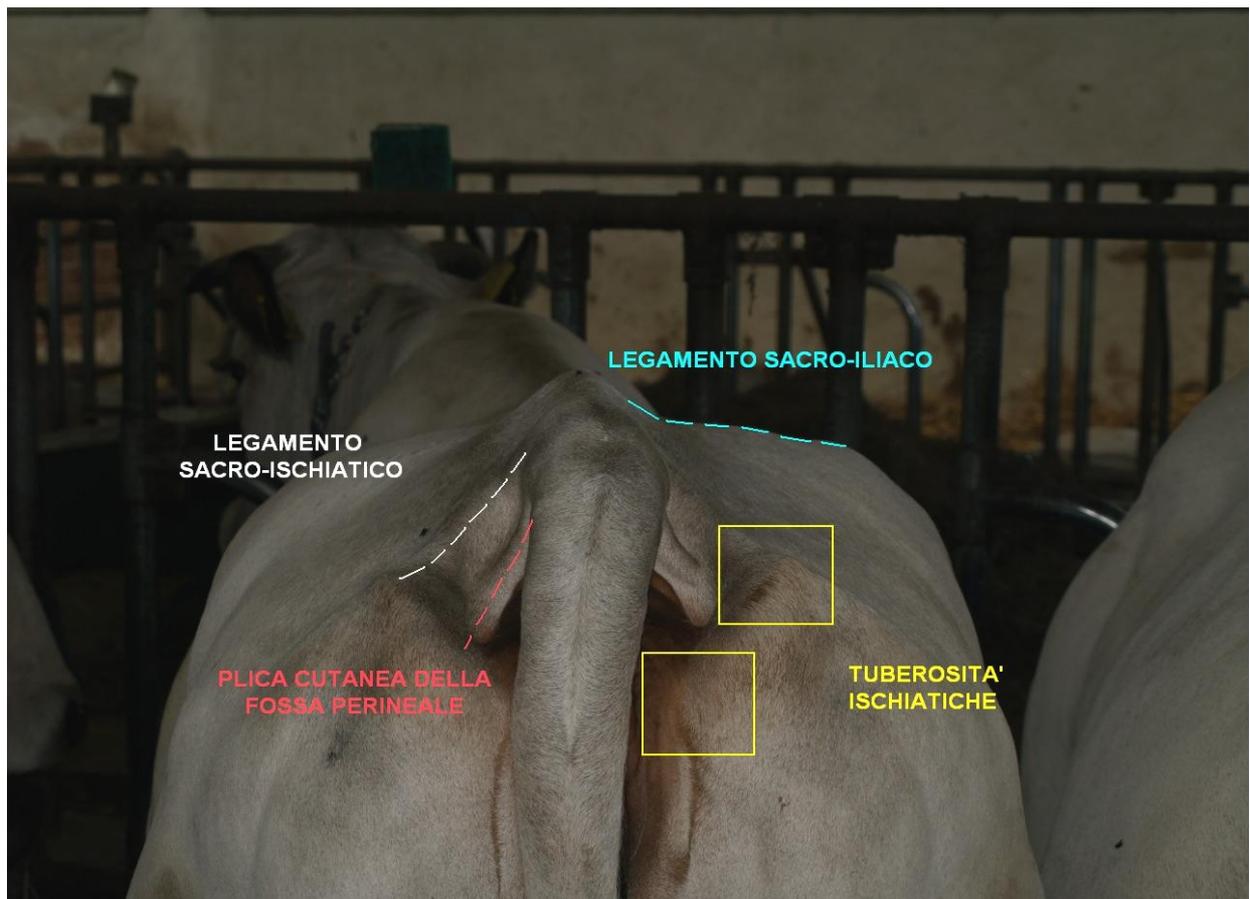
- profilo del legamento sacro-ischiatico
- copertura muscolare ed evidenza dei depositi adiposi presenti sulla struttura ossea della tuberosità ischiatica
- evidenza del legamento sacro-iliaco valutando il profilo superiore della groppa
- copertura muscolare presente sulla struttura ossea della tuberosità iliaca
- evidenza della fossa del fianco
- evidenza delle apofisi spinose trasverse delle vertebre lombari
- copertura del costato e del garrese
- evidenza delle pliche cutanee della fossa perineale
- copertura dell'attacco della coda e delle vertebre coccigee

Il metodo prevede l'osservazione analitica della bovina nelle varie zone sopraindicate. L'attribuzione del codice BCS avviene attraverso valutazione visuale senza richiedere la valutazione manuale attraverso tasti, che per quanto talora utile, risulta di scarsa applicabilità nel caso di bovine gestite con stabulazione libera o al pascolo.

Sulla base delle osservazioni e verifiche effettuate in campo è stata messa a punto una descrizione analitica dei tratti da osservare in modo da redigere una manualistica di riferimento per gli operatori che in futuro si troveranno ad effettuare la valutazione BCS.

Nella sezione che segue sono riportate le caratteristiche descrittive dei tratti oggetto di valutazione e dei principali codici di BCS corredate da immagini fotografiche.

Tratti considerati nella valutazione



BCS 2.00



Legamento sacro-ischiatico: legamento con concavità accentuata e severi livelli di depressione nella direzione mediale e laterale

Tuberosità ischiatica: molto evidente, priva di copertura, molto spigolosa

Legamento sacro-iliaco: molto evidente con marcati livelli di depressione in direzione caudo-craniale

Tuberosità iliaca: ben evidente e senza copertura

Fossa del fianco: processi trasversi delle vertebre lombari decisamente in evidenza

Costato: distinguibile visivamente

BCS 2.25



Legamento sacro-ischiatico: legamento concavo con severi livelli di depressione nella direzione mediale e laterale

Tuberosità ischiatica: spigolosa e priva di copertura

Legamento sacro-iliaco: molto evidente con marcati livelli di depressione in direzione caudo-craniale

Tuberosità iliaca: ben evidente e senza copertura

Fossa del fianco: processi vertebrali laterali visibili

Costato: in leggera evidenza

Garrese: appuntito

BCS 2.50



Legamento sacro-ischiatico: concavo

Tuberosità ischiatica: senza copertura ma non spigolosa

Fossa perineale: evidenza della fossa e risalto delle pliche cutanee

Legamento sacro-iliaco: concavo

Tuberosità iliaca: ben evidente senza copertura

Fossa del fianco: molto pronunciata con porzione distale dei processi vertebrali trasversi visibile

Costato: non evidente

Garrese: non appuntito

BCS 2,75



Legamento sacro-ischiatico: tendente al concavo

Tuberosità ischiatica: con lieve copertura e struttura ossea evidente

Fossa perineale: Fossa visibile, pliche cutanee accennate

Legamento sacro-iliaco: tendente al concavo

Tuberosità iliaca: distinguibile, specialmente nel profilo superiore, coperta sul profilo laterale

Fossa del fianco: evidente con processi trasversi non demarcati

Costato: non evidente

Garrese: non appuntito

BCS 3,00



Legamento sacro-ischiatico: rettilineo

Tuberosità ischiatica: lieve copertura, struttura ossea accennata

Legamento sacro-iliaco: rettilineo

Tuberosità iliaca: struttura scheletrica visibile, con copertura

Fossa del fianco: definita, estremità apofisi spinose e trasverse delle vertebre lombari non visibili

Costato: non evidente

Garrese: non appuntito

BCS 3,25



Legamento sacro-ischiatico: rettilineo

Tuberosità ischiatica: con copertura e struttura ossea non visibile

Legamento sacro-iliaco: rettilineo

Tuberosità iliaca: struttura scheletrica accennata

Fossa del fianco: margini della fossa individuabili

Costato: non evidente

Garrese: non appuntito

BCS 3.50



Legamento sacro-ischiatice: rettilineo con depositi

Tuberosità ischiatica: arrotondata

Legamento sacro-iliaco: tendente al convesso

Tuberosità iliaca: struttura scheletrica non distinguibile

Fossa del fianco: poco distinguibile

Costato: non evidente

Garrese: appiattito

BCS 3,75



Legamento sacro-ischiatico: convesso con depositi mobili

Tuberosità ischiatica: molto arrotondata

Legamento sacro-iliaco: convesso

Tuberosità iliaca: struttura scheletrica non distinguibile

Fossa del fianco: visibile solo il margine superiore, corrispondente alla linea dei lombi

Costato: non evidente

Garrese: appiattito

BCS 4,00



Legamento sacro-ischiatico: non distinguibile con depositi estesi

Tuberosità ischiatica: non distinguibile

Legamento sacro-iliaco: convesso

Tuberosità iliaca: struttura scheletrica non distinguibile

Fossa del fianco: non distinguibile

Attacco della coda: presenza di depositi adiposi estesi

Costato e Garrese: costato non evidente e garrese appiattito

BCS 4,25



Legamento sacro-ischiatico: non distinguibile per presenza di depositi mobili molto estesi

Tuberosità ischiatica: non distinguibile

Legamento sacro-iliaco: convesso

Tuberosità iliaca: struttura scheletrica non distinguibile

Fossa del fianco: non distinguibile

Attacco della coda: presenza di depositi adiposi estesi anche lungo la parte iniziale della coda

Costato: non evidente

Garrese: appiattito

Organizzazione e svolgimento della ricerca

L'indagine è stata condotta nel periodo Febbraio 2006 – Novembre 2007 in 28 aziende della provincia di Torino iscritte al Libro Genealogico. Il rilievo dei dati è stato effettuato attraverso 148 visite aziendali complessive. Mediamente ogni azienda è stata visitata 5 volte durante il periodo, con un range di variazione da 3 ad 8 visite in funzione della dimensione media dell'allevamento.

Durante ogni visita è stato stimato il punteggio BCS delle bovine gravide dal 7° mese di gestazione sino al parto e delle bovine che avevano partorito da meno di 3 mesi. Le valutazioni del BCS sono state effettuate da un unico valutatore per tutta la durata del periodo di rilievo dati.

A partire dal mese di Maggio 2007 durante la visita, oltre alla stima del BCS, sono stati effettuati alcuni rilievi supplementari sulle bovine: questi includevano la stima del peso vivo (previo pesatura effettiva attraverso bilancia portatile di almeno una bovina per azienda per disporre di un riferimento), la misura dell'altezza al garrese e della larghezza massima della groppa utilizzando il bastone misuratore, la valutazione della muscolosità della coscia, vista posteriormente, utilizzando la stessa scala lineare a 9 codici in uso per le valutazioni morfologiche.

Complessivamente sono state effettuate 2695 valutazioni BCS su circa 1500 bovine, mentre i rilievi di peso, larghezza groppa, altezza e muscolosità sono stati 638.

Lo studio dell'associazione tra BCS, rilievo della muscolosità e larghezza groppa, che dovrebbe riflettere lo sviluppo del treno posteriore dell'animale, consente di verificare l'indipendenza di queste informazioni; in particolare se sia possibile, attraverso il BCS, la stima dell'entità dei depositi adiposi a prescindere dallo sviluppo muscolare delle bovine. Di interesse sono anche le relazioni tra il peso della bovina ed il BCS, che tendenzialmente dovrebbero presentarsi consistenti.

Successivamente alla visita aziendale i dati, rilevati in stalla su supporto cartaceo, sono stati registrati direttamente in appositi archivi informatici della banca dati Anaborapi utilizzando un collegamento remoto via internet ad un server appositamente predisposto.

Ai dati rilevati nel corso del progetto sono stati associati i dati derivanti dall'attività di routine dei controlli funzionali e di Libro Genealogico, in particolare: date e codici di parto, date di inseminazione e diagnosi di gravidanza, in modo da disporre di informazioni riproduttive da mettere in relazione con la valutazione della condizione corporea della bovina fornita dal BCS.

Sul dataset finale è stato effettuato un editing per eliminare le bovine con dati incompleti o non utilizzabili al termine del quale l'archivio finale conteneva 2597 valutazioni BCS e 626 rilievi di peso e muscolosità coscia, 610 rilievi di altezza al garrese e larghezza groppa.

Risultati

Statistica descrittiva

La statistica descrittiva per i vari parametri rilevati è riportata nella Tabella 1. Il valore medio di BCS attribuito alle bovine è stato poco sopra al 3.00, con una buona variabilità la quale indica l'esistenza di differenze di condizione tra le bovine che vengono colte dal metodo di valutazione usato.

Variabile	Media	ds	CV	Min	Max	N. casi
BCS	3.11	0.36	11.6	1	5	2597
Peso stimato	610.75	63.29	10.4	440	880	626
Altezza al garrese	131.37	4.59	3.5	118	147	610
Larghezza groppa	54.44	3.99	6.7	42	78	610
Muscolosità coscia	4.55	1.28	28.1	1	8	626

Tabella 1. Statistica descrittiva per i rilievi in azienda

La classe di BCS più rappresentata è quella del 3.25 con oltre il 25% del totale, seguita dal 3.00 e dal 2.75 (Grafico 1). Anche i codici estremi sono rappresentati, sebbene sotto il codice 2.50 e sopra il 3.75 sia compreso meno del 5% dei dati. Complessivamente la distribuzione del BCS presenta una certa asimmetria.

Anche gli altri parametri derivati da valutazione soggettiva quali il peso stimato e la muscolosità della coscia presentano una variabilità abbastanza elevata.

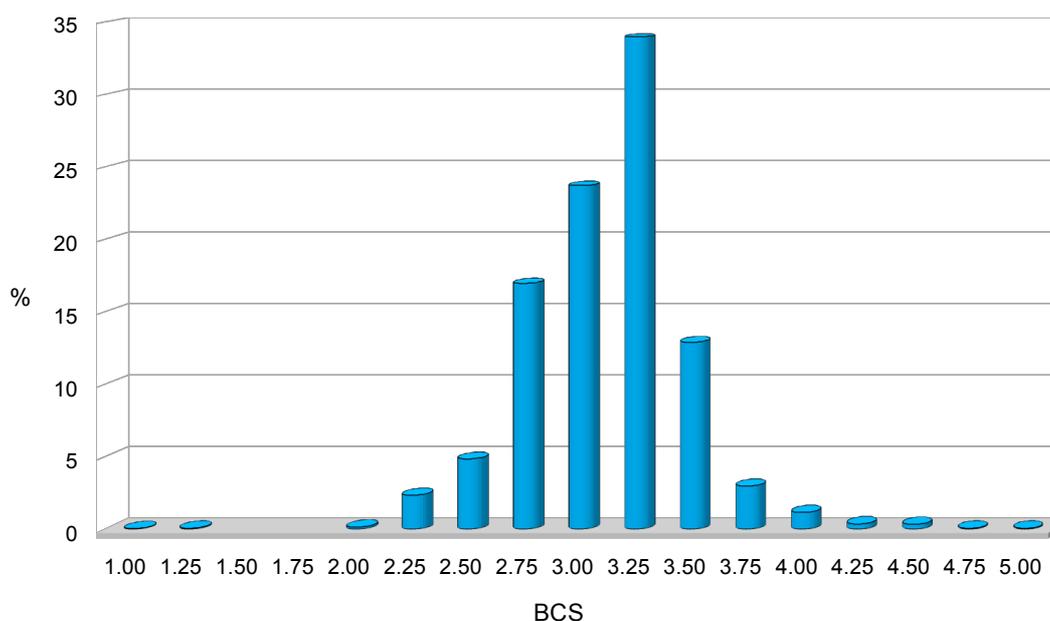


Grafico 1. Distribuzione codici BCS

Effetto del momento della valutazione sul BCS e gli altri rilievi

Il confronto tra le valutazioni effettuate prima o dopo il parto, riportato nella Tabella 2, evidenzia un abbassamento della condizione corporea media di circa ¼ di punto in seguito al parto. Questo potrebbe essere dovuto all'aumento dei fabbisogni energetici delle bovine a causa della produzione lattea, a fronte di un razionamento che invece spesso in allevamento viene mantenuto costante. Ipotizzando una produzione di latte di 7-8 kg al giorno, i fabbisogni di lattazione si possono quantificare in circa 3.2-3.5 UFL/giorno che si aggiungono a 5 UFL/giorno necessarie per il mantenimento di una vacca di 600 kg di peso vivo (Jarrige, 1988). Invece i fabbisogni di gestazione, determinati dalla crescita del feto e dai liquidi ed involgini fetali, variano da 1 a circa 3 UFL/giorno negli ultimi 3 mesi di gestazione (Jarrige, 1988). Complessivamente quindi, i fabbisogni nella prima parte della lattazione tendono ad essere superiori rispetto a quelli della parte finale della gestazione, ad eccezione forse dell'ultimo mese di gravidanza. Se il razionamento, adeguato alle necessità della parte centrale della gestazione, non viene adattato alle mutate condizioni fisiologiche le bovine possono trovarsi in condizioni di deficit energetico già nell'ultimissima fase di gravidanza ed ancor più ad inizio lattazione. In queste condizioni esse attingono alle proprie riserve corporee mobilizzando gli accumuli di grasso che vengono utilizzati per la produzione di energia disponibile sotto forma di glucosio e, conseguentemente, la loro condizione corporea ne risente ed il BCS tende ad abbassarsi.

Variabile	Pre-parto	Post-parto
BCS	3.25 ^a	3.01 ^b
Peso stimato	621.6 ^a	591.9 ^b
Altezza al garrese	131.4	130.8
Larghezza groppa	55.6 ^a	53.4 ^b
Muscolosità coscia	4.82 ^a	4.44 ^b

^{a,b} = P<0.05

Tabella 2. Confronto tra medie delle valutazioni e misure prima e dopo il parto

Come atteso, si riscontra una differenza significativa nel peso stimato tra le bovine valutate prima e quelle valutate dopo il parto. La differenza ammonta a circa 30 kg, inferiore quindi al peso di nascita dei vitelli; tuttavia deve essere considerato che le bovine sono state valutate a partire dal 7° mese di gravidanza sino al parto, mediamente 43 giorni prima del parto. Considerando che il ritmo di crescita del feto è massimo a fine gestazione (oltre 0.5 kg/g), si arriva quindi a differenze più ampie al momento del parto.

La misura della larghezza groppa è significativamente superiore (+2 cm) nelle bovine valutate prima del parto, indicando che questa misura risente della condizione di avanzato stato di gravidanza e non è invece una mera stima dello sviluppo muscolare del treno posteriore. Infine emerge una maggiore muscolosità della coscia nelle bovine valutate prima del parto; questa dovrebbe essere una misura della convessità muscolare a livello della coscia, scarsamente legata allo stato fisiologico della bovina salvo i casi estremi di animali estremamente magri. Probabilmente la maggiore dimensione complessiva dell'animale in prossimità del parto e la condizione corporea superiore influenzano in senso positivo la percezione della conformazione da parte del valutatore. In ogni caso la differenza tra i due gruppi risulta relativamente modesta, 0.48 punti pari a 0.3 unità di deviazione standard, rispetto ad esempio alla differenza di 0.7 unità di deviazione standard osservata per il BCS.

Allevatore	BCS medio	BCS pre-parto	BCS post-parto	Peso stimato	Altezza garrese	Larghezza groppa	Muscolosità coscia
Pautasso	2.86	3.03	2.74				
Salusso	2.87	2.94	2.83				
Maritano	2.90	2.99	2.81				
Galfione	2.93	3.07	2.81	557	128	54.5	5.19
Salvai	2.94	2.98	2.90				
Fasano M	2.97	3.03	2.93				
Votta	3.01	3.13	2.92	613	134	54.9	4.74
Serasio	3.02	3.15	2.92	583	133	52.6	3.92
Pennazio	3.03	3.15	2.93	587	130	52.6	4.50
Fasano L	3.05	3.15	2.93				
Rolle	3.06	3.11	3.02	629	131	53.1	4.64
Grosso	3.10	3.15	3.06	617	132	55.5	4.62
Cuminatto	3.11	3.29	2.99	608	131	52.7	4.49
Bessone	3.11	3.19	3.06				
Garesio	3.12	3.23	3.01	567	129	53.4	4.29
Scaglia	3.13	3.23	3.04	587	129	56.4	4.62
Sandrone	3.13	3.26	3.06				
Girasole	3.15	3.35	3.04				
Caffer	3.17	3.29	3.11	620	132	55.4	5.08
Tosco	3.18	3.34	3.06	634	132	54.6	4.63
Bruno D	3.18	3.31	3.03				
Ferrero	3.19	3.31	3.11				
Zanon	3.20	3.28	3.13	629	133	53.5	4.77
Bruno A	3.20	3.40	3.05				
Beltramino	3.21	3.35	3.09	655	135	56.4	3.97
Bertinetti	3.24	3.43	3.02	624	132	55.1	4.76
Galosso	3.40	3.62	3.19	607	131	56.2	5.05
Gennero	3.45	3.49	3.42				

Tabella 3. Statistiche medie per azienda

Le aziende considerate nella ricerca differiscono per livello medio di condizione corporea delle bovine, in conseguenza delle diverse modalità di gestione e alimentazione adottate (Tabella 3).

Le differenze in termini di BCS tra le aziende arrivano a 0.6 punti pari a 1.6 unità di deviazione standard. Le graduatorie delle aziende in funzione della condizione corporea differiscono a seconda che si consideri il BCS prima del parto o quello rilevato dopo il parto. Questo riflette la diversa gestione alimentare delle bovine praticata dagli allevamenti: in alcuni casi le bovine sono suddivise in gruppi in funzione dello stato fisiologico in cui si trovano e la razione viene adeguata, in altri le modifiche alle razioni sono molto limitate e spesso le vacche sono gestite tutte nello stesso modo.

Relazione tra BCS, muscolosità ed altri rilievi somatici sulle bovine

L'obiettivo di questa analisi è verificare la relazione esistente tra la valutazione del BCS e gli altri rilievi effettuati, in particolare la muscolosità.

Le analisi sono state effettuate sulle 626 bovine per le quali, oltre al BCS, erano disponibili anche le altre misure o valutazioni.

E' stata effettuata un'analisi della correlazione esistente tra le variabili, dopo averle aggiustate per alcuni fattori significativi attraverso un'analisi della varianza. I fattori di correzione inclusi nel modello usato per l'analisi della varianza sono riportati nella Tabella 4, le correlazioni tra variabili aggiustate nella Tabella 5.

	Allevamento*data visita	Momento della valutazione	Ordine di parto
BCS	si	si	no
Peso stimato	si	si	si
Altezza al garrese	si	no	si
Larghezza groppa	si	si	si
Muscolosità coscia	si	si	si

Tabella 4. Fattori di correzione inclusi nel modello

Variabile	Peso stimato	Altezza al garrese	Larghezza groppa	Muscolosità coscia
BCS	0.440	0.088	0.388	0.282
Peso stimato		0.603	0.598	0.287
Altezza al garrese			0.359	-0.104
Larghezza groppa				0.283

Tabella 5. Correlazioni tra i rilievi effettuati sulle bovine

Il BCS presenta una correlazione moderatamente positiva con il peso stimato: al crescere della condizione corporea si registra anche un aumento del peso vivo delle bovine, come logico attendersi. Tuttavia, l'entità della correlazione indica che non necessariamente le bovine più pesanti hanno sempre una condizione corporea superiore a quella di bovine più leggere; esiste infatti della variabilità tra le bovine nelle misure somatiche e nel peso che prescinde dal loro stato di ingrassamento.

La relazione tra BCS ed altezza è inconsistente, mentre quella con la larghezza della groppa è simile a quella con il peso, ma più attenuata. La larghezza della groppa è anch'esso un parametro dimensionale determinato dalla struttura scheletrica dell'animale, con una certa variazione indotta dallo sviluppo muscolare, dallo stato di ingrassamento e, come evidenziato in precedenza, anche dalla gravidanza. Il suo legame con il BCS è pertanto biologicamente plausibile ma modesto.

La correlazione tra BCS e muscolosità è piuttosto bassa, inferiore a 0.3: la condizione corporea stimata mostra di dipendere in misura limitata dallo sviluppo muscolare della bovine, pertanto la stima del BCS e la valutazione lineare della coscia non si sovrappongono. Questo evidenzia come la metodica messa a punto per il rilievo del BCS sia in grado di cogliere differenze tra le bovine effettivamente dovute all'entità dei depositi adiposi e ne rende possibile lo studio di associazione con la fertilità e le difficoltà di parto.

Il peso stimato mostra un'associazione piuttosto importante con l'altezza al garrese e con la larghezza della groppa, mentre il suo legame con la muscolosità della coscia è abbastanza basso; quest'ultima in effetti riflette la convessità dei muscoli della coscia ed è quindi un parametro che esprime lo sviluppo relativo del muscolo rispetto alla massa dell'animale più che quello assoluto.

Infine la correlazione modesta tra muscolosità coscia e larghezza groppa rinforza l'idea che lo sviluppo della groppa sia principalmente dipendente dalla struttura scheletrica e che quindi mal si presti, per lo meno nelle bovine, a fornire una misura della conformazione da carne.

Relazione tra BCS e facilità di parto

Per lo studio di questa relazione sono state considerate le valutazioni BCS effettuate a fine gestazione e l'esito del parto successivo. In analogia con quanto riportato in bibliografia, le analisi preliminari hanno suggerito di considerare una distanza massima tra valutazione BCS e parto di 60 giorni. Nell'analisi sono state quindi considerati i parti successivi alla valutazione BCS con note parto complete (data, numero d'ordine, codice di difficoltà, sesso del vitello), toro padre del vitello noto e con indice genetico per la facilità di nascita, relativi a bovine per le quali era disponibile

l'indice genetico composto per la facilità di parto. Nel caso di bovine valutate 2 volte prima del parto si è tenuta la valutazione più vicina al parto. E' stata inoltre richiesto di avere un minimo di 5 bovine contemporanee al parto entro allevamento, anno e stagione di parto. La stagione di parto è stata definita con 2 livelli (Novembre-Aprile e Maggio-Ottobre).

Le bovine sono state raggruppate in 5 classi in base all'ordine di parto (1°, 2°, 3°, 4°, >4°). I codici utilizzati per classificare le difficoltà di parto sono quelli suggeriti dalla ICAR: 1- parto non assistito, 2- parto facile, 3- parto difficile, 4- taglio cesareo, 5- embriotomia.

Gli indici genetici di facilità di nascita dei tori padri dei vitelli, che esprimono il contributo genetico paterno alla dimensione del vitello e quindi all'esito del parto, sono stati raggruppati per formare 5 classi (indice genetico <91, 91-100, 101-110, 111-120, >120). Analogamente, gli indici genetici composti per la facilità di parto delle bovine, che esprimono sia il contributo genetico materno alla dimensione del vitello che l'attitudine materna al parto della bovina, sono stati aggregati in 4 classi (indice genetico <96, 96-100, 101-105, >105).

Il data set finale utilizzato per l'analisi conteneva 921 osservazioni ripartite in 81 classi di allevamento*anno*stagione di parto.

In rapporto alla distribuzione di frequenza dei BCS si è provveduto ad accorpare le classi estreme in cui il numero di osservazioni era troppo esiguo (BCS <2.50 o BCS >4.00), ottenendo complessivamente 7 classi di BCS (media 3.24, deviazione standard 0.35) con la distribuzione riportata nel Grafico 2 .

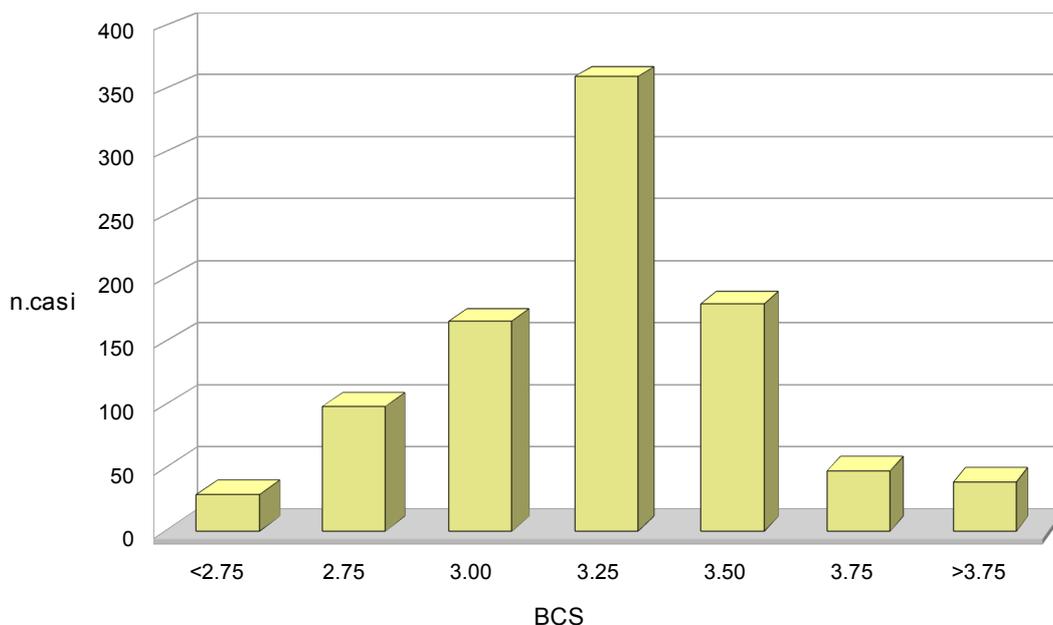


Grafico 2. Distribuzione codici BCS nelle valutazioni prima del parto

I dati sono stati analizzati con il seguente modello lineare

$$\text{Codice parto} = \text{HYS} + \text{OP} + \text{Sex} + \text{OP} * \text{sex} + \text{IV} + \text{IT} + \text{BCS} + \text{errore}$$

in cui la variabile codice parto è il codice di difficoltà del parto (variabile da 1 a 5), HYS è l'effetto dell'allevamento*anno*stagione di parto, OP è l'effetto dell'ordine di parto della bovina, Sex è l'effetto del sesso del vitello, OP*Sex è l'effetto dell'interazione tra ordine di parto e sesso del vitello, IV è l'effetto del valore genetico della bovina per il parto, IT è l'effetto del valore genetico del toro per la facilità di nascita e BCS è l'effetto del codice BCS.

Gli effetti inseriti nel modello sono tutti altamente significativi ($P < 0.01$) ad eccezione del BCS che sfiora il livello di significatività. In termini di variabilità spiegata gli effetti più importanti sono quelli dell'allevamento*anno*stagione di parto e del sesso del vitello.

L'effetto del sesso del vitello e dell'ordine di parto sono riportati nel Grafico 3. I vitelli maschi nascono con difficoltà superiore rispetto alle femmine a causa del maggiore peso e conformazione. La differenza è maggiore nel caso di bovine giovani, mentre tende a ridursi all'aumentare del grado di maturità e dello sviluppo somatico della bovina.

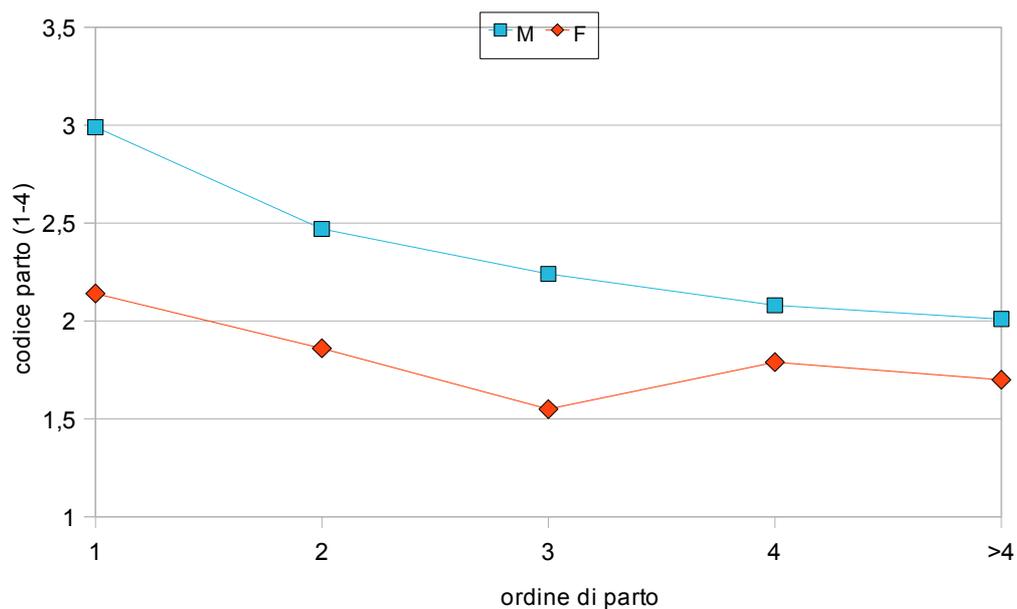


Grafico 3. Effetto dell'ordine di parto e del sesso del vitello sulle difficoltà di parto

Le bovine con indici genetici composti per il parto negativi (<100) hanno parti significativamente più difficili rispetto a quelle con indici superiori a 100 (Grafico 4). Similmente, si riscontra un effetto favorevole nell'esito dei parti al crescere del valore genetico per la facilità di nascita dei tori utilizzati (Grafico 5).

L'effetto dell'indice genetico della bovina spiega una quota variabilità del parto superiore rispetto a quello del toro. Infatti la bovina contribuisce all'esito del parto attraverso la propria capacità di parto (dimensione dell'area pelvica, preparazione al parto) e influenzando per il 50% sulla dimensione del vitello. Viceversa l'influenza del toro è limitata al suo contributo sulla dimensione del vitello, anch'esso pari al 50%.

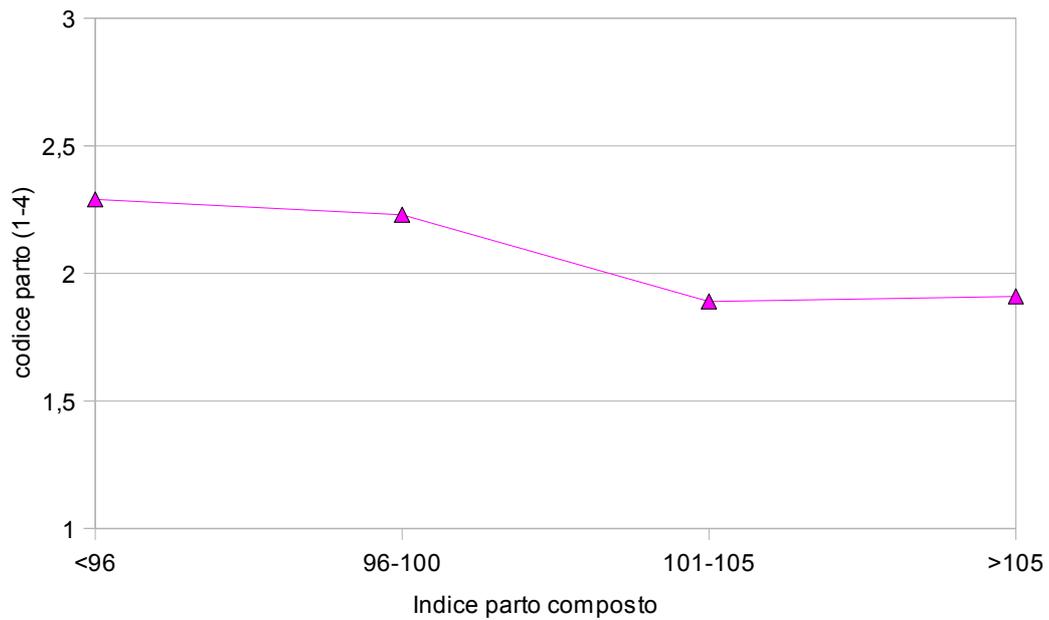


Grafico 4. Effetto del valore genetico della bovina per il parto sulle difficoltà di parto

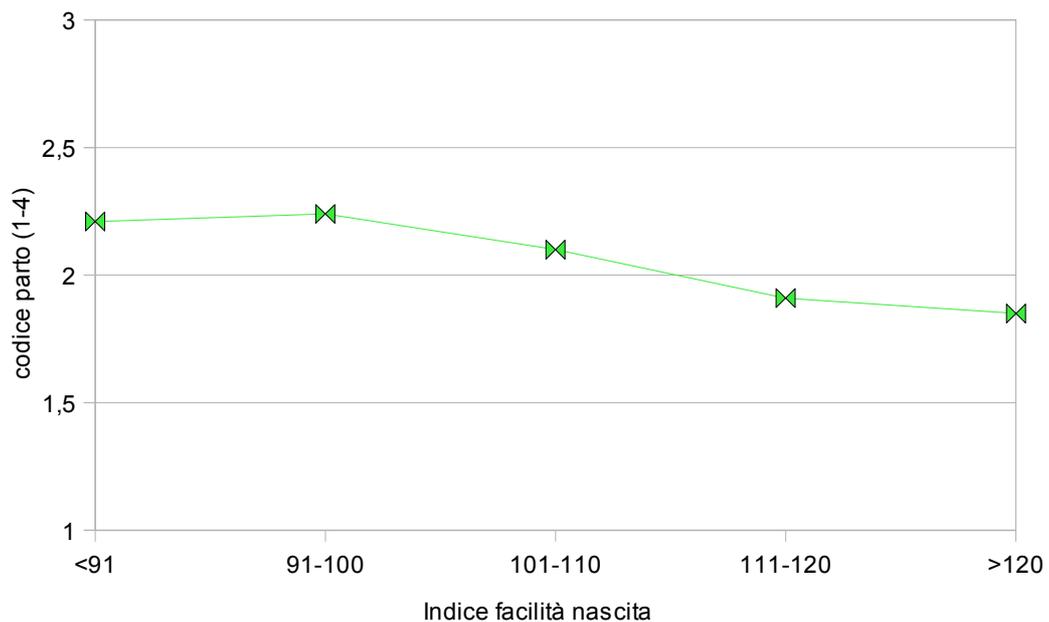


Grafico 5. Effetto del valore genetico del toro per la facilità di nascita sulle difficoltà di parto

L'effetto del BCS, pur non risultando significativo, mostra una certa tendenza: al crescere del BCS vi è un aumento delle difficoltà di parto (Tabella 6). In particolare, le bovine che si presentano in condizione corporea decisamente elevata al momento del parto (BCS >3.50, ossia con consistenti depositi adiposi) hanno una maggiore probabilità di incorrere in un parto difficile o un taglio

cesareo. Il codice di parto medio delle bovine con BCS pari a 3.75 e 4.00 o più, aumenta rispettivamente del 7 e del 20% rispetto a quello delle bovine con condizione corporea inferiore. Data la particolare scala adottata per classificare la difficoltà di parto, lineare da 1 a 5, risulta difficile quantificare questo aumento in termini di percentuale di parti difficili o tagli cesarei. Tuttavia è possibile calcolare una stima approssimata basandosi su una distribuzione normale: per le bovine con BCS valutato 3.75 l'incidenza dei parti difficili sarebbe del 10.5% rispetto al 8.9% di quelle con BCS inferiore (+18%), mentre i tagli cesarei passerebbero dal 4% al 6% (+50%). Le bovine con BCS 4.00 o più avrebbero 11% di parti difficili e 9.6% di tagli cesarei, con un aumento consistente rispetto alle bovine più magre.

Codice BCS	Media stimata codice parto	Errore standard
<2.75	1.934	0.155
2.75	1.937	0.086
3.00	2.036	0.069
3.25	2.052	0.046
3.50	1.987	0.064
3.75	2.147	0.121
>3.75	2.414	0.136

Tabella 6. Effetto del BCS sulle difficoltà di parto

La non significatività statistica riscontrata per l'effetto del BCS sulle difficoltà di parto è con ogni probabilità da imputarsi alla numerosità relativamente modesta del campione analizzato, particolarmente per le classi di BCS estreme, come evidenziato dagli elevati errori standard delle medie stimate. A riprova di ciò, raggruppando le classi di BCS in modo da formare tre gruppi, bovine magre (BCS <3.00), in condizione (BCS tra 3.00 e 3.50) e grasse (BCS>3.50) e ripetendo l'analisi con lo stesso modello si ottiene un effetto significativo anche per il BCS (P=0.02). Anche in questo caso si riscontrano più problemi di parto al crescere della condizione corporea, con le bovine grasse che si scostano significativamente dalle altre (Tabella 7).

Codice BCS	Media stimata codice parto	Errore standard
Magre (<3.00)	1.936 ^a	0.079

In condizione (3.00-3.50)	2.033 ^a	0.037
Grasse (>3.50)	2.271 ^b	0.097

^{a, b}=P<0.05

Tabella 7. Effetto del BCS con accorpamento dei codici sulle difficoltà di parto

Complessivamente, il legame che emerge tra condizione corporea delle bovine ed esito dello stesso, suggerisce la necessità di avere bovine non eccessivamente grasse al momento del parto, cioè con BCS massimo 3.50, pena un aumento consistente delle difficoltà di parto.

Relazione tra BCS e fertilità

Per studiare questa relazione sono state utilizzate le valutazioni BCS effettuate nei 60 giorni antecedenti il parto oppure nei 60 giorni successivi al parto stesso. Le elaborazioni sono state effettuate separatamente per le valutazioni pre o post parto. I caratteri di fertilità investigati sono stati l'intervallo parto-prima inseminazione e l'intervallo parto-concepimento.

In entrambe le analisi (BCS rilevati prima o dopo il parto) sono state incluse le bovine con un'inseminazione dopo il parto, note parto complete (data, numero d'ordine, codice di difficoltà, sesso del vitello), presenti in aziende con almeno 5 contemporanee al parto nello stesso anno e stagione. La stagione di parto è stata definita come nell'elaborazione precedente e, analogamente, in caso di bovine valutate più volte per la condizione corporea si è considerata la valutazione più vicina al parto.

L'intervallo parto-prima inseminazione è stato calcolato come distanza tra la data della prima inseminazione dopo il parto e la data del parto.

L'intervallo parto-concepimento è stato calcolato come distanza tra la data dell'ultima inseminazione disponibile e la data del parto antecedente, facendo riferimento alla presenza di una diagnosi di gravidanza con esito positivo oppure di un parto successivo; in mancanza dell'accertamento della gravidanza tramite diagnosi o parto successivo, sono state assunte come gravide le bovine inseminate per le quali erano trascorsi oltre 180 giorni dal parto precedente senza ulteriori inseminazioni.

BCS pre-parto

Per questa analisi erano disponibili osservazioni relative a 809 bovine per quanto riguarda l'intervallo parto-prima inseminazione e 611 bovine per l'intervallo parto-concepimento.

Le classi estreme di BCS sono state accorpate in modo analogo a quello adottato nell'analisi delle relazioni tra BCS e difficoltà di parto, dando origine a 7 classi di BCS comprese tra 2.50 e 4.00.

Il modello finale adottato per le analisi includeva gli effetti dell'allevamento*anno*stagione di parto, dell'esito del parto precedente (2 classi: facile e difficile/taglio cesareo) e del BCS.

Non è stata riscontrata alcuna relazione tra BCS e fertilità delle bovine né in termini di intervallo parto-prima inseminazione né in termini di intervallo parto-concepimento. Seppure le numerosità delle osservazioni disponibili per questa analisi non siano molto elevate, l'assenza di un qualsiasi tipo di andamento tra il cambiamento della condizione corporea ed i caratteri di fertilità studiati e la bassa quota di variabilità della fertilità spiegata dal BCS lasciano presupporre che i risultati ottenuti non siano dipendenti dalla dimensione del campione studiato, ma riflettano una reale indipendenza tra questi parametri.

La condizione corporea nel periodo antecedente il parto influenza pertanto l'esito dello stesso, mentre non ha alcun valore predittivo circa la fertilità post-parto delle bovine. Conseguentemente, il BCS rilevato prima del parto non si presta ad essere utilizzato come elemento di valutazione della gestione alimentare delle bovine al fine di ottimizzarne l'efficienza riproduttiva.

BCS post-parto

Il data set utilizzato per questa analisi comprendeva 729 osservazioni per l'intervallo parto-prima inseminazione e 588 osservazioni per quello parto-concepimento.

La distribuzione delle osservazioni per classe di BCS, dopo l'accorpamento delle classi estreme e riportata nel Grafico 6. Rispetto alle valutazioni prima del parto si evidenzia un generale abbassamento del BCS medio con un maggior numero di osservazioni nelle classi basse. Le bovine decisamente grasse dopo il parto (BCS 3.75 e oltre) sono estremamente rare.

Il modello finale utilizzato, identico sia per l'analisi dell'intervallo parto-prima inseminazione che per quello parto-concepimento, era

$$\text{Intervallo} = \text{HYS} + \text{PAR} + \text{BCS} + \text{errore}$$

in cui Intervallo è l'intervallo parto-prima inseminazione o l'intervallo parto-concepimento, HYS è l'effetto dell'allevamento*anno*stagione di parto, PAR è l'effetto dell'esito del parto (facile oppure difficile/taglio) e BCS è l'effetto del codice BCS. L'effetto dell'ordine di parto della bovina non è stato incluso in quanto non significativo.

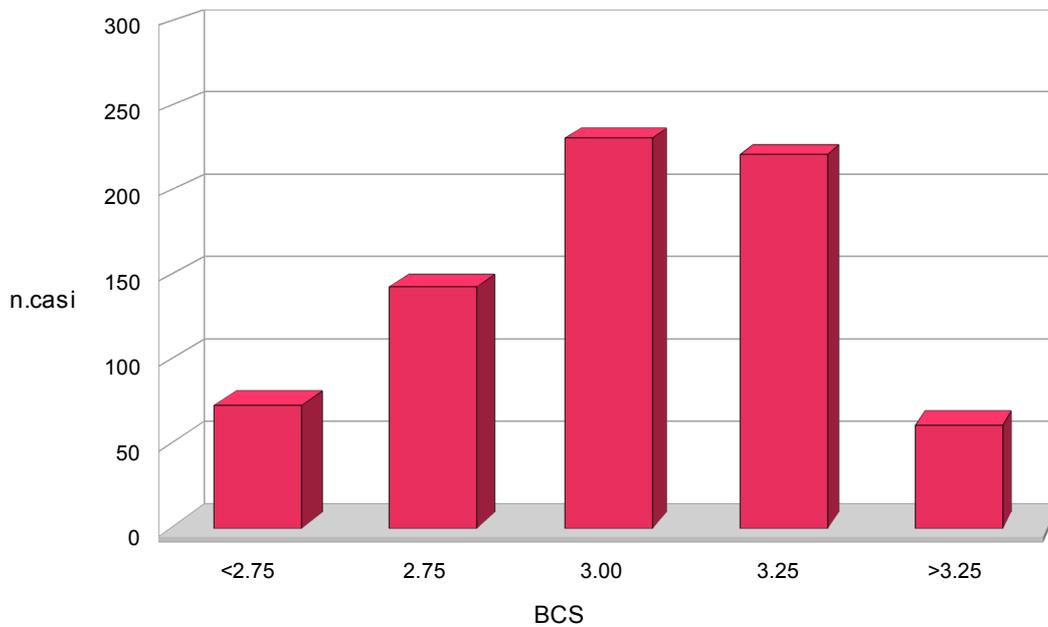


Grafico 6. Distribuzione codici BCS nelle valutazioni dopo il parto

Intervallo parto-prima inseminazione

Tutti gli effetti inclusi sono altamente significativi ($P < 0.01$). L'intervallo medio parto-prima inseminazione nelle bovine studiate è pari a 68.8 giorni. A seguito di un parto difficile o di un taglio cesareo si riscontra un allungamento dell'intervallo di circa 12 giorni dovuto al maggior tempo necessario per il ripristino delle normali condizioni di funzionalità a livello uterino (Grafico 7).

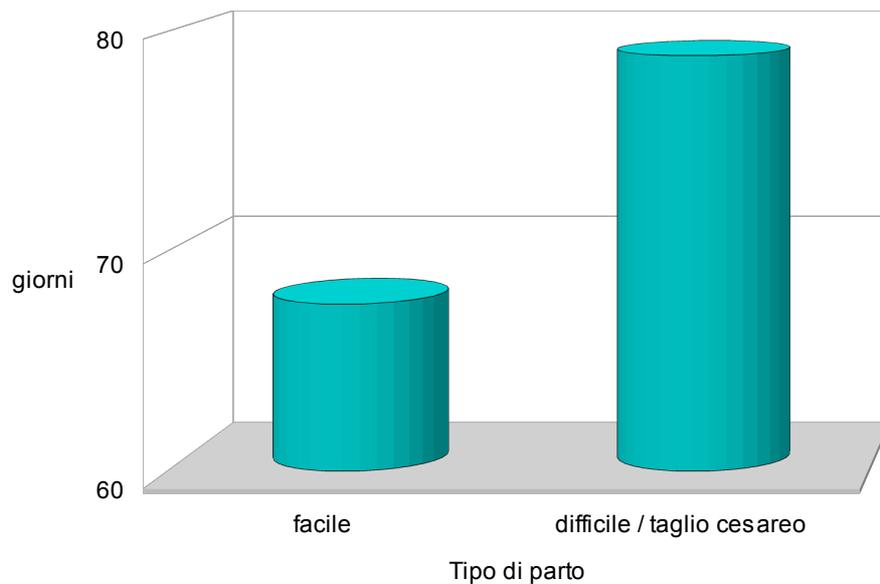


Grafico 7. Effetto dell'esito del parto precedente sull'intervallo parto-prima inseminazione

La condizione corporea delle bovine dopo il parto condiziona la ripresa dell'attività riproduttiva (Tabella 8). Le bovine con BCS inferiore a 2.75 presentano un anaestros post-parto di circa 13 giorni superiore rispetto a quelle con BCS compreso tra 2.75 e 3.25 e di oltre 23 giorni rispetto a quelle con BCS maggiore di 3.25. Le bovine con condizione corporea elevata (BCS>3.25) presentano un intervallo medio tra il parto e la prima inseminazione inferiore di 10 giorni rispetto a quelle in condizione moderata (2.75-3.25). La differenza tra le bovine in condizione corporea elevata e quelle in condizione moderata non è statisticamente significativa a causa dell'elevato errore standard dovuto alla bassa numerosità delle prime, ma mostra comunque una chiara indicazione.

Codice BCS	Intervallo parto-prima inseminazione	Errore standard
<2.75	86.3 ^a	4.2
2.75	73.2 ^b	3.2
3.00	72.7 ^b	2.6
3.25	70.8 ^b	2.6
>3.25	63.4 ^b	4.9

^{a, b}=P<0.05

Tabella 8. Effetto del BCS sull'intervallo parto-prima inseminazione

La scarsa condizione corporea dopo il parto deriva con ogni probabilità da un insufficiente apporto energetico della razione a fronte di fabbisogni che, come precedentemente ricordato, tendono ad aumentare con l'inizio della lattazione. In queste condizioni le bovine attingono alle proprie riserve corporee mobilizzando i depositi adiposi che fungono da precursori per la gluconeogenesi. Questi processi metabolici, oppure la mancanza stessa di depositi adiposi cui attingere nel caso delle bovine più magre al momento del parto, possono determinare un rallentamento nella ripresa dell'attività ovarica e, conseguentemente, un allungamento dell'intervallo parto-prima inseminazione.

La condizione corporea elevata è probabilmente il risultato di un apporto energetico calibrato rispetto ai processi fisiologici che la bovina deve affrontare a seguito del parto. In questo caso la bovina non dovendo utilizzare le riserve corporee per far fronte ai propri fabbisogni, dimostra una più rapida ripresa dell'attività riproduttiva dopo il parto.

Intervallo parto-concepimento

Il valore medio dell'intervallo parto-concepimento nel campione analizzato è di 99.8 giorni. Viene confermata la relazione esistente tra problemi di parto e successiva fertilità delle bovine (Grafico 8). La differenza tra parti facili e distocie, che era di 12 giorni in termini di intervallo parto-prima fecondazione, sale ad oltre 18 giorni quando si considera il periodo necessario per l'instaurazione di una nuova gravidanza.

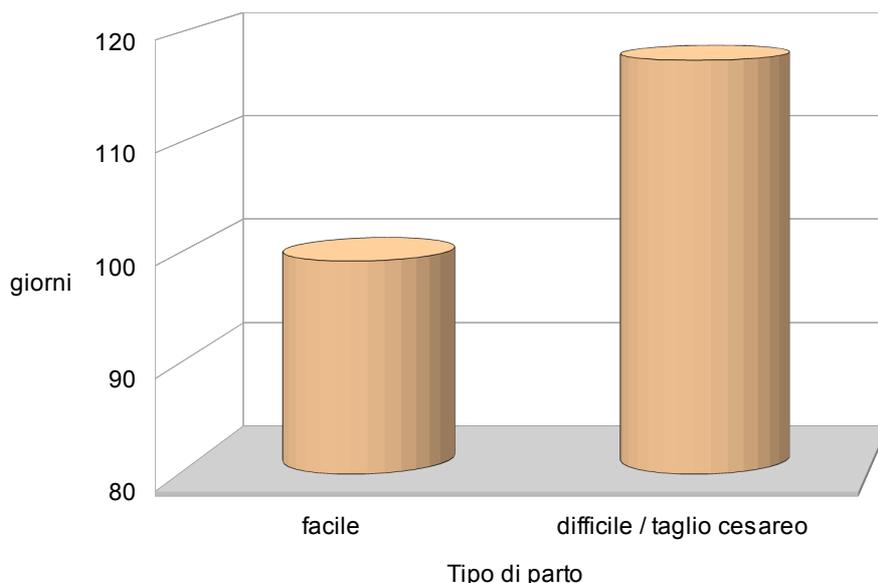


Grafico 8. Effetto dell'esito del parto precedente sull'intervallo parto-concepimento

L'effetto del BCS non raggiunge invece la significatività. Tuttavia le differenze tra medie stimate per codice di BCS sono decisamente elevate e mostrano un andamento (Tabella 9).

Le bovine in scarsa condizione corporea impiegano oltre 20 giorni in più di quelle in condizione per instaurare una nuova gravidanza, perdendo in pratica un calore. Le differenze si accentuano rispetto a quanto riscontrato per l'intervallo parto-prima inseminazione. Non si tratta quindi solamente di un ritardo nella ripresa dell'attività ovarica delle bovine eccessivamente magre, ma a questo si aggiunge anche una minore probabilità di successo delle inseminazioni praticate che determina una dilatazione dei tempi necessari per ottenere una nuova gravidanza.

Si riducono invece le differenze tra le bovine in condizione corporea elevata ($BCS > 3.25$) e quelle in condizione moderata (2.75-3.25).

Ancora una volta gli errori standard delle medie stimate elevati riflettono le basse numerosità

per le classi estreme e lasciano pensare che la disponibilità di una maggiore mole di dati potrebbe dare un conforto statistico alle tendenze che comunque si osservano.

Codice BCS	Intervallo parto-concepimento	Errore standard
<2.75	125.9	8.3
2.75	103.4	6.4
3.00	106.7	5.2
3.25	104.1	5.2
>3.25	101.9	10.0

Tabella 9. Effetto del BCS sull'intervallo parto-concepimento

Vi è inoltre un effetto dovuto allo sfasamento temporale nell'arrivo delle informazioni che probabilmente contribuisce ad attenuare le differenze osservate: le bovine con la fertilità peggiore non risultavano ancora gravide al momento dell'analisi dei dati e pertanto non è stato possibile includerle nelle elaborazioni. La progressiva disponibilità nel tempo delle informazioni relative a queste bovine porterà probabilmente ad un consolidamento dei risultati ottenuti anche da un punto di vista statistico.

Un'ulteriore conferma della validità delle considerazioni appena espresse deriva dalle analisi in cui le bovine sono state raggruppate in 3 classi in funzione della condizione corporea: magre (BCS<2.75), in condizione moderata (BCS tra 2.75 e 3.25), in condizione elevata (BCS>3.25). L'effetto del BCS sulla fertilità è statisticamente significativo ed i risultati, riportati nelle Tabelle 10 e 11 rispettivamente per l'intervallo parto-prima inseminazione e l'intervallo parto-concepimento, supportano le precedenti conclusioni.

Codice BCS	Intervallo parto- prima inseminazione	Errore standard
Magre (<2.75)	86.2 ^a	4.19
In condizione moderata (2.75-3.25)	72.1 ^b	1.83
In condizione elevata (>3.25)	63.5 ^b	4.89

^{a, b}=P<0.05

Tabella 10. Effetto del BCS con accorpamento dei codici sull'intervallo parto-prima inseminazione

Codice BCS	Intervallo parto- concepimento	Errore standard
Magre (<2.75)	126.0 ^a	8.32
In condizione moderata (2.75-3.25)	104.9 ^b	3.72
In condizione elevata (>3.25)	101.8 ^b	9.94

^{a, b}=P<0.05

Tabella 11. Effetto del BCS con accorpamento dei codici sull'intervallo parto-concepimento

La stima della condizione corporea attraverso il BCS, effettuata dopo il parto, è quindi un elemento per valutare la corretta gestione delle bovine in relazione alla fertilità.

Conclusioni

Metodologia per la valutazione del BCS

Il metodo per il rilievo della condizione corporea messo a punto specificatamente per la Piemontese si è dimostrato oggettivo, con descrizioni semplici ed accurate dei tratti che sono considerati nella valutazione. Le differenze esistenti tra gli animali sono state colte, come evidenziato dalla buona variabilità e dalla distribuzione dei codici BCS.

Il metodo si è dimostrato efficace nel valutare lo stato di ingrassamento delle bovine in modo sostanzialmente indipendente dalla conformazione da carne. E' quindi possibile, anche per razze con sviluppo muscolare elevato e scarsa tendenza alla deposizione di grasso sottocutaneo, individuare differenze di condizione corporea tra le bovine.

Il legame più forte mostrato dal BCS con gli altri rilievi somatici effettuati è, come atteso, quello con il peso stimato. L'entità moderata di questa relazione indica che la condizione corporea è comunque poco dipendente dalla taglia degli animali.

Complessivamente, l'acquisizione del BCS con la metodica proposta può costituire un nuovo rilievo da effettuarsi nell'ambito del controllo funzionale nella Piemontese, in grado di fornire un'informazione attualmente non disponibile.

Verso un modello di gestione

I risultati ottenuti indicano che vi è una chiara relazione tra la condizione corporea delle bovine in prossimità del parto e la loro efficienza riproduttiva. Emerge la valenza del rilievo del BCS come strumento oggettivo per valutare lo stato di ingrassamento e di conseguenza individuare la gestione ottimale delle bovine.

E' pertanto possibile ipotizzare un corretto modello di gestione alimentare delle bovine che sia in grado di modularne la condizione corporea in modo tale da ottenere una risposta favorevole a livello riproduttivo.

Sulla base di quanto acquisito, le bovine negli ultimi 2 mesi di gestazione dovrebbero presentare una condizione moderata, con BCS massimo di 3.00-3.25, non predisponente ad un aumento delle difficoltà di parto. Dopo il parto, l'aumento dei fabbisogni energetici dovrebbe essere accompagnato da un adeguamento della razione in modo tale da favorire l'acquisizione di una condizione corporea più elevata con BCS maggiore di 3.25. Questa condizione favorisce infatti una più celere ripresa dell'attività ovarica dopo il parto. A gravidanza instaurata è invece possibile ridurre gradatamente l'apporto energetico per portare le bovine ad avere nuovamente un BCS 3.00-3.25 a fine gestazione. Una condizione corporea inferiore al momento del parto potrebbe in linea teorica condizionarne in modo favorevole l'esito attraverso il contenimento dell'accrescimento fetale, sebbene questo non sia stato dimostrato dai risultati ottenuti. Non sembra in ogni caso opportuno scendere sotto ad un BCS 3.00 prima del parto, per non avere problemi nel ristabilire una condizione corporea più elevata subito dopo il parto stesso.

Dal punto di vista della gestione alimentare il modello proposto richiederebbe interventi di supplementazione energetica limitati al periodo immediatamente successivo al parto, mantenendo invece una disponibilità energetica moderata durante il resto della gestazione. Sarebbe opportuna quindi una gestione della mandria in gruppi formati da bovine nelle medesime condizioni fisiologiche separando come minimo le vacche gravide dalle altre. Questo aspetto pare ad oggi poco considerato negli allevamenti Piemontesi, dove spesso la razione è comune per tutte le bovine a prescindere dal loro stato fisiologico.

Aspetti da approfondire

Questo studio ha posto le basi per la definizione del metodo di rilievo del BCS nella Piemontese. Ha inoltre fornito consistenti indicazioni circa l'esistenza di una relazione fenotipica tra condizione corporea delle bovine e loro efficienza riproduttiva. In questo senso l'applicazione sistematica del rilievo del BCS può fornire utili indicazioni per valutare e migliorare la tecnica di gestione delle bovine. Restano da approfondire le relazioni tra la dinamica di variazione della

condizione corporea ed i caratteri riproduttivi che questo lavoro, a causa della modesta quantità di bovine con valutazione prima e dopo il parto, non ha potuto affrontare.

Un'ulteriore elemento di interesse è lo studio dei parametri genetici del BCS ed in particolare della sua relazione genetica con i caratteri di fertilità; anche questo aspetto non è stato affrontato in questo lavoro a causa della bassa numerosità dei dati disponibili e della loro struttura. Nei bovini da latte è stata stimata una correlazione genetica biologicamente favorevole tra BCS ed interparto (Dal Zotto et al., 2007; Pryce et al., 2001): le bovine con BCS più elevato tendono ad avere un periodo di interparto più corto. A differenza dell'interparto e degli altri caratteri di fertilità, tipicamente poco ereditabili, il BCS presenta invece valori di ereditabilità moderati (0.15-0.20) che ne rendono possibile l'utilizzo per scopi selettivi.

Rimane quindi da investigare anche nella Piemontese l'esistenza di tale relazione, che potrebbe consentire una selezione indiretta per la fertilità, carattere di notevole importanza economica in una razza da carne. Per far ciò sarà però necessario disporre di una base dati consistente che potrà essere acquisita solo con la collaborazione delle Associazioni Provinciali Allevatori, delegando il rilievo del BCS a controllori zootecnici appositamente formati.

Bibliografia

- Albera, A., P. Carnier, and A.F. Groen. 1999. Breeding for improved calving performance in Piemontese cattle – economic value. Proc. Int. Workshop on genetic improvement of functional traits in cattle. Interbull bullet. 23:93-97.
- Ciccioli, N.H., R.P. Wettemann, L.J. Spicer, C.A. Lents, F.J. White, and D.H. Keisler, 2003. Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. J. Anim. Sci.. 81:3107-3120.
- DeRouen, S.M., D.E. Franke, D.G. Morrison, W. E. Wyatt, D. F.Coombs, T. W. White, P. E. Humes, and B.B. Greene. 1994. Prepartum body condition and weight influences on reproductive performance of first-calf beef cows. J. Anim. Sci. 72:1119-1125.
- Dal Zotto R., M. De Marchi, C. Dalvit, M. Cassandro, L. Gallo, P. Carnier, and G. Bittante. 2007. heritabilities and genetic correlations of body condition score and calving interval with yield, somatic cell score, and linear type traits in Brown Swiss cattle. J. Dairy Sci. 90:5737-5743.
- Noakes, D.E., J.T. Parkinson and G.C.N England, 2001. Arthur's Veterinary Reproduction and

- Edmonson, A.J., I.J. Lean, L.D. Weaver, T. Farver, and G. Webster, 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:68–78.
- Hess, B.W., S.L. Lake, E.J. Scholljegerdes, T.R. Weston, V. Nayigihugu, J.D.C. Molle, and G.E. Moss. 2005. Nutritional controls of beef cow reproduction. *J. Anim. Sci.* 83 (E. suppl.):E90–E106.
- Houghton, P.L., R.P. Lemenager, L.A. Horstman, K.S. Hendrix, and G.E. Moss. 1990. Effects of body composition, pre- and postpartum energy level and early weaning on reproductive performance of beef cows and pre weaning calf gain. *J. Anim. Sci.* 68:1438–1446.
- Jarrige, R. 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA.
- Lake, S.L., E.J. Scholljegerdes, R.L. Atkinson, V. Nayigihugu, S.I. Paisley, D.C. Rule, G.E. Moss, T.J. Robinson, and B.W. Hess, 2005. Body condition score at parturition and postpartum supplemental fat effects on cow and calf performance. *J. Anim. Sci.* 83: 2908–2917.
- Pryce, J.E., P.M. Coffey, and G. Simm, 2001 The relationship between body condition score and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* 84:1508-1515.
- Richards, M.W., J.C. Spitzer, and M.B. Warner, 1986. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 62:300–306
- Wagner, J.J., K.S. Lusby, J.W. Oltjen, J. Rakestraw, R.P. Wettemann, and L.E. Walters, 1988. Carcass composition in mature Hereford cows: estimation and effect on daily metabolizable energy requirement during winter. *J. Anim. Sci.* 66:603–615.

Ringraziamenti

Si ringraziano il dott. Alessio Moretta dell'Associazione Provinciale Allevatori di Torino ed il sig. Simone Savoia per le attività da loro svolte nell'ambito della ricerca.