



UNIVERSITÀ DI PARMA

Dipartimento di Scienze Medico-Veterinarie

Corso di Laurea in Medicina Veterinaria

Indagine relativa alle caratteristiche del colostro, al profilo ematologico ed alle loro relazioni con i dati di performances di vitelli Charolaise

Study on colostrum characteristics, haematological profile and their relationships with performance data of Charolaise calves

Relatore:

Chiar.mo Prof.
Federico Righi

Laureando:
Riccardo Botti
N°matricola 294743

Anno Accademico 2022-2023

Sommario

Abstract	3
Introduzione	5
Allevamento del vitellone da carne.....	5
Linea vacca-vitello	5
Colostro e fase colostrale.....	6
Nutrienti	6
Immunoglobuline	8
Non nutrienti	9
Failure of passive transfer.....	10
Monitoraggio dello stato di salute del vitello	11
Calf scoring system.....	11
Profilo emocromocitometrico	12
Monitoraggio delle performances	15
Accrescimento	15
Contributo sperimentale	17
Materiali e metodi	17
Allevamento.....	17
Rilievi alla nascita.....	18
Analisi del sangue	19
Analisi del siero.....	20
Analisi del colostro	20
Rilievi allo svezzamento.....	20
Risultati e discussione	21
Conclusioni	30
Bibliografia.....	31
Sitografia	39

Abstract

In questo studio sono stati analizzati i dati relativi a 36 vitelli Charolaise. L'allevamento preso in considerazione adotta la linea vacca-vitello che prevede che quest'ultimo rimanga vicino alla vacca fino allo svezzamento. È stato prelevato il colostro della vacca prima della suzione e il sangue del vitello ad almeno 24 ore dalla nascita per eseguire l'esame emocromocitometrico completo e la quantificazione delle proteine sieriche mediante refrattometro ottico. Il colostro è stato analizzato tramite metodica NIRS. A 215 ± 4 giorni i vitelli sono stati pesati per determinare l'incremento ponderale giornaliero (IPG), sono stati esclusi 3 *outliers*, ed è stato messo in correlazione con i parametri ematici, colostrali e proteine sieriche totali per la ricerca di marker precoci di crescita futura del vitello. Quindi, sono stati calcolati medie, massimi, minimi, mediane e deviazione standard per i dati ematologici, colostrali e delle proteine sieriche. Sono stati ricercati eventuali variazioni delle qualità colostrali con il numero di parti, è tendenza statistica ($p \leq 0,1$) per IgG, Ig totali e proteine, con i valori maggiori raggiunti al terzo parto e decrescendo con il numero di parti. Sono state studiate le influenze del sesso sui parametri ematici rilevando una correlazione statisticamente significativa ($p \leq 0,05$) di MCV ed ematocrito, maggiore nelle femmine rispetto ai maschi. Si è messo in evidenza una correlazione tra le proteine sieriche totali del vitello e le immunoglobuline G ($r=0,423; p \leq 0,05$), immunoglobuline totali ($r=0,390; p \leq 0,05$) e proteine colostrali ($r=0,555; p \leq 0,01$), confermando l'importanza del colostro per la sopravvivenza del vitello. Infine, correlando i parametri ematici, le proteine sieriche totali e i parametri colostrali con l'IPG è stata evidenziata una correlazione statisticamente significativa con le immunoglobuline totali

($r=0,323;p\leq 0,05$). Si è scoperta anche una correlazione negativa tra proteine sieriche ed ematocrito ($r=-0,336;p\leq 0,05$) e tra proteine sieriche e piastrine ($r=-0,487;p\leq 0,01$). Si ipotizza dunque che il vitello che assume più colostro presenti un'emodiluizione del sangue e un aumento delle proteine sieriche.

Introduzione

Allevamento del vitellone da carne

In Italia nel 2023 la distribuzione dei capi bovini allevata è suddivisa in bovine da latte (51,17%), bovini da carne (40,28%) e misti (8,55%).

La linea vacca-vitello rappresenta solo il 18,45% del totale dei capi allevati e il 32,98% degli allevamenti, se rapportato ai soli bovini da carne la quota sale al 41,06% dei capi e al 45,05% degli allevamenti.

La regione Emilia-Romagna detiene l'8,07% dei capi nazionali e il 2,52% degli allevamenti, confermando la presenza di allevamenti di medie-grandi dimensioni del panorama del Nord Italia.

Di questi solo il 14,88% sono destinati alla produzione del bovino da carne e solo il 6,43% sono in linea vacca-vitello (Vetinfo, 2023).

La filiera del bovino da carne in Italia si divide soprattutto in allevamenti intensivi di vitelloni, ovvero ristalli, che provengono da animali da scarto degli allevamenti di bovine da latte oppure da vitelli nati all'estero, e in allevamenti estensivi in linea vacca-vitello. Il bilancio di autoapprovvigionamento della filiera da carne è il 42,5%, un dato tra i più bassi tra le filiere agricole. Gli allevamenti intensivi allevano soprattutto razze specializzate da carne come Charolaise, Limousine e Piemontese mentre gli allevamenti estensivi si caratterizzano per razze regionali-locali come Chianina, Marchigiana, Podolica, Maremmana e Romagnola (ISMEA, 2022).

Linea vacca-vitello

Negli allevamenti moderni di bovine da latte il vitello è separato dalla madre entro 24 ore. Al contrario la linea vacca-vitello prevede che il neonato rimanga con la vacca fino allo svezzamento, tutto il latte e il

colostro prodotto sono a disposizione esclusivamente del vitello (Kent, 2020).

Studi precedenti hanno concluso che il contatto vacca-vitello abbia effetti positivi su crescita e incremento ponderale giornaliero (IPG) oltre che a un'espressione completa del comportamento naturale, allo stesso tempo ha effetti negativi sulla salute del vitello nelle prime 7 settimane di vita (Johnsen, 2016, Wenkel et al., 2022).

La razza Charolaise è originaria della regione di Charolles, Francia, oggi è diffusa in tutto il mondo. È una razza per la produzione di carne grazie al grande sviluppo muscolare e allo scheletro fine e leggero. Presenta ottima qualità materne, non presenta problematiche all'allattamento con la produzione di latte destinata interamente al vitello per questo è adatta anche al pascolo. Il libro genealogico in Italia conta 722 allevamenti con 11033 vacche nell'anno 2020, con una prevalenza maggiore nelle regioni Sicilia e Lazio grazie al maggior adattamento alle caratteristiche territoriali (ANACLI).

Colostro e fase colostrale

Il colostro è il primo latte prodotto nei giorni successivi al parto ed è una ricca fonte di macro e micronutrienti, immunoglobuline, peptidi antimicrobici e fattori della crescita. Numerosissimi studi hanno evidenziato l'importanza della corretta somministrazione al vitello nei primi istanti di vita al fine di garantirne la salute e la sopravvivenza (Godded et al., 2019, Robinson et al., 1988).

Nutrienti

Il colostro è ricco in proteine (15%), lipidi (7%) carboidrati (2,5%), vitamine e minerali (Playford et Wieser, 2021).

Le proteine hanno una concentrazione maggiore nel colostro rispetto al latte dovuto agli alti livelli di immunoglobuline. Sono divise in proteine sieriche solubili e in caseine insolubili.

Le caseine svolgono il ruolo di aiutare l'assorbimento degli altri composti proteici fungendo da substrato competitivo con gli enzimi pancreatici (Playford et al., 1993).

Le proteine sieriche presenti sono immunoglobuline, beta-lattoglobuline, alfa-lattoalbumine, fattori di crescita, lattoferrina e lattoperossidasi, che hanno il compito di fornire un alto livello di aminoacidi essenziali oltre ad avere una funzione antimicrobica (Playford et Weiser, 2021).

I carboidrati principali sono lattosio, oligosaccaridi, glicolipidi, glicoproteine e zuccheri semplici. Il lattosio che è presente nel 2,5% (Kehoe et al., 2007), percentuale inferiore rispetto al latte, apporta glucosio e galattosio al fegato al fine di produrre glicogeno (Coelho et al., 2005).

I lipidi nel colostro sono costituiti da acidi grassi polinsaturi omega-3, omega-6, acido linoleico, acidi grassi a corta catena, gangliosidi e fosfolipidi. Gli acidi grassi oltre a fornire un apporto energetico, permettono lo sviluppo neuronale e aiutano il sistema immunitario (Verardo et al., 2017).

Il colostro contiene sia vitamine che minerali fondamentali per le attività antiossidanti e di crescita. Quelli maggiormente presenti sono le vitamine B2, B12, E e D insieme a calcio, rame, magnesio, zinco, manganese e fosforo, presenti in maggior concentrazione rispetto al latte (Godden et al., 2019, Kahoe et al., 2007).

Immunoglobuline

Le immunoglobuline, divise in IgG, IgM e IgA (Korhonen, 2000), costituiscono il 70-80% delle proteine presenti nel colostro e sono fondamentali per l'immunità passiva del vitello, al contrario nel latte rappresentano solo l'1-2% (Hurley et Theil, 2013).

Le IgG compongono la percentuale maggiore delle immunoglobuline e svolgono la risposta immunitaria contro le infezioni, le IgA hanno azione protettiva delle membrane mucosali mentre le IgM sono la prima linea di difesa contro numerosi microrganismi (Godden, 2008).

Secondo Larson et al. le IgG rappresentano l'85-90%, le IgA il 5% mentre le IgM il 7% del colostro.

Guy et al. (1994) hanno comparato la qualità del colostro tra razze bovine da latte e da carne, evidenziando che le bovine da latte producono una quantità maggiore di IgG ma una concentrazione minore per l'effetto della diluizione. Al contrario altri studi più recenti indicano che le bovine ad alta produzione lattifera hanno un colostro di qualità non inferiore alle bovine a bassa produzione, rilevando solo una differenza individuale e tra le singole razze, comunque tutte le razze producono un colostro adeguato alle esigenze del vitello (Kessler et al., 2020).

L'età della vacca e il numero di parti influenzano le caratteristiche del colostro infatti le multipare producono una concentrazione maggiore di sostanza secca, proteine totali e immunoglobuline. La concentrazione di immunoglobuline è maggiore dal terzo al quinto parto mentre non si evidenziano differenze significative tra il primo e secondo parto (Tyler et al., 1999, Pritchett et al., 1991, Muller et Ellinger, 1981).

La vaccinazione della vacca gravida dalle 3 alle 6 settimane precedenti il parto non aumenta la concentrazione totale di IgG ma favorisce la formazione di anticorpi antigene-specifici aumentando i titoli anticorpali nei vitelli (Godden et al., 2019).

L'assorbimento di immunoglobuline del colostro da parte del vitello aumenta in presenza della madre rispetto a una stabulazione individuale (Selman et al., 1971).

Non nutrienti

Il colostro bovino contiene numerosissimi composti bioattivi che influenzano crescita, sviluppo e sistema immunitario.

Oltre alle immunoglobuline sono contenuti composti antimicrobici come lattoperossidasi, lisozima e lattoferrina che sono efficaci contro i batteri Gram+ e Gram- con diversi meccanismi d'azione.

L'inibitore della tripsina è fondamentale per proteggere le immunoglobuline e altre proteine dalla degradazione proteolitica intestinale.

Sono presenti fattori della crescita come insulina, ormone della crescita (GH) e *insulin growth-factor* I e II (IGF) che servono per lo sviluppo dell'intestino del vitello (Hammon et al., 2013).

Il colostro fresco contiene anche linfociti B, linfociti T, macrofagi, neutrofili e cellule epiteliali che sono coinvolti nella difesa immunitaria locale del tratto gastrointestinale con produzione di IgG, citochine e fattori antimicrobici (Stelwagen et al., 2009).

Inoltre, sono anche presenti microRNA ovvero piccole catene di RNA non codificante che regolano l'espressione genica post-trascrizionale i quali possono aiutare nella maturazione dell'epitelio intestinale (Chen

et al., 2016) o nello sviluppo immunitario (Izumi et al., 2014), tuttavia sono necessari ulteriori studi per comprendere a fondo il loro ruolo.

Failure of passive transfer

Il vitello nasce agammaglobinemico cioè senza immunoglobuline circolanti nel sangue perché la placentazione sindesmo-coriale dei ruminanti non ne permette il passaggio al feto (Borghesi et al., 2014). Anche se il neonato è in grado di sviluppare una risposta immunitaria, questa sarà debole nei confronti dei patogeni, per questo la sopravvivenza del vitello dipende soprattutto della qualità e quantità del colostro ingerito, quindi dal successo del trasferimento degli anticorpi (Godden et al., 2019).

L'intestino del vitello nelle prime ore di vita ha l'abilità di assorbire in modo non selettivo grandi molecole per pinocitosi come le immunoglobuline. Le Ig sono trasportate nelle cellule e rilasciate per esocitosi all'interno del sistema linfatico (Staley et al., 1972).

L'assorbimento delle Ig decresce linearmente dalla nascita fino al completo arresto a 24 ore circa dal parto (Weaver et al., 2000).

Per questo è importante fornire il colostro al vitello il prima possibile dopo il parto, comunque entro le 4 ore, in quanto la somministrazione ritardata già dopo 6 ore provoca una concentrazione minore di IgG nel sangue (Fischer et al., 2018). Il meccanismo di chiusura dell'assorbimento non è ancora stato del tutto chiarito, probabilmente è dovuto alla riduzione della capacità di pinocitosi e alla maturazione dell'epitelio intestinale (Smeaton et al., 1985).

Si definisce *Failure of passive transfer* (FPT) quando il vitello non assume un adeguato quantitativo di colostro oppure ingerisce colostro di scarsa qualità entro le prime ore di vita. Un livello inferiore ai 10

mg/mL di immunoglobuline nel siero del vitello tra le 24 e le 48 ore di vita è considerato FPT (Jaster, 2005).

Il successo nel trasferimento di anticorpi è associato a una maggiore performance di crescita e produzione latte in età adulta (Faber et al., 2005, Martin et al., 2021). Per raggiungere un quantitativo accettabile di trasferimento delle immunoglobuline (*Acceptable passive transfer*, APT) bisogna somministrare al vitello nelle prime ore di vita dai 150 ai 200 grammi di IgG (Godden, 2019). Da un recente studio si è visto come i vitelli più pesanti alla nascita raggiungono un livello di immunoglobuline sieriche più basso (Turini et al., 2020).

Monitoraggio dello stato di salute del vitello

Calf scoring system

I sistemi di classificazione del vitello alla nascita sono fondamentali per riconoscere in modo veloce ed efficace la salute del vitello. Possono essere utilizzati semplicemente anche da personale non qualificato per valutare la condizione clinica.

Il sistema di classificazione dei neonati è nato nel 1962 dalla Dott.ssa Virginia Apgar, il cui cognome è utile come acronimo per ricordare i 5 parametri di valutazione: Appearance ovvero il colore della pelle, Pulse (polso), Grimace (riflessi), Activity (tono muscolare) e Respiration (respirazione).

La rivoluzione del punteggio APGAR è che tutti, anche il personale non specialistico, possano utilizzarlo per l'individuazione tempestiva di neonati poco vitali (Casey et al., 2001).

Da allora sono stati sviluppati numerosi punteggi in medicina veterinaria e specifici per la specie bovina, ognuno è utilizzato per una

malattia o un sistema di allevamento quindi esso va scelto accuratamente valutando pro e contro (Probo et Veronesi, 2022).

Profilo emocromocitometrico

L'esame emocromocitometrico è uno strumento utile per diagnosticare sia disordini sanguigni sia malattie sistemiche con la possibilità quindi di emettere una prognosi.

I limiti di riferimento sono generati da un gruppo di vitelli in salute ma esiste una certa variabilità individuale fisiologica che dipende da fattori come sesso, età, stress, peso, dieta, idratazione, stato riproduttivo, attività fisica, temperatura e altitudine (Wood et Quiroz-Rocha, 2010).

L'esame emocromocitometrico contiene i parametri di numero totale di eritrociti (RBC), emoglobina (HGB), ematocrito (HCT) e ampiezza della distribuzione dei globuli rossi (RDW). Gli indici eritrocitari includono anche il volume medio corpuscolare (MCV), la concentrazione media di emoglobina (MCH) e la concentrazione cellulare media di emoglobina (MCHC).

Nel sangue gli eritrociti hanno la funzione di trasporto di ossigeno che si lega all'emoglobina. Sono prodotti nel midollo osseo e hanno una vita nel bovino di 130-160 giorni. I vitelli possono avere un valore MCV minore rispetto agli adulti (Brun-Hansen et al., 2006).

Le indicazioni cliniche per una riduzione di RBC, HGB o HCT sono anemia o emorragia. L'anemia può essere assoluta o relativa, quest'ultima è causata da un aumento del volume del plasma.

L'anemia può essere suddivisa in rigenerativa o non rigenerativa se il midollo osseo è stimolato a produrre più globuli rossi del normale, a sua volta è classificata in base al volume (MCV): se aumentato, normale

o diminuito, rispettivamente in macrocitica, normocitica e microcitica, oppure in base al contenuto emoglobinico (MCHC) quindi ipercromica, normocromica o ipocromica.

RDW è un coefficiente di variazione del volume degli eritrociti, indice di anisocitosi. L'anisocitosi marcata è riferibile a una risposta rigenerativa del midollo osseo.

I leucociti o globuli bianchi svolgono un'azione immunitaria e difensiva nei confronti dei patogeni e sono divisi in: granulociti neutrofili, basofili ed eosinofili, monociti e linfociti.

La conta totale leucocitaria (WBC) è il numero totale dei globuli bianchi. I linfociti sono la sottopopolazione più grande ma le percentuali variano con l'età, infatti, il vitello ha WBC, neutrofili e linfociti più alti rispetto a un bovino adulto (Panousis et al., 2018). Inoltre, il vitello ha un valore di granulociti superiore ai linfociti ma con l'età il rapporto si inverte (Jones et Allison, 2007).

I neutrofili hanno la funzione di intervenire nei tessuti danneggiati e fagocitare batteri e materiale estraneo. La neutrofilia è l'aumento della percentuale di neutrofili causato da un'infiammazione nell'organismo come infezioni, traumi, malattie neoplastiche. Al contrario neutropenia è causata da infezioni gravi come mastiti, metriti, peritoniti, polmoniti e molte altre (Jones et Allison, 2007).

I linfociti sono prevalentemente linfociti B e T che sono deputati alla produzione di anticorpi e all'immunità citotossica.

La linfopenia può essere l'effetto di infezione batteriche o virali acute, BVD e immunodeficienza (House et al., 1994).

Gli eosinofili hanno lo scopo di combattere infezioni parassitarie e sono coinvolti nelle risposte allergiche, quindi il loro aumento è legato a migrazioni parassitarie e infezioni polmonari atipiche.

I basofili sono presenti in numero minore e possono aumentare in caso di iperlipidemia, allergie o ulcere per la loro funzione di modulatori della risposta immunitaria tramite mediatori (Brun-Hansen et al., 2006).

I monociti partecipano alla risposta immunitaria migrando dal circolo sanguigno nei tessuti e trasformandosi in macrofagi che sono in grado di fagocitare microrganismi e detriti cellulari. L'aumento è legato a infezioni croniche, necrosi, emolisi e stress mentre la diminuzione a endotossiemia e viremia.

Le piastrine sono frammenti di megacariociti presenti nel midollo osseo e svolgono un ruolo cruciale nell'emostasi. Il numero delle piastrine può aumentare significativamente nelle prime due settimane di vita quindi la conta piastrinica può essere superiore agli indici di riferimento nel vitello (Mohri et al., 2006).

Un valore ridotto nella conta totale piastrinica o trombocitopenia indica un'aumentata distruzione (infezioni, intossicazione, immunomediata), una ridotta produzione (mieloftisi) o un consumo eccessivo (emorragia, coagulazione intravascolare disseminata).

La trombocitosi può essere causata dalla contrazione splenica in corso di rilascio di adrenalina.

Altri parametri sono il volume medio piastrinico (MPV), il piastrinocrito e l'ampiezza della distribuzione delle piastrine. Un MPV ridotto può essere indice di anemia ferro-privata o trombocitopenia immunomediata (Wasserkrug-Naor, 2022).

Monitoraggio delle performances

Accrescimento

La crescita neonatale del vitello è data da tre principali fattori: ambientali, ereditari e nutrizionali, inoltre il sistema endocrino influenza il metabolismo e l'alimentazione (Le Roith et al., 2021).

I principali fattori che regolano il peso allo svezzamento del vitello sono sesso, razza, periodo di nascita, anno di nascita, peso alla nascita, età della madre ma anche malattie e FPT (Martin et al., 1962, Virtala et al., 1996, Szabò et al., 2006).

Il sesso del vitello influenza l'accrescimento, infatti, i maschi hanno un IPG maggiore rispetto alle femmine (Krupa et al., 2005, Wyatt et al., 2013). Il periodo di nascita influisce sul peso allo svezzamento però diversi studi indicano stagioni differenti: Szabò et al., (2006) evidenziano come al periodo estivo corrispondano i vitelli con peso corporeo maggiore mentre Hurst et al. (2021) suggeriscono il periodo gennaio-aprile il migliore per le performances del vitello.

L'anno di nascita condiziona la crescita del vitello dovuto a condizioni metereologiche, di pascolo e di management differenti (Szabò et al., 2006).

Greenwood et al., (2006) hanno evidenziato che in razze da carne (ibrido Piemontese e Wagyu) un maggiore peso alla nascita del vitello corrisponde a un peso maggiore a 30 mesi. Nonostante ciò, ogni chilo in più alla nascita aumenta del 13% i casi di distocia al parto.

I vitelli nati distocici hanno un'incidenza maggiore di morbilità con conseguenze negative sulla performance di crescita, questo è influenzato dal peso alla nascita, dal sesso del neonato ed eventualmente dalla gravidanza gemellare (Johanson et Berger, 2003). Infatti, i vitelli fuorimisura nati con distocia hanno una minore

vitalità, minore assorbimento di immunoglobuline e di alimento quindi un tasso di sopravvivenza minore (Holland et Odde, 1992). Molti studi hanno evidenziato come una maggiore quantità di latte ingerito nel vitello nato da bovine da latte influisca positivamente sulla crescita e sul peso allo svezzamento oltre che ridurre l'incidenza di malattie ed aiutare ad esprimere i comportamenti naturali del vitello (Jasper et Weary, 2002, Khan et al., 2011, Azam Jafari et al., 2021). Questa tendenza è stata osservata anche nei vitelli di razze da carne con un peso allo svezzamento e un incremento ponderale correlato con una maggiore produzione latte della vacca (Mulliniks et al., 2020).

Le malattie respiratorie hanno un effetto sull'accrescimento, secondo Hurst et al. (2021) se il vitello è stato trattato con antibiotici si nota una minore crescita di 0,71 Kg a 60 giorni oppure -2 Kg a 400 giorni mentre non si nota una differenza statistica se il vitello è stato trattato una, due, tre o più volte. Un'altra patologia importante che colpisce i vitelli è la diarrea che, secondo Donovan et al. (1998), porta a una diminuzione dell'IPG (Incremento Ponderale Giornaliero) quindi a una riduzione di crescita di circa 9,1 Kg rispetto al peso previsto per una media di trattamento contro la diarrea di 3,76 giorni. Nonostante questo, altri studi non hanno notato una riduzione di crescita nei vitelli affetti da diarrea (Virtala et al., 1996, Curtis et al., 2018). Secondo Virtala et al. (1996) le infezioni ombelicali influenzano negativamente IPG e il peso corporeo a partire dal terzo mese di vita dovuto a una condizione di risposta infiammatoria cronica.

Il FPT riduce significativamente l'IPG durante il primo mese di vita che corrisponde a un peso minore di 2,1 Kg a 3 mesi (Virtala et al., 1996) così come i vitelli con una concentrazione più alta di IgG

oppure di proteine sieriche totali hanno un effetto positivo sulla crescita (Donovan et al., 1998, Martin et al., 2021).

Contributo sperimentale

Dato che la maggior parte degli allevamenti di bovini italiani sono di razza Frisona e la scarsità di studi presenti in bibliografia scientifica, questo studio ha voluto indagare e approfondire i dati relativi all'esame emocromocitometrico ed all'esame del colostro della razza Charolaise in linea vacca-vitello. Inoltre, si è cercato eventuali correlazioni tra i parametri presi in esame con i dati di performances per cercare dei valori predittivi di futura crescita in modo da valorizzare le produzioni.

Materiali e metodi

Allevamento

Lo studio è stato effettuato all'interno dell'azienda agricola Botti, un allevamento situato in Pianura Padana -Italia (45,09°N, 9,56°E) in cui sono allevati circa 650 capi suddivisi fra vacche principalmente di razza Charolaise per la produzione di vitelli che saranno avviati all'ingrasso nella medesima azienda, e circa 100 ristalli inclusivi di vitelloni e scottone. Lo schema di allevamento è di tipo linea vacca-vitello per cui quest'ultimo non viene separato dalla madre alla nascita ma rimane con la stessa fino allo svezzamento. Le vacche e vitelli vengono allevati in stabulazione libera e durante le stagioni primaverili ed estive hanno accesso a paddock esterni. I parti sono distribuiti durante tutto l'anno mentre la fecondazione è di tipo naturale da parte di tori riproduttori Charolaise selezionati e iscritti al registro anagrafico di razza. Sono presenti operai specializzati per l'assistenza al parto allertati giorno e

notte mediante attivometri. Il vitello ha a disposizione tutto il colostro e il latte prodotto dalla vacca; in caso di carenza sono alimentati con latte aggiuntivo fornito da un allevamento di bovine da latte vicino. L'alimentazione delle bovine si basa su unifeed a base fieni di erba medica o prato stabile, integratore minerale-vitaminico e insilato di mais o frumento autoprodotti in azienda mentre quella dei vitelli si basa su erba medica, mais spezzato, farina d'estrazione di soia e integratore minerale-vitaminico in aggiunta al colostro e latte materno. Il clima della Pianura Padana è caratterizzato da inverni rigidi ed estati calde e afose.

Rilievi alla nascita

Lo studio è stato effettuato da 36 vitelli nati da luglio 2022 a novembre 2022 da vacche Charolaise in linea vacca-vitello. Dopo il parto il colostro è stato prelevato in un contenitore di plastica PET da 500 ml prima del pasto del vitello e successivamente congelato a -20°C.

Tra le 24 e 48 ore successive al parto l'animale è stato pesato con dinamometro (CCS-300K, UWE, Paesi Bassi) e valutato secondo il Calf Scoring System elaborato dall'University of Georgia secondo i parametri di temperatura rettale, scolo nasale, scolo oculare, tosse, orecchie e fecal score.

Dopodiché è stato eseguito un prelievo di sangue con aghi 18G (VACUETTE™, Greiner Bio-One, Austria) a livello della vena giugulare in due provette sottovuoto: una contenente anticoagulante K3EDTA (VACUETTE™ K3EDTA, Greiner Bio-One, Austria) e l'altra per il prelievo del siero (Vacuitaneir™, BD, Stati Uniti). Tale prelievo è stato effettuato dal veterinario aziendale nell'ambito di controlli di routine per il benessere animale.

A ogni vitello è stato affidato un numero seriale progressivo a cui è associato il proprio numero auricolare e quello della madre. Dal software in uso all'allevamento (IsaGestAI®, ISAGRI, Italia) sono stati ricavati i dati concernenti il numero di parti e l'età della vacca.

I vitelli a 7 giorni sono stati vaccinati con BOVALTO RESPI Intranasal (Boehringer Ingelheim Animal Health S.p.A., Italia), successivamente a 30 e 60 giorni con BOVALTO RESPI4 (Boehringer Ingelheim Animal Health S.p.A., Italia) mentre le vacche sono vaccinate con BOVALTO TRIVACTON (Boehringer Ingelheim Animal Health S.p.A., Italia) 15 giorni prima del parto. La storia clinica del vitello non è stata registrata.

Analisi del sangue

I campioni sono stati trasportati in ambiente refrigerato a 4°C e analizzati entro 24 ore dal prelievo. Sul campione di sangue intero è stata eseguito un esame emocromocitometrico completo con ProCyte Dx Haematology Analyser (IDEXX Laboratories INC, Stati Uniti) che ha prodotto i seguenti dati: eritrociti (M/ μ L), HCT (ematocrito, L/L), HGB (emoglobina totale, g/dL), MCV (volume corpuscolare medio, fL), MCH (emoglobina cellulare media, pg), MCHC (concentrazione emoglobinica cellulare media, g/dL), RDW (ampiezza di distribuzione dei globuli rossi, %), leucociti (K/ μ L), neutrofili ($\times 10^9$ /L), linfociti ($\times 10^9$ /L), monociti ($\times 10^9$ /L), eosinofili ($\times 10^9$ /L), basofili ($\times 10^9$ /L), PLT (piastrine, $\times 10^9$ /L), MPV (volume piastrinico medio, fL).

Il campione coagulato è stato centrifugato a 3000 rpm x 7 minuti quindi il siero è stato trasferito con pipetta Pasteur in un'altra provetta e congelato a -20°C.

Analisi del siero

Il siero è stato scongelato a temperatura controllata di 4°C e sottoposto a lettura delle proteine totali mediante rifrattometro ottico (Portable Refractometer, OPTIKA, Italia) dopo opportuna calibrazione con acqua distillata seguendo le indicazioni del produttore.

Analisi del colostro

Le analisi sono state condotte presso il laboratorio “LaChi” dell’Università di Padova (Legnaro, Italia). Il colostro è stato analizzato mediante DS2500 (FOSS Electric A/S, Hillerød, Danimarca) dopo omogeneizzazione del campione (10 ml, 20°C). Il dispositivo scannerizza da 400nm a 2499,5nm con una risoluzione spettrale di 0,5nm. Ogni spettro ha una media di 32 sottospettri registrati in 8 punti diversi ottenuti ruotando automaticamente il campione. Per tutti gli spettri è stata registrata l’assorbanza, che viene calcolata come $\log_{10}(1/\text{riflettanza})$. Le analisi svolte hanno interessato i parametri di immunoglobuline G (IgG), immunoglobuline totali (Ig), sostanza secca (SS), umidità, proteine, grassi e ceneri.

Rilievi allo svezzamento

I vitelli sono stati successivamente pesati a 215 ± 4 giorni con una bilancia meccanica (Società cooperativa bilanciai associati Campogalliano, Italia). Tutti i dati relativi a esame emocromocitometrico, colostro, proteine sieriche e calf scoring system, sono stati inseriti in una tabella Excel Vers. 16.0 (Microsoft Corporation, 2020. Microsoft Excel) nella quale è stato calcolato l’IPG. Successivamente i dati sono stati analizzati tramite il software SPSS Vers. 27.0 (IBM Corp. Released 2020) per calcolare correlazioni e

regressioni fra i diversi parametri colostrali ed emocromocitometrici considerati anche in relazione ai dati di performances.

Relativamente al valore di IPG si è provveduti all'eliminazione di eventuali *outliers* secondo il metodo proposto da Lee (1995) per il calcolo del livello inferiore e superiore di accettabilità dei dati.

Risultati e discussione

Dei 36 vitelli Charolaise osservati inizialmente, 6 sono morti durante lo studio per varie cause (4 per polmonite, 1 per trauma da schiacciamento, 1 per enterite) per cui sono stati esclusi dalle analisi sui dati relativi alle performances. Inoltre, sono stati eliminati dall'analisi 3 *outliers* in quanto avevano un IPG anomalo e molto inferiore alla media secondo il metodo dei quartili.

Un'analisi descrittiva dei dati relativi all'esame emocromocitometrico dei vitelli considerati è riportata nella tabella 1. Mettendo in comparazione le medie e le mediane dei dati raccolti sui vitelli Charolaise con quelli relativi ai vitelli di razza Holstein (Panousis et al., 2018), notiamo la tendenza dei vitelli di razza Charolaise ad avere valori superiori per quanto riguarda eritrociti, HCT, HGB, MCV, MCH, RDW, leucociti, neutrofili, basofili e MPV, e valori inferiori per i parametri di MCHC, linfociti, monociti, eosinofili e PLT. Prendendo in considerazione studi riguardo ai valori emocromocitometrici nei bovini adulti notiamo i valori di eritrociti, ematocrito, emoglobina e leucociti siano maggiori nei vitelli rispetto agli adulti mentre i valori MCV, MCH e MCHC sono più alti nelle vacche rispetto ai vitelli. Questo significa che nei giovani si hanno più globuli rossi ma più piccoli quindi dotati di una quantità minore di emoglobina (Herman et al., 2018, Roland et al., 2014).

	Media	Minimo	Massimo	Mediana	Dev.St
Eritrociti (M/ μ L)	8,25	5,86	10,67	8,2	1,24
HCT (L/L)	0,36	0,24	0,51	0,362	0,07
HGB (g/L)	109,19	74	143	109,5	17,56
MCV (fL)	43,94	38,3	50,7	44,1	3,00
MCH (pg)	13,23	11,9	14,3	13,3	0,63
MCHC (g/dL)	30,18	27	32,1	30,55	1,27
RDW (%)	31,70	27,2	38,5	31,4	2,50
Leucociti (K/ μ L)	10,87	3,9	30,1	10,01	4,87
Neutrofili ($\times 10^9$ /L)	9,39	3,42	28,24	8,52	4,69
Linfociti ($\times 10^9$ /L)	1,25	0,33	2,46	1,17	0,53
Monociti ($\times 10^9$ /L)	0,14	0,02	0,52	0,11	0,11
Eosinofili ($\times 10^9$ /L)	0,08	0	0,29	0,07	0,07
Basofili ($\times 10^9$ /L)	0,18	0,01	1,9	0,07	0,40
PLT ($\times 10^9$ /L)	286,14	127	515	288,5	95,95
MPV (fL)	9,47	8,4	10,7	9,35	0,58
Proteine totali (g/dL)	55	34	76	58	11,33

Tabella 1: analisi descrittiva dei dati relativi all'esame emocromocitometrico e proteine totali del sangue di vitelli Charolaise. Dev.St.: deviazione standard della media.

Sono stati calcolati le medie dei valori emocromocitometrici divisi per sesso dei vitelli (tabella 2).

	Media Maschi	Media Femmine	Media Generale	SEM	p
Eritrociti (M/ μ L)	7,95	8,51	8,25	0,207	0,181
Ematocrito (L/L)	0,34	0,38	0,36	0,011	0,046
Emoglobina (g/L)	104,00	113,84	109,19	2,927	0,094
MCV (fL)	42,88	44,88	43,94	0,500	0,044
MCH (pg)	13,11	13,34	13,23	0,105	0,266
MCHC (g/dL)	30,60	29,81	30,18	0,211	0,061
Leucociti (K/ μ L)	10,78	10,97	10,87	0,861	0,915
Piastrine ($\times 10^9$ /L)	266,59	303,63	286,14	15,992	0,253
IPG (Kg/gg)	1,09	1,06	1,05	0,023	0,635
Proteine (g/dL)	52,30	58,70	55,00	0,189	0,091

Tabella 2: analisi descrittiva dei valori emocromocitometrici del sangue dei vitelli Charolaise differenziati in base al sesso. SEM: errore standard della media, p: significatività.

Nella tabella 2 si può notare la significatività statistica ($p \leq 0,05$) delle differenze fra sessi per i parametri ematocrito ed MCV che risultano maggiori nelle femmine rispetto ai maschi. Coerentemente con i nostri riscontri Wielgosz-Groth et al. (2014) ha rilevato l'influenza del sesso dei vitelli a 33 giorni sul parametro emoglobina ($p \leq 0,01$), sempre

maggiore nelle femmine rispetto ai maschi, così come sulle proteine totali sieriche ($p \leq 0,05$) sono state riscontrate essere più alte nei maschi rispetto alle femmine.

Le proteine totali analizzate dal siero di vitelli Charolaise sono in media minori rispetto alla razza Holstein, risultando 55,00 g/dL contro un 62,71 g/dL (Panousis et al., 2018). Subito dopo il parto è importante somministrare una quota adeguata di colostro al vitello secondo la regola delle "3Q" (*Quantity, Quality, Quickness* ovvero quantità, qualità e velocità) per permettere un corretto di passaggio di immunoglobuline al vitello (Costa et al., 2021). L'allevamento in linea vacca-vitello di questo studio prevede l'utilizzo del colostro della sola madre che può avere una produzione ridotta a differenza di una somministrazione puntuale di 3-4 litri di colostro avvenuta nello studio in comparazione.

Mettendo a confronto il peso del vitello alla nascita con i parametri ematologici si nota una correlazione statisticamente significativa e positiva ($r=0,371; p \leq 0,05$) dello stesso parametro con le proteine sieriche mentre una tendenza negativa è stata riscontrata tra peso e piastrine ($r=-0,470; p \leq 0,05$). Queste associazioni non sono state ancora descritte in bibliografia per cui sono necessari ulteriori studi per indagare e approfondire l'eventuale nesso biologico fra questi parametri.

I dati riferiti al colostro sono riportati nella tabella 3.

Comparando le caratteristiche del colostro di vacche Charolaise con quelle della razza Holstein si nota che le medie e mediane riferite a IgG, sostanza secca e proteine totali sono maggiori (Morrill et al., 2012). Al contrario se mettiamo a confronto le IgG di questo studio con diverse razze a duplice attitudine riscontriamo che la Montbéliarde e

Original Braunvieh (Bruna originale) hanno medie leggermente superiori (Kessler et al., 2020).

	Media	Minimo	Massimo	Mediana	Dev.St
IgG	113,93	43,64	184,54	109,25	36,72
Ig Totali	124,16	43,48	206,37	117,80	40,92
Umidità	75,57	66,05	83,33	75,78	4,07
SS	24,34	16,22	33,84	24,26	4,10
Proteine	15,80	9,40	23,44	15,54	3,72
Grassi	4,28	0,63	9,76	4,04	2,37
Ceneri	1,09	0,74	1,42	1,09	0,14

Tabella 3: analisi descrittiva relativa alla composizione del colostro di vacche Charolaise. Dev.St.: deviazione standard della media.

Si assume che il colostro delle vacche da latte abbia una qualità inferiore rispetto alle vacche da carne per l'effetto di diluizione legato alla maggior attitudine a produrre latte (Guy et al., 1994). A differenza di quanto riscontrato in questo studio, Kessler et al. hanno dimostrato come nel loro caso sussistano differenze tra le razze ma quelle ad alta produzione lattifera abbiano comunque un colostro simile a quelle a bassa produzione, quindi più adeguato alle esigenze del vitello.

N° parto	2	3	4	5	>6	Media	SEM	p
N	3	2	10	14	7			
IgG	123,74	151,38	132,17	100,36	100,09	113,93	6,120	0,095
Ig Totali	138,04	169,24	144,30	108,60	107,69	124,16	6,821	0,069
Umidità	73,06	71,87	75,00	76,49	76,71	75,57	0,678	0,386
SS	26,83	28,07	24,94	23,40	23,23	24,34	0,683	0,390
Proteine	17,71	19,25	17,73	14,31	14,21	15,80	0,621	0,058
Grassi	4,53	4,58	3,22	4,77	4,63	4,28	0,394	0,614
Ceneri	1,12	1,13	1,10	1,10	1,02	1,09	0,024	0,760

Tabella 4: analisi della composizione del colostro di bovine Charolaise in base all'ordine di parto. N: numero dei campioni, SEM: errore standard della media.

Sono stati analizzati i dati colostrali in base all'ordine di parto come riportato nella tabella 4. Come è stato visto in numerosi studi (Gulliksen et al., 2008, Tyler et al., 1999, Pritchett et al., 1991, Muller et Ellinger, 1981) le multiple tendono a produrre una quantità maggiore di sostanza secca, proteine e immunoglobuline, con una

concentrazione migliore tra il terzo e quinto parto. In questo studio è stata verificata una tendenza ($p \leq 0,1$) per maggiori livelli di IgG, Ig totali e proteine nelle vacche al terzo parto; i valori di questi parametri si sono poi ridotti nei parti successivi. Nonostante ciò, la significatività non è stata riscontrata ($p > 0,1$) per i parametri umidità e sostanza secca, probabilmente a causa del fatto che alcuni gruppi di vacche comprendono un numero esiguo di capi; pertanto ulteriori studi con un'unità campionaria maggiore sarebbe necessari.

La media del peso allo svezzamento dei 27 vitelli finali considerati è di 292,28 Kg, con un minimo di 245,80 Kg ed un massimo di 334,40 Kg; la mediana è pari a 293,80 Kg e la deviazione standard è di 25,44 Kg.

L'IPG è stato calcolato secondo la formula:

$$IPG = \frac{(peso\ finale - peso\ iniziale)}{giorni\ di\ vita}$$

la media riscontrata è pari a 1,11 Kg/giorno, il minimo 0,92 Kg/g, il massimo 1,34 Kg/g, la mediana 1,11 Kg/g, la deviazione standard 0,11 Kg/g. Questo parametro è stato messo in correlazione con i dati relativi all'esame emocromocitometrico, alle proteine sieriche totali ed ai dati di composizione del colostro per capire se esistesse un indice predittivo di crescita futura.

Nella tabella 5 sono riportati i coefficienti di Pearson delle correlazioni e nella tabella 6 le relative significatività. Come atteso correlazioni positive e statisticamente significative sono state riscontrate ($p \leq 0,01$) relativamente ai parametri ematici quali eritrociti x HCT, eritrociti x HGB, HCT x HGB, HCT x MCV, MCV x MCH. Al contrario MCHC è correlato negativamente con i parametri di eritrociti ($p \leq 0,05$), HCT ($p \leq 0,01$), HGB

($p \leq 0,05$) e MCV ($p \leq 0,01$). Così come per quanto riguarda i parametri colostrali sono risultati statisticamente significativi ($p \leq 0,01$) le relazioni tra IgG, Ig totali, sostanza secca e proteine colostrali (tabella 5 e 6). Le proteine sieriche sono statisticamente correlate con le proteine colostrali ($p \leq 0,01$), IgG ($p \leq 0,05$) e le Ig totali colostrali ($p \leq 0,05$). Questo conferma l'importanza della corretta somministrazione del colostro nelle prime fasi di vita del vitello in cui le cellule intestinali permettono per pinocitosi il passaggio delle immunoglobuline nel circolo sanguigno sistemico (Weaver et al., 2000, Godden, 2008). Nonostante ciò, a causa del tipo di allevamento preso in considerazione, non si è potuto stabilire né la quantità di colostro assunto né la distanza tra il parto e il momento in cui è stato assunto il colostro stesso, entrambi fattori che possono influenzare ulteriormente il livello di proteine sieriche del vitello (Costa et al., 2021).

Correlazione di Pearson	IPG	Eritr.	HCT	HGB	MCV	MCH	MCHC	Piastr.	Pr.S.	IgG	Ig	SS	Pr.Col
IPG	1												
Eritrociti	-0,297	1											
Ematocrito	-0,242	0,93	1										
Emoglobina	-0,207	0,953	0,976	1									
MCV	0,064	0,214	0,555	0,446	1								
MCH	0,297	-0,128	0,163	0,175	0,751	1							
MCHC	0,233	-0,458	-0,658	-0,479	-0,695	-0,049	1						
Piastrine	0,055	-0,084	-0,022	-0,073	0,149	0,067	-0,159	1					
Pr.S.	0,058	-0,211	-0,336	-0,269	-0,374	-0,145	0,396	-0,487	1				
IgG	0,301	0,039	0,035	0,109	0,045	0,249	0,196	-0,254	0,423	1			
Ig	0,323	0,079	0,074	0,144	0,057	0,231	0,157	-0,281	0,39	0,985	1		
SS	0,171	-0,073	-0,142	-0,084	-0,195	-0,014	0,253	-0,132	0,306	0,734	0,766	1	
Pr.Col.	0,213	0,056	0,021	0,089	-0,039	0,141	0,201	-0,377	0,555	0,941	0,93	0,763	1

Tabella 5: dati relativi a correlazione di Pearson tra i parametri emocromocitometrici, proteine sieriche e parametri colostrali. Eritr.: eritrociti, Piastr.: piastrine, Pr.S.: proteine sieriche (g/dL), Pr.Col.: proteine colostrali.

Significatività	IPG	Eritr.	HCT	HGB	MCV	MCH	MCHC	Piastr.	Pr.S.	IgG	Ig	SS	Pr.Col
IPG	.												
Eritrociti	0,066	.											
Ematocrito	0,112	0 ^a	.										
Emoglobina	0,151	0 ^a	0 ^a	.									
MCV	0,376	0,141	0,001 ^a	0,01 ^a	.								
MCH	0,066	0,262	0,209	0,191	0 ^a	.							
MCHC	0,122	0,008 ^a	0 ^a	0,006 ^a	0 ^a	0,403	.						
Piastrine	0,394	0,338	0,457	0,359	0,23	0,371	0,214	.					
Pr. Sieriche	0,386	0,145	0,043 ^b	0,087	0,027 ^b	0,235	0,02 ^b	0,005 ^a	.				
IgG	0,063	0,424	0,431	0,295	0,411	0,105	0,164	0,101	0,014 ^b	.			
Ig	0,05 ^b	0,347	0,358	0,237	0,389	0,123	0,217	0,078	0,022 ^b	0 ^a	.		
SS	0,198	0,358	0,241	0,339	0,165	0,472	0,101	0,256	0,06	0 ^a	0 ^a	.	
Pr. Colostrali	0,143	0,391	0,459	0,329	0,424	0,241	0,157	0,026 ^b	0,001 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	.

Tabella 6: dati relativi alla significatività delle correlazioni tra i parametri emocromocitometrici, proteine sieriche e parametri colostrali. Eritr.: eritrociti, Piastr.: piastrine, Pr.S.: proteine sieriche (g/dL), Pr.Col.: proteine colostrali.

Le proteine sieriche sono negativamente correlate con le piastrine ($p \leq 0,01$), con l'ematocrito ($p \leq 0,05$) e con l'MCV ($p \leq 0,05$). Questo scenario nel vitello appena nato non è stato descritto dalla letteratura scientifica; è tuttavia possibile ipotizzare che i vitelli che abbiano assunto più colostro e di migliore qualità hanno un livello di proteine maggiore contestualmente ad una maggiore idratazione che porta all'emodiluizione risultando in un livello minore di ematocrito e piastrine. Questo aspetto richiede ulteriori studi che mettano in correlazione la quantità di colostro assunta con i parametri di ematocrito e proteine sieriche con un numero maggiore di vitelli; si potrebbe ipotizzare tra l'altro di utilizzare l'ematocrito come marker indiretto di non corretta colostratura.

Il parametro di immunoglobuline totali colostrali risulta correlato positivamente con l'IPG ($p \leq 0,05$). Questo risultato va a ribadire ulteriormente l'importanza della colostratura nella crescita e nella sopravvivenza del vitello in quanto lo stesso nasce agammaglobinemico per cui le uniche difese immunitarie nelle prime fasi di vita sono quelle colostrali. Faber et al. (2005) hanno descritto infatti come i vitelli che si alimentano con più colostro abbiano una crescita migliore così come Tomaluski et al. (2022) hanno dimostrato che un colostro con un quantitativo maggiore di immunoglobuline determina una crescita maggiore e una migliore salute di vitelli Holstein.

Al contrario Donovan et al. (1997) su un campione di 3300 vitelle Holstein senza considerare eventuali malattie trascorse, hanno rilevato una significativa correlazione tra le proteine sieriche del vitello e l'incremento ponderale. Wielgosz-Groth et al. (2014) hanno evidenziato una correlazione significativa su vitelli di 33 giorni tra IPG

e conta eritrocitaria e leucociti ($p \leq 0,01$), insieme a una correlazione statistica tra IPG e proteine sieriche totali ($p \leq 0,05$); questo studio non ha rilevato una correlazione statisticamente significativa di questi parametri con l'IPG ($p > 0,05$) presumibilmente a causa delle numerose variabili che intercorrono nel determinare la crescita del vitello che non sono state inserite nel modello statistico.

Inserendo nell'analisi statistica anche gli *outliers* scartati mediante il metodo dei quartili, si ottiene una correlazione statisticamente significativa ($p \leq 0,05$) tra l'IPG e i parametri di MCHC, Piastrine, IgG colostrali, Ig totali colostrali e sostanza secca. Altri studi con un numero di vitelli più ampio sono necessari per valutare queste tendenze.

Conclusioni

In questo studio sono stati raccolti numerosi dati riguardo al profilo ematologico ed alla qualità colostrale della razza Charolaise mancanti in letteratura. Dall'analisi dei dati ematologici su un'eventuale differenza dei sessi si è notato un valore maggiore di ematocrito e MCV nelle femmine. Inoltre, mettendo in relazione il peso alla nascita con i parametri ematici si nota una correlazione positiva dello stesso con le proteine sieriche mentre una correlazione negativa con le piastrine. È stata riscontrata una tendenza statisticamente significativa tra il numero di parti delle vacche e i parametri colostrali di IgG, Ig totali e proteine, che risultano maggiori al terzo parto per poi decrescere. Si è rilevata una correlazione statisticamente significativa positiva tra le immunoglobuline e l'IPG e tra le proteine sieriche totali e le proteine colostrali, IgG e Ig totali. Infine, si è osservato una correlazione

negativa tra proteine sieriche e piastrine, e tra proteine ed ematocrito ed MCV.

Bibliografia

Borghesi J, Mario LC, Rodrigues MN, Favaron PO, Miglino MA, 2014. Immunoglobulin transport during gestation in domestic animals and humans—A review. *Open J. Anim. Sci.* 4: 323–336.

Brun-Hansen HC, Kampen AH, Lund A, 2006. Hematologic values in calves during the first 6 months of life. *Vet Clin Pathol.* Vol.35,2: 182-7.

Casey BM, McIntire DD, Leveno KJ, 2001- The continuing value of the Apgar score for the assessment of newborn infants. *N Engl J Med.* Vol.344,7: 467-71.

Chen T, Xie MY, Sun JJ, Ye RS, Cheng X, Sun RP, Wei LM, Li M, Lin DL, Jiang QY, Xi QY, Zhang YL, 2016. Porcine milk-derived exosomes promote proliferation of intestinal epithelial cells. *Sci Rep.* Vol.6: 33862.

Coelho AI, Berry GT, Rubio-Gozalbo ME, 2015. Galactose metabolism and health. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* Vol. 18,4: 422-7.

Costa A, Franzoi M, Visentin G, Goi A, De Marchi M, Penasa M, 2021. The concentrations of immunoglobulins in bovine colostrum determined by the gold standard method are genetically correlated with their near-infrared prediction. *Genet Sel Evol.* Vol.53,1: 87.

Curtis G, McGregor Argo C, Jones D, Grove-White D, 2018. The impact of early life nutrition and housing on growth and reproduction in dairy cattle. *PLOS ONE* Vol.13,2: e0191687.

Donovan GA, Dohoo IR, Montgomery DM, Bennett FL, 1998. Calf and disease factors affecting growth in female Holstein calves in Florida, USA. *Prev Vet Med.* Vol.33(1-4): 1-10.

Faber SN, Faber NE, McCauley TC, Ax RL, 2005. Case study: Effects of colostrum ingestion on lactational performance. *Prof. Anim. Sci.* 21: 420–425.

Farrell HM, Jimenez-Flores R, Bleck GT, Brown EM, Butler JE, Creamer LK, Hicks CL, Hollar CM, Ng-Kwai-Hang KF, Swaisgood HE, 2004. Nomenclature of the proteins of cows' milk -sixth revision. *Journal of dairy science*, Vol. 87,6: 1641–1674.

Fischer AJ, Song Y, He Z, Haines DM, Guan LL, Steele MA, 2018. Effect of delaying colostrum feeding on passive transfer and intestinal bacterial colonization in neonatal male Holstein calves. *J Dairy Sci.* Vol.101,4: 3099-3109.

Fisher DD, Wilson LL, Scholz RW, 1980. Environmental and genetic effects on hematologic characteristics of beef cows. *Am J Vet Res.* Vol.41,9: 1533-6.

Godden S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* Vol. 24: 19–39.

Godden SM, Lombard JE, Woolums AR, 2019. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* Vol. 35,3: 535-556.

Godden SM, Smith S, Feirtag JM, Green LR, Wells SJ, Fetrow JP, 2003. Effect of on-farm commercial batch pasteurization of colostrum on colostrum and serum immunoglobulin concentrations in dairy calves. *J Dairy Sci.* Vol.86,4:1503-12.

Greenwood PL, Cafe LM, Hearnshaw H, Hennessy D, Thompson J, Morris S, 2006. Long-term consequences of birth weight and growth to weaning on carcass, yield and beef quality characteristics of Piedmontese and Wagyu-sired cattle. *Animal Production Science*. Vol.46: 257-269.

Gulliksen SM, Lie KI, Sølverød L, Østerås O, 2008. Risk factors associated with colostrum quality in Norwegian dairy cows. *J Dairy Sci*. Vol.91,2: 704-12.

Guy, MA, McFadden TB, Cockrell DC, Besser TE, 1994. Regulation of colostrum formation in beef and dairy cows. *Journal of dairy science*, Vol. 77,10: 3002–7.

Hammon HM, Steinhoff-Wagner J, Flor J, Schönhusen U, Metges CC, 2013. Lactation Biology Symposium: role of colostrum and colostrum components on glucose metabolism in neonatal calves. *J Anim Sci*. Vol. 91,2: 685-95.

Herman N, Trumel C, Geffré A, Braun JP, Thibault M, Schelcher F, Bourgès-Abella N, 2018. Hematology reference intervals for adult cows in France using the Sysmex XT-2000iV analyzer. *J Vet Diagn Invest*. Vol.30,5: 678-687.

Holland MD, Odde KG, 1992. Factors affecting calf birth weight: a review. *Theriogenology*. Vol. 38,5: 769-98.

House JK, Smith BP, Maas J, Lane VM, Anderson BC, Graham TW, Pino MV, 1994. Hemochromatosis in Salers Cattle. *J of Veterinary Internal Medicine*. Vol.8: 105-111.

Hurley WL, Theil PK, 2013. Immunoglobulins in Mammary Secretions. McSweeney P, Fox P, *Advanced Dairy Chemistry*. Springer, Boston, MA.

Izumi H, Kosaka N, Shimizu T, Sekine K, Ochiya T, Takase M, 2014. Time-dependent expression profiles of microRNAs and mRNAs in rat milk whey. *PLoS One* Vol.9,2: e88843.

Jafari A, Azarfar A, Gibson A, Ghorbani G, Mirzaei M, Fadayifar A, Omid-Mirzaei H, Cao Z, Drackley J, Ghaffari MH, 2021. Milk feeding quantity and feeding frequency: effects on growth performance, rumen fermentation and blood metabolites of Holstein dairy calves. *Italian Journal of Animal Science*, Vol.20:1, 336351.

Jasper J, Weary DM, 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *J Dairy Sci.* Vol.85,11: 3054-8.

Jaster EH, 2005. Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin G1 absorption in Jersey calves. *J Dairy Sci.* Vol.88,1:296-302.

Johanson JM, Berger PJ, 2003. Birth weight as a predictor of calving ease and perinatal mortality in Holstein cattle. *J Dairy Sci.* Vol.86,11: 3745-55.

Johnsen JF, Zipp KA, Kälber T, Passillé AM, Knierim U, Barth K, Mejdell CM, 2016. Is rearing calves with the dam a feasible option for dairy farms? Current and future research. *Applied Animal Behaviour Science*, 181: 1-11.

Jones ML, Allison RW, 2007. Evaluation of the ruminant complete blood cell count. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.*Vol.23,3: 377-402.

Kehoe SI, Jayarao BM, Heinrichs AJ, 2007. A survey of bovine colostrum composition and colostrum management practices on Pennsylvania dairy farms. *J Dairy Sci.* Vol.90,9: 4108-16.

Kent J, 2020. The cow–calf relationship: From maternal responsiveness to the maternal bond and the possibilities for fostering. *Journal of Dairy Research*, Vol. 87(S1): 101-107.

Kessler EC, Bruckmaier RM, Gross JJ, 2020. Colostrum composition and immunoglobulin G content in dairy and dual-purpose cattle breeds. *J Anim Sci*. Vol.98,8: skaa237.

Khan MA, Weary DM, von Keyserlingk M, 2011. Invited review: effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *J Dairy Sci*. Vol.94,3: 1071-81.

Korhonen, H, Marnila P, Gill HS, 2000. Milk immunoglobulins and complement factors. *Br. J. Nutr.* Vol. 84,S1: 75–80.

Krupa E, Oravcova M, Polák P, Huba J, Krupová Z, 2005. Factors affecting growth traits of beef cattle breeds raised in Slovakia. *Czech Journal of Animal Science*. Vol.50: 14-21.

Larson BL, Heary HL Jr, Devery JE, 1980. Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *J Dairy Sci* Vol.63,4: 665-671.

Le Roith D, Bondy C, Yakar S, Liu JL, Butler A, 2001. The somatomedin hypothesis: 2001. *Endocrine reviews*, Vol. 22,1: 53–74.

Lee H, 1995. Outliers in Business Surveys, In *Business Survey Methods*. eds Cox BG, Binder DA, Chinnappa BN, Christianson A, Colledge MJ, Kott PS. Chapter 26: 503-536. Wiley, Ames, IA.

Martin P, Vinet A, Denis C, Grohs C, Chanteloup L, Dozias D, Maupetit D, Sapa J, Renand G, Blanc F, 2021. Determination of immunoglobulin concentrations and genetic parameters for colostrum and calf serum in Charolais animals. *J Dairy Sci*. Vol. 104,3: 3240-49.

Martin TG, Jacobson NL, McGilliard LD, Homeyer PG, 1962. Factors Related to Weight Gain of Dairy Calves. *J Dairy Sci.* Vol. 45,7: 886-92.

Mohri M, Sharifi K, Eidi S, 2007. Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: age related changes and comparison with blood composition in adults. *Res Vet Sci.* Vol.83,1: 30-9.

Moore M, Tyler JW, Chigerwe M, Dawes ME, Middleton JR, 2005. Effect of delayed colostrum collection on colostral IgG concentration in dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* Vol.226: 1375–1377. d

Morin DE, Constable PD, Maunsell FP, McCoy GC, 2001. Factors associated with colostral specific gravity in dairy cows. *J. Dairy Sci.* Vol.84: 937–943.

Morrill KM, Conrad E, Lago A, Campbell J, Quigley J, Tyler H, 2012. Nationwide evaluation of quality and composition of colostrum on dairy farms in the United States. *J Dairy Sci.* Vol. 95,7: 3997-4005.

Muller LD, Ellinger DK, 1981. Colostral immunoglobulin concentrations among breeds of dairy cattle. *J Dairy Sci.* Vol. 64,8:1727-30.

Mulliniks T, King T, Musgrave J, Funston RN, 2020. 263 Impact of cow milk production on cow-calf performance in the Nebraska Sandhills. *J Anim Sci.* Vol.98(Suppl 4): 191–2.

Panousis N, Siachos N, Kitkas G, Kalaitzakis E, Kritsepi-Konstantinou M, Valergakis GE, 2018. Hematology reference intervals for neonatal Holstein calves. *Res Vet Sci.* Vol. 118: 1-10.

Playford RJ, Weiser MJ, 2021. Bovine Colostrum: Its Constituents and Uses. *Nutrients.* vol. 13,1 265.

Playford RJ, Woodman AC, Clark P, Watanapa P, Vesey D, Deprez PH, Williamson RC, Calam J, 1993. Effect of luminal growth factor preservation on intestinal growth. *Lancet*. Vol. 341(8849): 843-8.

Pritchett LC, Gay CC, Besser TE, Hancock DD, 1991. Management and production factors influencing immunoglobulin G1 concentration in colostrum from Holstein cows. *J Dairy Sci*. Vol. 74,7: 2336-41.

Probo M, Veronesi MC, 2022. Clinical Scoring Systems in the Newborn Calf: An Overview. *Animals: an open access journal from MDPI*. Vol. 12(21), 3013.

Robison JD, Stott GH, DeNise SK, 1988. Effects of passive immunity on growth and survival in the dairy heifer. *J Dairy Sci*. Vol. 71,5: 1283-7.

Roland L, Drillich M, Iwersen M, 2014. Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. Vol.26,5: 592-598.

Selman IE, McEwan AD, Fisher EW, 1971. Studies on dairy calves allowed to suckle their dams at fixed times Post partum. *Res Vet Sci*. Vol. 12,1: 1-6

Smeaton TC, Simpson-Morgan MW, 1985. Epithelial cell renewal and antibody transfer in the intestine of the foetal and neonatal lamb. *Aust J Exp Biol Med Sci*. Vol.63,1: 41-51.

Sobczuk-Szul M, Wielgosz-Groth Z, Wronski M, Rzemieniewski A, 2013. Changes in the bioactive protein concentrations in the bovine colostrum of Jersey and Polish Holstein-Friesian cows. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. Vol. 37: 43-49.

Staley TE, Corley LD, Bush LJ, Jones EW, 1972. The ultrastructure of neonatal calf intestine and absorption of heterologous proteins. *Anat Rec.* Vol.172,3: 559-79.

Stelwagen K, Carpenter E, Haigh B, Hodgkinson A, Wheeler TT, 2009. Immune components of bovine colostrum and milk. *J Anim Sci.* Vol. 87(13 Suppl): 3-9.

Szabó F, Nagy L, Dákay I, Márton D, Török M, Bene S, 2006. Effects of breed, age of dam, birth year, birth season and sex on weaning weight of beef calves. *Livestock Science.* Vol. 103,1–2: 181-185.

Tomaluski C, Coelho M, Toledo AF, Virginio Jr G, Silva AP, Dondé S, Bittar CM, 2022. Passive transfer, health, performance, and metabolism of calves fed different sources of colostrum. *Livestock Science.* Vol.258: 104868.

Turini L, Conte G, Bonelli F, Sgorbini M, Madrigali A, Mele M, 2020. The relationship between colostrum quality, passive transfer of immunity and birth and weaning weight in neonatal calves. *Livestock Science.* Vol. 238, 104033.

Tyler JW, Steevens BJ, Hostetler DE, Holle JM, Denbigh JL Jr, 1999. Colostral immunoglobulin concentrations in Holstein and Guernsey cows. *Am J Vet Res.* Vol. 60,9: 1136-9

Verardo V, Gómez-Caravaca AM, Arráez-Román D, Hettinga K, 2017. Recent Advances in Phospholipids from Colostrum, Milk and Dairy By-Products. *Int J Mol Sci.* Vol. 18,1: 173.

Virtala AM, Mechor GD, Gröhn YT, Erb HN, 1996. The effect of calfhoo diseases on growth of female dairy calves during the first 3 months of life in New York State. *J Dairy Sci.* Vol.79,6: 1040-9.

Wasserkrug-Naor A, 2022. Platelet Kinetics and Laboratory Evaluation of Thrombocytopenia. Schalm's Veterinary Hematology, ed Brooks MB, Harr KE, Seelig DM, Wardrop KJ, Weiss DJ, pp. 675-685. Wiley, Ames, IA.

Weaver DM, Tyler JW, VanMetre DC, Hostetler DE, Barrington GM, 2000. Passive Transfer of Colostral Immunoglobulins in Calves. J Veterinary Internal Medicine, Vol.14: 569-577.

Wenker ML, Verwer CM, Bokkers EAM, Te Beest DE, Gort G, de Oliveira D, Koets A, Bruckmaier RM, Gross JJ, van Reenen CG, 2022. Effect of Type of Cow-Calf Contact on Health, Blood Parameters, and Performance of Dairy Cows and Calves. Front Vet Sci. Vol. 9 855086

Wielgosz-Groth Z, Sobczuk-Szul M, Nogalski Z, Purwin C, Pogorzelska-Przybyłek P, Winarski R, 2015. The Effect of Gender and Feeding System on the Growth Rate and Blood Parameters of Polish Holstein-Friesian x Limousin Calves. Pakistan Veterinary Journal. Vol.35: 33-37.

Wood D, Quiroz-Rocha GF, 2010. Normal hematology of cattle. Schalm's veterinary hematology, ed. Weiss DJ, Wardrop KJ, 6th ed., pp. 829–835. Wiley, Ames, IA.

Wyatt WE, Collier RJ, Blouin DC, Scaglia G, Collier JL, 2013. Pre- and postweaning calf performances in crossbred cattle from Hereford, Braford, and Bonsmara sires and Angus and Brangus dams. The Professional Animal Scientist. Vol. 29,6: 621-631.

Sitografia

www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/report-pbi/1

www.anacli.it

www.ismea.it