

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**QUALIDADE DO COLOSTRO E TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE
PASSIVA EM BEZERRAS LEITEIRAS**

GUILHERME HEISLER

Engenheiro Agrônomo/UFRGS
Mestre em Zootecnia - UFRGS

Tese apresentada como um dos requisitos para a obtenção do grau de Doutor
em Zootecnia
Área de Concentração em Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Março de 2023.

CIP - Catalogação na Publicação

Heisler, Guilherme
QUALIDADE DO COLOSTRO E TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE
PASSIVA EM BEZERRAS LEITEIRAS / Guilherme Heisler. --
2023.
200 f.
Orientadora: Vivian Fischer.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2023.

1. bezerros. 2. imunidade passiva. 3. colostro. 4.
proteína sérica. 5. desenvolvimento ponderal. I.
Fischer, Vivian, orient. II. Título.

Guilherme Heisler
Mestre em Zootecnia

TESE


Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

DOUTOR EM ZOOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 27.03.2023
Pela Banca Examinadora


Homologado em: 08/08/2023
Por

 Documento assinado digitalmente
VIVIAN FISCHER
Data: 26/06/2023 12:39:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Sergio Luiz Vieira  Assinado de forma digital por
Sergio Luiz Vieira
Dados: 2023.08.09 13:34:44 -03'00'

Vivian Fischer
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientadora


SERGIO LUIZ VIEIRA
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia

Prof. Júlio O.  Assinado de forma digital
por Prof. Júlio O. J. Barcellos
Dados: 2023.06.28 10:47:32
-03'00'

Júlio Otaávio Jardim Barcellos
UFRGS

Sandra Gesteira Coelho  Documento assinado digitalmente
SANDRA GESTEIRA COELHO
Data: 22/06/2023 17:29:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>
UFMG

André Thaler Neto  Documento assinado digitalmente
ANDRE THALER NETO
Data: 26/06/2023 08:54:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>
UDESC

 Documento assinado digitalmente
CARLOS ALBERTO BISSANI
Data: 09/08/2023 14:08:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de Agronomia

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.” (Arthur Schopenhauer)

AGRADECIMENTOS

A realização dessa defesa de doutorado marca o fim de mais uma etapa da minha vida, por isso, primeiramente agradeço a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse.

Agradeço à minha mãe Marcia, meu pai Cesar e meu irmão Lucas, que são meus heróis, que me dão apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço, me fortalecem, me abraçam quando necessário, sempre estão no meu coração.

À minha orientadora, Professora Doutora Vivian Fischer, pelo suporte, pela paciência, pela compreensão, pelas suas correções, pelos incentivos, pelos valiosos conselhos e todos os ensinamentos, acadêmicos e de vida, transmitidos ao longo destes quatro anos de convivência. Os meus eternos agradecimentos.

A todos meus amigos mais próximos pelo carinho, conselhos, companheirismo, amizade de sempre e por todo o apoio, inclusive emocional, durante a condução do trabalho. Agradeço também por estarem do meu lado, aguentando os meus momentos de cansaço, de pouca paciência e sempre me incentivando para dar o meu máximo esforço. Tenho certeza de que são muito especiais, sou imensamente grato por tudo.

A todos os colegas do NUPLAC, pela compreensão e principalmente pelo apoio durante a condução do experimento.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela oportunidade de fazer o curso. Ao corpo docente do PPGZ que oportunizou a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes. A CAPES, pelos recursos concedidos. Aos produtores rurais por ter aberto as portas para a nossa pesquisa.

A todos que, direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, que contribuíram para meu conhecimento e crescimento pessoal e que de alguma forma ajudaram para que eu pudesse concluir mais essa etapa quero dizer o meu muito obrigado.

QUALIDADE DO COLOSTRO E TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE PASSIVA EM BEZERRAS LEITEIRAS¹

Autor: Guilherme Heisler
Orientador: Dra. Vivian Fischer

Resumo:

Objetivou-se avaliar os efeitos das práticas de colostragem de bezerras leiteiras sobre a transferência de imunidade passiva, morbidade e o seu desenvolvimento corporal até os 90 dias de idade. Foram realizados três estudos. No primeiro estudo traçou-se o perfil das práticas de manejo associadas à transferência de imunidade passiva (TIP) e ao desenvolvimento corporal de bezerras em propriedades leiteiras do Sul do Brasil. Foram realizadas entrevistas com 177 criadores de gado leiteiro, nos estados do Paraná (7, PR), Santa Catarina (156, SC) e no Rio Grande do Sul (11, RS). O questionário continha 38 questões, sendo 18 de múltipla escolha e 20 abertas. As questões focaram em tópicos relevantes para a gestão da fase de aleitamento devido ao efeito evidenciado na saúde, sobrevivência, produtividade e desenvolvimento das bezerras. Predominaram pequenas propriedades com área média de 20,4 hectares (76,6%), sistema pastoril (86,3%), 60% das propriedades possuíam até 30 vacas, raça Jersey (79,4%). Os dados das práticas de colostragem mostraram que 24,6% dos bezerros receberam colostro na primeira hora de vida; o volume médio de colostro fornecido foi 3,1 litros, 93,1% das propriedades não avaliavam a qualidade do colostro, 14,3% das propriedades não acompanhavam o desenvolvimento corporal das bezerras e 50,9% dos proprietários desconheciam a taxa de mortalidade na fase de aleitamento. No segundo estudo foram avaliados os efeitos de fatores relacionados ao ambiente, vacas e bezerros além de práticas de colostragem sobre a transferência de imunidade passiva e o desenvolvimento ponderal de bezerras leiteiras até os 90 dias de idade. Foram avaliadas 105 bezerras da raça Holandês provenientes de sete fazendas leiteiras. Foram registradas as informações relativas à paridade e idade da vaca, necessidade de auxílio ao parto, data de nascimento, peso ao nascer; tempo transcorrido entre o nascimento e o primeiro fornecimento de colostro, volume de colostro fornecido na primeira refeição e Brix do colostro. Amostras de sangue e colostro foram coletadas para estimar a TIP e a qualidade do colostro por meio de refratômetro de Brix. Aproximadamente 79,57% das amostras de colostro apresentaram valor Brix maior ou igual a 22. Cerca de 80% das bezerras apresentaram TIP adequada ($\geq 8,4$ brix do soro). Os partos se concentraram na estação fria (75% de março a julho). O valor de Brix do colostro aumentou com a idade da vaca, mas foi reduzido pelo escore de condição corporal (ECC) da vaca e nascimentos no verão. O valor de Brix do soro sanguíneo aumentou linearmente com o aumento do Brix do colostro. A

¹Tese de Doutorado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (200 p.), março de 2023.

quantidade fornecida de colostro na primeira refeição e o intervalo entre o nascimento e a 1ª refeição com colostro foram correlacionados, respectivamente, positivamente e negativamente com os pesos corporais das bezerras aos 30, 60 e 90 dias de idade. A quantidade de colostro e o peso ao nascimento foram os fatores que mais influenciaram positivamente o desenvolvimento ponderal das bezerras até os 60 dias de vida. O peso corporal e o ganho de peso de bezerras leiteiras aos 30, 60 e 90 dias de vida foram influenciados distintamente pelas práticas de colostragem registradas, com destaque para o volume de colostro ingerido. No terceiro estudo foram avaliados bancos de dados sobre práticas de colostragem sobre a transferência de imunidade passiva e o desenvolvimento ponderal de bezerras leiteiras até os 60 dias de idade, além de fatores relacionados ao ambiente. Usaram-se dois bancos de dados, um do RS e um de São Paulo (SP), totalizando 364 bezerros, sendo 213 fêmeas e 151 machos. O peso aos 30 dias e o ganho peso (GP) aos 30 dias tenderam a ser maior em bezerros que receberam colostro de qualidade alta (Brix $\geq 22\%$ ou concentração de IgG mensurada em colostrômetro ≥ 50 mg/dL) comparado com os bezerros que receberam colostro de baixa qualidade (Brix $< 22\%$ ou concentração de IgG mensurada em colostrômetro < 50 mg/dL). Bezerros que receberam volumes de colostro igual ou maiores que 3 l/dia ou 10% do peso ao nascer apresentaram maiores peso e ganho de peso (GP) aos 30 dias. A relação entre volume de colostro fornecido na primeira refeição e como percentual do peso ao nascer (RVPN) igual ou maior que 10% levaram os bezerros a apresentar maior peso e GP aos 60 dias de idade. Melhor qualidade do colostro e maior volume de colostro fornecido na primeira refeição (VCPR) levaram a um maior valor de Brix do soro sanguíneo. A concentração de proteína sérica foi afetada pela qualidade do colostro. Houve interação entre a origem do banco de dados e estação do ano, com maior valor de Brix do colostro no verão nas observações de SP. Já os dados do RS obtiveram maiores valores de Brix do colostro no outono e inverno e menores valores na primavera e verão. Fatores relacionados às vacas (idade), final de gestação e partos sem estresse térmico, e práticas de colostragem adequadas (quantidade de colostro, Brix do colostro e intervalo para primeira colostragem) aumentam a transferência da imunidade passiva e podem melhorar o desenvolvimento ponderal de bezerras até os 90 dias.

Palavras-chave: bezerros, imunidade passiva, colostro, proteína sérica, desenvolvimento ponderal.

COLOSTRUM QUALITY AND PASSIVE IMMUNITY TRANSFER IN DAIRY CALVES¹

Author: Guilherme Heisler

Adviser: Dra. Vivian Fischer

Abstract:

The objective was to evaluate the effects of colostrum practices in dairy calves on the transfer of passive immunity, morbidity and body development up to 90 days of age. The first study evaluated the management practices associated with passive immunity transfer (PIT) and body development of heifers on dairy farms in southern Brazil. Interviews were conducted with 177 dairy cattle breeders in the states of Paraná (7, PR), Santa Catarina (156, SC) and Rio Grande do Sul (11, RS). The questionnaire contained 38 questions, 18 multiple-choice and 20 open-ended. The questions focused on relevant topics for the management of the lactation phase, due to the evidenced effect on the health, survival, productivity and development of the calves. Small properties with an average area of 20.4 hectares predominated (76.6%), with grazing-based production system (86.3%), herds with up to 30 cows (60%), mainly Jersey breed (79.4%). Data from colostrum practices showed that 24.6% provide colostrum to calves in the first hour of life, the amount of colostrum provided is an average of 3.1 liters, where 93.1% of farms do not evaluate the quality of the colostrum supplied to the calves, 14.3% of the farms do not monitor the body development of the calves and 50.9% of farmers do not know the mortality during the nursing phase. The second study evaluated the effects of factors related to the environment, cows and calves, as well as colostrum practices on the transfer of passive immunity and the weight development of dairy calves up to 90 days of age. Hundred and five Holstein calves from seven commercial dairy farms were evaluated. We registered the information related to parity and age of the dam cow, need for calving assistance, date of birth, birth weight; time elapsed between birth and the first colostrum supply, volume of colostrum supplied at the first meal and colostrum Brix. Blood and colostrum samples were collected to estimate IPT and colostrum quality using a Brix refractometer. Approximately 79.57% of the colostrum samples had a brix value greater than or equal to 22. About 80% of the calves had adequate PIT (≥ 8.4 serum brix). Births were concentrated in cols season (75% from March to July). Colostrum brix value increased with cow age but was reduced by cow body condition score (BCS) and births at summer. The blood serum Brix value increased linearly with the increase in colostrum Brix. The amount of colostrum provided at the first meal and the time interval between birth and the 1st meal with colostrum were, respectively, positively, and negatively correlated with body weights of calves at 30, 60 and 90 days of age. The amount of colostrum and birth weight were the factors that most positively influenced the weight development of calves up to 60 days of life. Body weight and weight gain of dairy calves at 30, 60 and 90 days of life were distinctly influenced by registered colostrum practices, with emphasis on the volume of ingested colostrum. The third study was about the effects of colostrum practices on the transfer of passive immunity and the weight development of dairy calves up to 60 days of age, as well factors related

to the environment. Two databases were evaluated, one from RS and one from São Paulo (SP), which contained 364 calves, 213 females and 151 males. BW at the 30-day and 30-day body weight gain (BWG) tended to be greater in calves that received high-quality colostrum (Brix $\geq 22\%$ or colostrum-measured IgG concentration ≥ 50 mg/dL) compared to calves that received low-quality colostrum (Brix $< 22\%$ or colostrum-measured IgG concentration < 50 mg/dL). Calves that received colostrum volumes equal to or greater than 3 l/day or 10% of birth weight had greater BW and BWG at 30 days. The relationship between the volume of colostrum supplied at the first meal and as proportion of BW at birth equal to or greater than 10% led calves to have higher BW and BWG at 60 days of age. Higher colostrum quality and the volume of colostrum fed at the first meal (VCPR) led to a higher blood serum Brix value. Higher serum protein concentration was affected by higher colostrum quality. Colostrum Brix values showed an interaction between the origin of the database and the season of the year, e.g. data from SP having a higher value of colostrum Brix in the summer. On the other hand, data from RS obtained higher colostrum Brix values in autumn and winter and lower values in spring and summer. Factors related to cows (age), late pregnancy and calvings without heat stress, and adequate colostrum practices (amount of colostrum, colostrum brix and interval for first colostrum) increase the transfer of passive immunity and may improve weight development in calves up to 90 days.

Key-words: calf, passive immunity, colostrum, serum protein, weight development.

¹ Doctoral Thesis in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil (200 p.), march, 2023.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	144
1. INTRODUÇÃO	155
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	177
2.1. Placenta dos bovinos.....	17
2.2. Colostro.....	17
2.3. Fatores que afetam a qualidade do colostro.....	20
2.4. Indicadores de qualidade do colostro	22
2.5. Ferramentas para avaliar a qualidade do colostro	23
2.6. Transferência de imunidade passiva	24
2.7. Avaliação da transferência de imunidade passiva	27
2.8. Falha de transferência de imunidade passiva.....	29
2.9. Taxas de crescimento de bezerras e novilhas leiteiras.....	32
3. HIPÓTESES E OBJETIVOS	38
CAPÍTULO II	39
CAPÍTULO III	80
CAPÍTULO VI	131
CONSIDERAÇÕES FINAIS	180
REFERÊNCIAS	182
ANEXOS	196
VITA	200

Lista de Tabelas

		Página
Capítulo I		
Tabela 1	Composição do colostro, leite de transição e leite integral de vacas Holandês	18
Capítulo II		
Tabela 1	Caracterização dos criadores de bovinos leiteiros no levantamento de dados na região Sul do Brasil	69
Tabela 2	Caracterização dos sistemas de produção de bovinos leiteiros no Sul do Brasil	71
Tabela 3	Práticas de manejo adotadas pelos criadores de bovinos leiteiros no Sul do Brasil	72
Tabela 4	Práticas de colostragem e alimentação de bezerras criadas no Sul do Brasil	75
Tabela 5	Práticas de manejo e controle zootécnico de bezerras criadas no Sul do Brasil	78
Capítulo III		
Tabela 1	Estatísticas descritivas de dados individuais de bezerros leiteiros da raça Holandês (n = 105 de 07 rebanhos) e suas respectivas mães inscritas em um estudo sobre práticas de manejo de colostro para a primeira refeição de colostro e seu acompanhamento ponderal dos primeiros 90 dias de vida	125
Tabela 2	Correlações lineares (r) entre as variáveis analisadas nas bezerras e em suas respectivas mães	127
Tabela 3	Análise da variância do efeito estação do ano sobre Brix do soro sanguíneo e Brix do colostro	128
Tabela 4	Análise de clusters	129
Capítulo VI		
Tabela 1	Estatísticas descritivas de dados individuais de bezerros	174

	leiteiros da raça Holandês (n = 364) em um estudo sobre práticas de manejo de colostro para a primeira refeição de colostro e seu acompanhamento ponderal dos primeiros 60 dias de vida	
Tabela 2	Análise de variância	176
Tabela 3	Valores de probabilidade e médias da interação entre a “origem do dado” e a estação de nascimento sobre o Brix do colostro	178
Tabela 4	Coefficientes de Correlação de Spearman entre as variáveis de bezerros durante o aleitamento	179

Lista de Figuras

		Página
Capítulo I		
Figura 1	Desenvolvimento da resposta imune no bezerro: da concepção à puberdade.	25
Figura 2	Taxa de crescimento de novilhas e desempenho reprodutivo.	37
Capítulo VI		
Figura 1	Plano ortogonal dos fatores principais (FP) 1 e 2 com a distribuição das variáveis originais relacionados à transferência de imunidade passiva: Estação de nascimento, Brix do colostro, Brix soro sanguíneo, Proteína sérica, Peso aos 60 dias de vida, VCPR (volume de colostro fornecido na primeira refeição) e RVPN (relação entre volume de colostro fornecido na primeira refeição e o peso ao nascer).	173

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

FTIP: falha transferência de imunidade passiva
TIP: transferência de imunidade passiva
Ig: imunoglobulinas
CPP: contagem padrão em placa
UFC: unidade formadora de colônias
IgG: imunoglobulina G
PR: Paraná
SC: Santa Catarina
RS: Rio Grande do Sul
ECC: escore de condição corporal
SP: São Paulo
GP: ganho de peso
RVPN: relação entre o volume de colostro fornecido na primeira refeição e o peso ao nascer
VCPR: volume de colostro fornecido na primeira refeição
PIT: passive immunity transfer
WG: weight gain
BCS: body condition score
IgG M: imunoglobulina M
IgG A: imunoglobulina A
TGF- β 2: fator de crescimento transformante Beta-2
GH: hormônio do crescimento
IGF-1: fator de crescimento semelhante a insulina 1
DNA: síntese de ácido desoxirribonucléico
C: celsius
RID: imunodifusão radial
PN: peso ao nascer
ELISA: enzyme linked immunosorbent assay
GGT: gamaglutamil transferase
GMD: ganho médio diário
USDA: United States Department of Agriculture
L/d: litro por dia
Kg/d: quilograma por dia
DP: desvio padrão
Kg: quilograma
US\$: dólar
UFC/ml: unidade formadora de colônia por mililitro
g/L: grama por litro
%: porcentagem
g/100ml: gramas por cem mililitros
 μ g/L: microgramas por litro
 μ g/100ml: microgramas por cem mililitros
 μ g/g: microgramas por gramas
ha: hectares
h: hora
L: litros
PV: peso vivo
IBGE: Instituto Brasileiro de geografia e estatística

EMATER/RS: Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência
Técnica e Extensão Rural
g/dl: gramas por decilitro

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

A criação de bezerras e novilhas leiteiras muitas vezes é vista pelo produtor como um custo adicional na propriedade, uma vez que elas ainda não entraram em produção. No entanto, estes animais irão substituir as vacas do rebanho e ao mesmo tempo poderão constituir na segunda fonte de renda ao produtor, por meio de sua comercialização, quando o rebanho leiteiro estiver estabilizado.

As perdas de animais, por morte de fêmeas leiteiras nas primeiras semanas de vida (bezerras) ou por descarte no início da primeira lactação são um aspecto crítico das fazendas leiteiras em diversas partes do mundo, inclusive no Brasil (Ollhoff et al., 2008), e impactam negativamente o bem estar dos animais e na percepção da sociedade sobre a produção leiteira (Ventura et al., 2016). As taxas de mortalidade e as doenças relacionadas reportadas diferem substancialmente entre as fazendas, e podem ser devidas a fatores de risco distintos (Windeyer et al., 2014).

Entre as práticas de manejo iniciais das bezerras, se destaca o fornecimento de colostro de qualidade logo após o nascimento, o qual deve ser produzido e conservado em condições higiênicas, com elevada concentração de IgG, o que é determinante do sucesso de sua criação (Godden, 2008). Estima-se que práticas inadequadas relativas ao fornecimento do colostro provoquem prejuízos econômicos, em média, de US\$ 65,00 por bezerra, quando se considera a mortalidade, a morbidade e a redução do ganho de peso médio diário (Raboisson et al., 2016).

A colostragem adequada representa menor morbidade e mortalidade durante o período de aleitamento (Williams et al., 2014). No longo prazo existem benefícios adicionais, associados com o êxito da transferência de imunidade passiva, como redução da mortalidade no período pós-desaleitamento, melhores ganhos de peso, redução da idade ao primeiro parto e aumento da produção de leite durante as duas primeiras lactações (Faber et al., 2005). O colostro tem a função de ser a fonte imediata de energia essencial para a sobrevivência da bezerra durante as primeiras horas de vida (Davis e Drackley, 1998), além de realizar a transferência de anticorpos maternos, protegendo a bezerra contra doenças infecciosas nos primeiros dias de vida.

Entretanto uma proporção considerável de bezerras apresenta falha na transferência de imunidade passiva (FTIP), o que pode comprometer a saúde e, subsequentemente, a sobrevivência das bezerras, e posterior desempenho produtivo e reprodutivo, influenciando a economia do sistema (Campbell et al., 2007).

O êxito na transferência de imunidade passiva (TIP) é dependente da concentração de imunoglobulinas (Ig) no colostro, do volume de colostro ingerido, do intervalo de tempo entre o nascimento e a sua ingestão, da qualidade sanitária do colostro e da capacidade de absorção das Ig no intestino (Godden 2008; McGuirk e Collins, 2004; Weaver et al., 2000). O colostro de qualidade deve conter concentração de imunoglobulinas superior a 50g/L (Godden, 2008), contagem bacteriana total (CBT) <100.000 ufc/ml, e apresentar contagem de coliformes <10.000 ufc/ml (McGuirk e Collins, 2004). Um estudo realizado em diferentes regiões dos EUA com 87 amostras de colostro, mostrou que aproximadamente 30% não apresentavam a concentração mínima de imunoglobulinas recomendada (50g/L) e 43% dessas amostras continham CBT >100.000 ufc/ml, assim concluindo que só 39,4% das amostras apresentavam concentrações de IgG e características microbiológicas adequadas (Morris et al., 2012). Em um estudo brasileiro, onde foram avaliadas 66 amostras de colostro, 48,4% delas apresentavam concentrações de imunoglobulinas >50 g/L e 24% das amostras de colostro apresentavam parâmetros de qualidade microbianas abaixo do desejado (Santos et al., 2017). Isso demonstra que as FTIP podem ocorrer em grande parte das bezerras recém-nascidas. Todavia outros fatores além da concentração de IgG e CBT podem ser relevantes, como o volume de colostro ministrado, condições climáticas no final da gestação e ao nascimento, entre outros.

Desta forma, a presente tese objetivou avaliar os efeitos das práticas de colostragem de bezerras leiteiras sobre a transferência passiva de imunidade e o seu desenvolvimento corporal até os 90 dias de idade a fim de avaliar e estimar o impacto da falha na transferência da imunidade passiva sobre desenvolvimento ponderal de fêmeas leiteiras.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Placenta dos bovinos*

Formada pela justaposição das membranas fetais e tecidos maternos, a placenta dos mamíferos é um órgão transitório. A sua principal função é regular o intercâmbio fisiológico entre a mãe e o seu feto, sendo assim, responsável pelas excreções, respiração do feto e troca de nutrientes durante o período gestacional (Brólio et al., 2012).

A placenta dos bovinos é classificada como sinepiteliocorial, sendo que o epitélio coriônico fica em contato direto com os tecidos uterinos, ocorrendo pequeno grau de invasão de células no tecido materno, indicando que há tolerância imunológica materna para que a rejeição fetal não ocorra por parte da mãe (Catoia et al., 2016). Ela tem a capacidade de proteger a bezerra da maior parte dos acometimentos virais ou bacterianos, mas, por outro lado, impede da mesma maneira a passagem transplacentar de imunoglobulinas (Borghesi et al., 2014; Tizard, 2014; Burton et al., 2006; Salmon, 1999) e consequentemente as bezerras recém-nascidas são agamaglobulinêmicas (Kampen et al., 2006; Peter, 2013).

As bezerras recém-nascidas dependem totalmente do colostro para adquirir imunidade passiva (Kertz et al., 2017). A ingestão e a absorção de quantidades adequadas de imunoglobulinas, presentes no colostro, são condições essenciais para o estabelecimento da imunidade do bezerro, até que o seu sistema imune se torne completamente funcional (Godden, 2008; Tizard, 2014).

2.2. *Colostro*

O colostro materno é um alimento altamente nutritivo que deve ser fornecido ao recém-nascido ao nascer, além de possuir alta concentração de imunoglobulinas, que são proteínas que desenvolvem o sistema imunológico do bezerro por meio de transferência passiva (Lopez and Heinrichs, 2022). A formação do colostro (colostrogênese) se dá pelo acúmulo de imunoglobulinas

séricas na glândula mamária durante as 4 últimas semanas de gestação (Tizard, 2014), influenciada por alterações nos hormônios, como a progesterona, além de hormônios lactogênicos, como a prolactina (Godden, 2008; Tizard, 2014; Baumrucker and Bruckmaier, 2014).

O colostro possui composição diferente do leite integral, em especial quantidade elevada de proteínas totais (Tabela 1, Godden et al., 2019), devido às maiores concentrações de imunoglobulinas (Godden, 2008).

Tabela 1. Composição do colostro, leite de transição e leite integral de vacas Holandês

Variável	Ordenhas pós-parto			
	1	2	3	Leite
Sólidos totais (%)	23,9	17,9	14,1	12,9
Gordura (%)	6,7	5,4	3,9	4,0
Proteína total (%)	14,0	8,4	5,1	3,1
Caseína (%)	4,8	4,3	3,8	2,5
Albumina (%)	6,0	4,2	2,4	0,5
Imunoglobulinas (%)	6,0	4,2	2,4	0,09
IgG (g/100ml)	3,2	2,5	1,5	0,06
Lactose (%)	2,7	3,9	4,4	5,0
IGF-I (µg/L)	341	242	144	15
Insulina (µg/L)	65,9	34,8	15,8	1,1
Cinzas (%)	1,11	0,95	0,87	0,74
Cálcio (%)	0,26	0,15	0,15	0,13
Magnésio (%)	0,04	0,01	0,01	0,01
Potássio (%)	0,14	0,13	0,14	0,15
Sódio (%)	0,07	0,05	0,05	0,04
Vitamina A (µg /100 ml)	295	190	113	34
Vitamina E (µg /g de gordura)	84	76	56	15

(Adaptado de Godden et al., 2019)

No colostro dos bovinos se encontram três imunoglobulinas de grande importância: IgG, IgM e IgA, sendo o IgG a principal imunoglobulina e aquela em maior concentração (85% a 90%) presente no colostro, e é responsável

pela imunidade sistêmica do organismo do animal (Singh et al., 2011). Já a IgM é protege a ocorrência de septicemia e a IgA protege as membranas que recobrem a superfície de vários órgãos, em especial o intestino, em combate a infecções e bloqueia a passagem de antígenos para o sangue (Răducan et al., 2013).

O colostro também fornece fatores de crescimento, hormônios, proteínas de fase aguda, fatores imunomoduladores, enzimas, peptídeos e proteínas com atividade antimicrobiana, antioxidantes (Godden, 2008; Stelwagen et al., 2009). Segundo Tizard (2014), os fatores de crescimento encontrados no colostro são o fator de crescimento transformante beta-2 (TGF- β 2), o hormônio do crescimento (GH), a insulina e o fator de crescimento semelhante à insulina 1 (IGF-1), este que é um regulador do desenvolvimento do trato intestinal das bezerras recém-nascidas. Estas substâncias são responsáveis por estimularem o crescimento da mucosa intestinal, a secreção de enzimas, a síntese de ácido desoxirribonucleico (DNA) intestinal e responsáveis pelo aumento do tamanho das vilosidades intestinais e aumento da captação de glicose (Godden, 2008).

Outra questão do colostro é que ele contém rica população microbiana, que é transferida da mãe para o bezerro através da ingestão do colostro (Lima et al., 2017; Yeoman et al., 2018). É bem aceito que o leite materno tem efeito benéfico na colonização do intestino do neonato (Walker and Iyengar, 2015). Sabe-se que várias bactérias presentes no colostro e no leite estão associadas à saúde intestinal e ao desenvolvimento do sistema imunológico de seu recém-nascido (Toscano et al., 2017). Addis et al. (2016) levantaram a hipótese que estes efeitos benéficos do leite materno sobre o recém-nascido também se aplicariam ao bezerro recém-nascido. Há estudos que pesquisaram a associação entre a alimentação com colostro e a colonização intestinal do bezerro (Hang et al., 2021; Klein-Jöbstl et al., 2019; Malmuthuge et al., 2015; Song et al., 2021); mas, poucos estudos tinham focado nos possíveis benefícios para a imunidade do bezerro recém-nascido.

O estudo de Van Hese et al., (2022) mostrou que amostras de colostro foram dominadas pelos filos *Proteobactéria*, *Firmicutes*, *Bacteroidetes* e *Actinobactéria*. Os 10 gêneros mais abundantes no conjunto de dados deste estudo foram *Acinetobacter* (16,2%), *Pseudomonas* (15,1%), gênero pertencente à família *Enterobacteriaceae* (4,9%), *Lactococcus* (4,0%),

Chryseobacterium (3,9%), *Staphylococcus* (3,6 %), *Proteus* (1,9%), *Streptococcus* (1,8%), *Enterococcus* (1,7%) e *Enhydrobacter* (1,5%). Os gêneros restantes (além desses 10 primeiros) representaram 36,5% das contagens e outros 8,7% não foram identificados. Os resultados do presente estudo indicam que os micróbios presentes no colostro estão associados à transferência de imunidade passiva em bezerros neonatos, pois a composição microbiana também pode afetar a absorção de IgG no bezerro (Van Hese et al., 2022). Outro dado interessante deste estudo de Van Hese et al., (2022) é o efeito sazonal na composição microbiana do colostro.

Sabe-se também que o colostro é responsável por fornecer a primeira fonte de nutrientes às bezerras recém-nascidas, contendo proteínas, aminoácidos essenciais e não essenciais, ácidos graxos, lactose, minerais e vitaminas (Sacerdote et al., 2013; Madsen et al., 2004). O colostro é uma fonte de energia para os bezerros durante as primeiras horas de vida, pois eles nascem com reservas energéticas limitadas (Morrill et al., 2012). Apenas 3% do peso corporal do bezerro recém-nascido é lipídico e é principalmente estrutural, o que limita sua disponibilidade para o metabolismo do bezerro (Morrill et al., 2012). Como resultado, os bezerros dependem dos lipídios e da lactose presentes no colostro materno como fonte de energia durante as primeiras horas de vida (Morrill et al., 2012). O colostro também contém carboidratos, várias outras proteínas, fatores de crescimento, enzimas, inibidores de enzimas, nucleotídeos, nucleosídeos, citocinas e gorduras (McGrath et al., 2016).

Fischer-Tlustos et al. (2020) relataram que o colostro da primeira ordenha e o leite de transição têm concentrações elevadas de alguns oligossacarídeos, incluindo 3'-sialilactose e 6'-sialilactose em comparação com o leite, e afirmaram que estes têm efeitos benéficos para o bezerro, como proteção da mucosa intestinal por se aderir as bactérias (Martín et al., 2002). No geral, o colostro materno fornece nutrientes e fatores não nutritivos que ajudam o sistema imunológico a se tornar ativo, amadurecer o intestino e promover o desenvolvimento de órgãos (Hammon et al., 2020)

2.3. Fatores que afetam a qualidade do colostro

Existe uma gama de fatores responsáveis por influenciarem a qualidade do colostro, onde a concentração de imunoglobulinas, em especial a IgG, é a de maior importância (Godden, 2008). A qualidade do colostro está relacionada ao volume produzido, contato anterior da vaca com patógenos, duração do período seco (Davis e Drackley, 1998; Weaver et al., 2000) e o conforto térmico da vaca durante o período seco (Tao e Dahl, 2013). Ainda, a concentração de imunoglobulinas varia entre as ordenhas e entre as raças (Gavin et al., 2018; Soares Filho et al., 2001; Tyler et al, 1999), conforme o número de lactações.

Segundo Godden (2008), o volume de colostro produzido é um fator que influencia a concentração de imunoglobulinas, relatando que quando a primeira ordenha é maior que 8,5 kg, o colostro apresenta uma concentração menor de imunoglobulinas, em concordância com Bamn (1998).

Vacas da raça Holandês apresentam menor concentração de IgG comparada às demais raças, provavelmente devido ao efeito de diluição pela maior produção leiteira (Conneely et al., 2014). As raças de corte tendem a produzir colostro com qualidade superior ao colostro das vacas leiteiras, pelo fato dessas últimas produzirem maior volume de colostro e por maior exposição a antígenos, possivelmente por possuir maior idade ao parto (Godden, 2008). Soares Filho et al. (2001) relatam que independentemente do grau de sangue, animais mestiços Holandês-Zebu não apresentam diferenças significativas na concentração de IgG no colostro.

Outro fator que afeta a qualidade do colostro é o número de lactações, uma vez que as vacas a partir da terceira lactação tendem a produzir colostro de maior qualidade, quando se compara ao colostro de novilhas ao primeiro parto, sendo que elas já foram expostas a uma gama maior de agentes patogênicos (Gulliksen et al., 2008).

A duração do período seco da vaca influencia na secreção de imunoglobulinas. Mayasari et al. (2015) compararam a duração do período seco: inexistente, 40 e 60 dias de duração, e concluíram que as vacas sem período seco produziram colostro com menor concentração de IgG e IgM, quando comparadas com as vacas com 40 e 60 dias de período seco. Outra questão é a ordenha antes do parto, a qual pode reduzir a concentração de imunoglobulinas presentes no colostro (Lenzer, 2012).

O estresse térmico é um fator que não pode ser esquecido, uma vez que vacas secas sob estresse térmico apresentam menor proliferação de células epiteliais mamárias, alterando o desenvolvimento da glândula mamária (Ouellet et al., 2020). Também reduzem o consumo de matéria seca (20 a 50%) que, por consequência, disponibilizam menos nutrientes a glândula mamária para a síntese do colostro (Ouellet et al., 2020). Entretanto, Tao et al., (2012) relatam em seu estudo que o estresse térmico durante o período seco não afetou o volume e o conteúdo de Ig do colostro em vacas. Mas, ao investigarem os efeitos do estresse térmico durante o período pré-parto em relação ao metabolismo, colostro e produção de leite subsequente das vacas leiteiras, Seyed Almoosavi et al. (2021) observaram que as vacas do grupo sob estresse térmico tiveram redução na duração da gestação (aproximadamente 6 dias mais curta - 268 dias de gestação), na produção do colostro (4,03 kg), no peso ao nascer das bezerras (aproximadamente 6 kg a menos – 30,7 kg) e na concentração de IgG (74,7%) em comparação com as vacas que possuíam sistema de resfriamento.

2.4. Indicadores de qualidade do colostro

O colostro para ser considerado de boa qualidade deve apresentar concentração mínima de IgG. Estudos propuseram um valor de corte acima de 50 g/l e contagem bacteriana <100.000 UFC/ml (Godden, 2008). Bartier et al. (2015) propuseram novo valor de corte, acima de 80 g/L determinado pelo colostrômetro e $\geq 22\%$ pelo refratômetro de Brix para bovinos leiteiros da raça Holandês (Godden et al., 2019). Todavia, para bovinos da raça Jersey, o ponto de corte para colostro de alta qualidade (>50 mg de IgG/mL) utilizado no refratômetro de Brix é outro. Um estudo validando leituras de Brix com colostro Jersey de vacas primíparas e múltiparas, 18% foi considerado o limite mais adequado com base na precisão (Morrill et al., 2015). Este limite proposto para vacas Jersey é inferior ao limite sugerido por Silva-del-Río et al. (2017), que afirmaram que o melhor limiar de leitura de % Brix para identificar colostro com > 50 IgG g/L no colostro da primeira ordenha de vacas múltiparas Jersey, foi de 20,9% com base no critério do índice de Youden. Quando a precisão foi usada como critério de seleção, os resultados (18,0% Brix) foram os mesmos do

estudo anterior. No entanto, o índice de Youden é um critério de seleção mais desejável, pois não é afetado pela prevalência de colostro de má qualidade.

A qualidade microbiológica do colostro também é importante, pois as bactérias no colostro podem reduzir a absorção intestinal de macromoléculas como as imunoglobulinas (James et al., 1981). Para reduzir a carga inicial de microrganismos patogênicos e manter as concentrações de IgG, uma excelente alternativa é a pasteurização do colostro a 60°C durante 30-60 min. O método de estocagem do colostro tem forte efeito sobre a contaminação bacteriana (Morrill et al., 2012).

O colostro pode ser mantido sob refrigeração por uma semana, desde que seja resfriado rapidamente e não haja contaminação bacteriana. Quando congelado, conserva-se por um ano sem perder suas propriedades imunológicas e nutricionais, desde que não haja recongelamentos. O colostro não deve ser estocado à temperatura ambiente e nem aquecido a mais de 62°C (Doepel and Bartier, 2014).

A ingestão de colostro com qualidade sanitária inferior pode ocasionar ganho de peso inferior das bezerras (Godden et al., 2012).

2.5. Ferramentas para avaliar a qualidade do colostro

A avaliação do colostro é de fundamental importância para o manejo da colostragem de uma fazenda (Quigley et al., 2013). Nos EUA somente 53% das fazendas avaliam de maneira rotineira a qualidade do colostro e 45% dessas fazendas utilizam a aparência visual como a maneira de avaliar a qualidade do colostro (USDA, 2016). No Brasil, o estudo de dos Santos and Bittar (2015) reporta que cerca de 11% das propriedades rurais avaliam a qualidade do colostro.

Diversos estudos foram desenvolvidos para, de maneira direta ou indireta, medir a concentração de IgG (Elsohaby et al., 2017). O ensaio de imunodifusão radial (RID) é o método de avaliação considerado o mais preciso para avaliar de maneira direta o conteúdo de IgG no colostro, o equipamento permite estimar a qualidade do colostro com base na correlação linear entre a concentração de imunoglobulinas e sua densidade (Fleenor e Stott, 1980). Porém, este método de avaliação é um método laboratorial que requer tempo

de 18 a 24h para se concluir os resultados, sendo assim, de pequena aplicabilidade prática nas propriedades leiteiras (Bielmann et al., 2010).

Os métodos indiretos mais usados para avaliar a qualidade do colostro a campo são o refratômetro de Brix e o colostrômetro (Elsohaby et al., 2017). O colostrômetro usa a gravidade específica do colostro e capacidade de fornecer a qualidade relativa, porém não traz as exatas concentrações de IgG (Fleener and Stott, 1980). A concentração de imunoglobulinas possui alta relação com a gravidade específica do colostro, apesar da análise a partir do colostrômetro ser de maneira rápida e de possuir baixo custo, este método tem dependência com a temperatura em que a amostra do colostro é avaliada (20° a 25°C), levando a possível avaliação errônea (Quigley et al., 2013).

O refratômetro de Brix é um outro método de avaliação da qualidade do colostro, e tem menor sensibilidade à temperatura. A porcentagem Brix se caracteriza por ser uma medida das concentrações de sacarose em determinados líquidos, como por exemplo, vinho, melão e suco de frutas. Quando é usado em líquidos que não possuem sacarose em sua composição, a porcentagem Brix se correlaciona com o teor de sólidos totais presentes nele, se tornando uma avaliação eficiente da concentração de imunoglobulinas do colostro bovino (Moore et al., 2009).

2.6. Transferência de imunidade passiva (TIP)

A bezerra recém-nascida é totalmente dependente das imunoglobulinas que estão presentes no colostro materno para a sua proteção contra as infecções, pelo motivo do tipo de arranjo placentário dos bovinos, que impede a transferência de imunoglobulinas maternas para o feto (Godden, 2008; Peter, 2013; Tizard, 2014). Assim, durante a vida fetal, os fetos são predominantemente protegidos pelo sistema imunológico inato (Fig. 1). A resposta imune inata é mediada por células fagocíticas (neutrófilos e macrófagos) que não se desenvolvem completamente até o final da gestação, havendo declínio da capacidade funcional à medida que a gestação se aproxima devido ao aumento as concentrações de cortisol fetal (Figura 1) (Barrington and Parish, 2001).

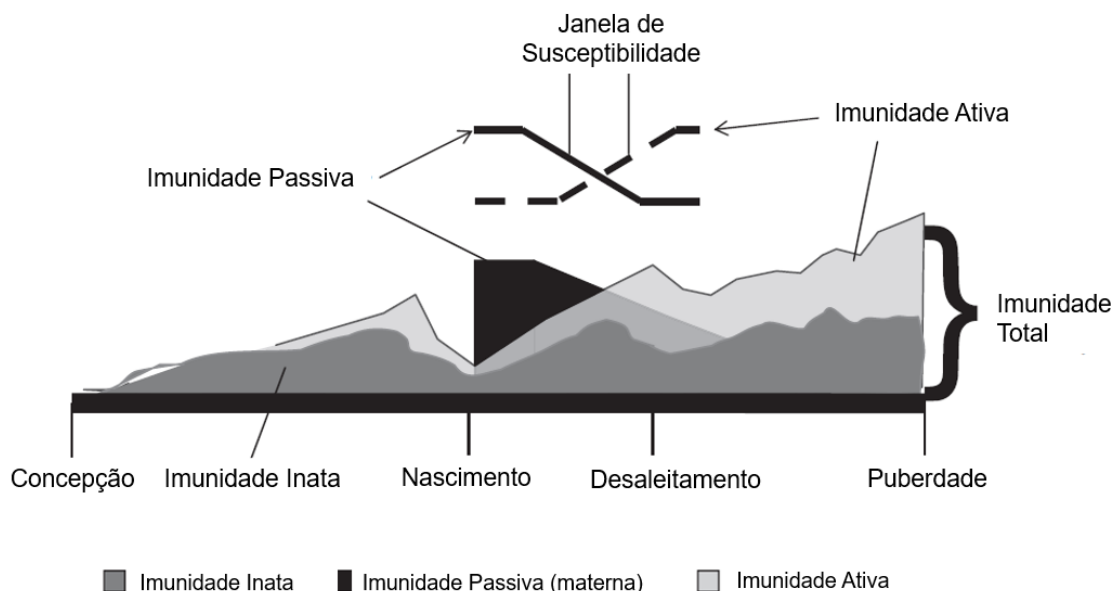


Figura 1. Desenvolvimento da resposta imune no bezerro: da concepção à puberdade. (Adaptado de Chase et al. (2008))

Desta maneira, a ingestão e absorção, em quantidades adequadas e precoce, de imunoglobulinas presentes no colostro são condições de extrema importância para fornecer proteção imunológica aos neonatos durante pelo menos as primeiras duas a quatro semanas de vida, ou seja, o estabelecimento adequado da imunidade passiva da bezerra, até o sistema imune se tornar totalmente funcional (McGrath et al., 2016; Tizard, 2014; Godden, 2008).

Como se sabe, o desenvolvimento do sistema imunológico em bezerros progride desde a concepção até a maturidade em aproximadamente seis meses após o nascimento (Figura 1) (Chase et al., 2008). Portanto, o colostro é a base primária para proteção das bezerras contra doenças e deve ser fornecido imediatamente após o nascimento do bezerro e não deve ser adiado, para fornecer imunidade passiva protetora (Fischer et al., 2018).

A transferência de imunidade passiva (TIP) se caracteriza pela aquisição de imunoglobulinas, presentes no colostro, pela bezerra por meio da absorção intestinal da mesma (Quigley and Drewry, 1998). O sucesso na TIP é dependente de fatores como a concentração de imunoglobulinas no colostro, do volume ingerido, do tempo entre o nascimento e a ingestão, da qualidade sanitária do colostro e da capacidade de absorção (Silper et al., 2012).

A bezerra deve ingerir de 80 a 150 g de IgG/refeição, no colostro, para que a TIP seja obtida com êxito, o mais rápido possível após o nascimento, além de ser capaz de absorver a quantidade suficiente dessas moléculas para a sua circulação (Godden, 2008). Dessa forma além da concentração de IgG, outro fator a ser considerado é o volume de colostro ingerido pela bezerra recém-nascida. Esta quantidade adequada é de 10% a 12% do peso ao nascer (PN) da bezerra, correspondendo a cerca de quatro a seis litros de colostro (para uma bezerra Holandês) de boa qualidade (>50 g/l de IgG, e contagem bacteriana de <100 mil ufc/ml), de preferência até seis horas após o nascimento, com a primeira ingestão, de dois a três litros, preferencialmente na primeira hora de vida (Hogan et al., 2015; Doepel e Bartier, 2014; Godden et al., 2009; Vasseur et al., 2009; Godden, 2008). A absorção intestinal da IgG intacta do colostro é maior dentro de seis horas após o nascimento, quando a permeabilidade intestinal é maior, mas diminui drasticamente desde a 6ª até a 12ª hora de vida e basicamente termina em 24 horas (Lorenz et al., 2011; Godden, 2008), em concordância com Cortese (2009), que relatou que 50% da capacidade de absorção se mantém após seis horas do nascimento, com oito horas essa capacidade cai para 33%.

A capacidade absorptiva depende da condição fisiológica do bezerro ao nascimento. Animais em acidose respiratória ao nascer têm menor capacidade de absorver as imunoglobulinas do colostro nas primeiras 12 horas de vida (Besser et al., 1990). No entanto, Godden (2008) relata que não há diferenças na capacidade absorptiva total entre estes bezerros e aqueles normais e afirma que as diferenças observadas em alguns estudos devem estar relacionadas ao maior tempo gasto pelo bezerro para levantar e mamar o colostro.

Outro fator importante é o estresse térmico, pois bezerras nascidas de vacas expostas ao estresse térmico durante o final da gestação (ou seja, o período seco das suas mães) têm menores valores de peso ao nascimento (Tao et al., 2012) (Tao et al., 2012)(Tao et al., 2012)(Tao et al., 2012)(Tao et al., 2012)(Tao et al., 2012)(Tao et al., 2012)(Tao et al., 2012)(Tao et al., 2012)(Tao et al., 2012), peso ao desaleitamento e apresentam transferência de imunidade passiva comprometida (Tao et al., 2012) em comparação com aqueles nascidos de mães que são resfriadas adequadamente (Monteiro et al., 2016, 2014).

Ao investigarem bezerras nascidas de nulíparas sob condições de estresse térmico *in útero* e sobre condições adequadas *in útero* (resfriamento), Davidson et al. (2021) observaram que as bezerras expostas ao estresse térmico *in útero* foram menos eficientes na absorção de imunoglobulinas (IgG) do colostro e tiveram concentrações séricas de IgG reduzidas (26,3%) durante o período pré-desaleitamento em comparação as bezerras nascidas em condições adequadas (42,7%).

Além do estresse térmico durante as últimas seis semanas de gestação afetar negativamente a sobrevivência e a produção de leite até a primeira lactação da prole (Monteiro et al., 2016), o estresse térmico afeta negativamente a capacidade da bezerra de adquirir imunidade passiva, independentemente da fonte de colostro que a bezerra ingeriu (Monteiro et al., 2014). Estas bezerras apresentam a função imunológica prejudicada, tendo maior suscetibilidade às doenças (Ouellet et al., 2020). Esta diminuição da transferência de imunidade passiva por efeitos do estresse térmico, tem relação com o estresse calórico *in útero*, que pode acelerar o fechamento do intestino, reduzir a captação de IgG. Por consequência, a diminuição da captação de IgG e a redução da função imunológica após o estresse térmico gestacional podem acarretar à em redução da saúde e do crescimento da bezerra a longo prazo (Ahmed et al., 2021).

Há evidências que as bezerras que receberam colostragem adequada, quando adultas, apresentam maior produção de leite (Williams et al., 2014). A longevidade de novilhas pode ser afetada pela ingestão adequada de colostro logo após o nascimento, além de influenciar na idade ao primeira parto e na produção de leite nas duas primeiras lactações (Faber et al., 2005).

2.7. Avaliação da transferência de imunidade passiva

Para um diagnóstico de eficiente absorção de colostro são realizadas medidas diretas e indiretas (Elsohaby et al., 2019). A avaliação direta pode ser feita por meio da dosagem sérica de IgG (Godden, 2008) e indiretamente por meio da determinação de substâncias, como a proteína sérica total, esta possui alta correlação com a concentração de imunoglobulina (Naylor e Kronfeld, 1977).

Existem vários métodos para avaliar o *status* de TIP, mas os mais utilizados são a coagulação por glutaraldeído, RID, ELISA (*enzyme linked immunosorbent assay*), refratometria e atividade da enzima gamaglutamil transferase (GGT). A imunodifusão radial e a determinação em ensaios de ELISA são os testes capazes de avaliar a concentração de IgG no soro de maneira direta. Todos os demais métodos baseiam-se na concentração de imunoglobulinas totais ou outras proteínas, em que a transferência passiva é uma associação com a de IgG (Weaver et al., 2000). Mas estes métodos, com exceção da refratometria, são mais demorados em fornecer os resultados, se tornando mais difíceis de aplicar nas propriedades. O refratômetro se constitui em um método simples, barato e de rápida aplicação para o monitoramento da TIP nas propriedades. Segundo Godden (2008), este método tem por objetivo medir a concentração de proteína total de uma amostra de soro sanguíneo, possuindo relação direta com a concentração de IgG da amostra. A porcentagem Brix é capaz de apresentar alta correlação ($r = 0,93$) com a concentração de IgG sérica, assim permitindo o uso do refratômetro de Brix para a avaliação da qualidade do colostro e da própria TIP (Deelen et al., 2014).

Sabe-se que a avaliação da TIP deve ser feita, em bezerras recém-nascidas, entre 24 e 9 dias de idade, uma vez que as concentrações de IgG ou proteínas séricas totais (PST) medidas até 9 dias de idade podem fornecer estimativas confiáveis de transferência passiva de imunidade 24 horas após a alimentação com colostro (Wilm et al., 2018). Segundo o estudo de Wilm et al. (2018), as concentrações séricas de IgG de bezerras leiteiras que atingem a transferência passiva de imunidade diminuem a uma taxa de aproximadamente 0,7 mg/mL por dia de 24 h a 10 dias de idade, mas os valores em todos os dias permanecem altamente correlacionados com os valores de referência tomados 24 horas após a alimentação com colostro. As concentrações de PST nos dias 2 a 3 são altamente correlacionadas com o valor de referência de 24 horas, mas as correlações permanecem muito altas de 4 a 9 dias. As concentrações de PST em cada um desses dias são altamente correlacionadas com a medida padrão de IgG 24 horas após a alimentação com colostro.

2.8. Falha de transferência de imunidade passiva

O manejo do colostro é considerado o fator isolado mais importante que interfere na sanidade e sobrevivência dos bezerros leiteiros, visto que animais com menos de cinco semanas de idade não têm imunidade ativa e os anticorpos do colostro são a única fonte de imunoglobulinas (Ig) para protegê-los de doenças infecciosas durante esta fase da vida (Weaver et al., 2000). Contudo, uma proporção significativa dos bezerros apresenta falhas na transferência da imunidade passiva (FTIP) via Ig colostrais, contribuindo para as altas taxas de morbidade e mortalidade durante o aleitamento, com perdas imediatas ou em longo prazo associadas à saúde, bem-estar, precocidade, produtividade e longevidade dos animais.

A saúde e a sobrevivência dos bezerros são afetadas por várias práticas de manejo, como intervenção no parto, administração de colostro e regimes alimentares (Murray et al., 2015a). O manejo do colostro é uma das áreas mais críticas dos cuidados com os bezerros, sendo o primeiro passo na prevenção da perda de bezerras (Beam et al., 2009; Vogels et al., 2013). Estima-se que um terço das mortes que ocorrem nas três primeiras semanas de vida seja devido à inadequada ingestão de colostro.

O fornecimento inadequado de colostro leva a FTPI, condição que é definida como concentração de Ig no soro de bezerros menor que 10 g/L nas 24 a 48 horas de vida (Furman-Fratczak et al., 2011; Beam et al., 2009; Godden, 2008; Faber et al., 2005; Jaster, 2005). Estes padrões para categorizar bezerras com TIP (concentrações séricas de IgG ≥ 10 g/L) ou FTIP (concentrações séricas de IgG < 10 g/L) tem sido utilizados por quase 40 anos (Lombard et al., 2020).

Mas alguns estudos recentes vêm destacando que este padrão de concentração sérica de IgG deve ser maior do que o tradicionalmente recomendado (Furman-Fratczak et al., 2011; Urie et al., 2018a; Waldner and Leigh, 2009; Windeyer et al., 2014). O estudo de Urie et al. (2018) mostra redução significativa na mortalidade de bezerras com concentrações séricas de IgG ≥ 15 g/L, em comparação com bezerras com menos de 15 g/L, em

concordância com os resultados de Furman-Fratczak et al. (2011) e Waldner e Leigh (2009).

Lombard et al. (2020) propuseram nova categorização de TIP, que inclui 4 categorias de IgG sérica: excelente, bom, regular e ruim com concentrações séricas de IgG ≥ 25.0 , 18.0-24.9, 10.0-17.9 e < 10 g/L. Onde ao nível de propriedade, se tenha por objetivo que >40 , 30, 20 e $<10\%$ das bezerras estejam nas categorias excelente, boa, regular e ruim de TIP, respectivamente. Este novo padrão proposto pelos autores deve reduzir ainda mais o risco de mortalidade e morbidade em bezerros recém-nascidos.

Estudos indicaram a FTPI como um fator de risco importante na incidência e gravidade de doenças entéricas e respiratórias dos bezerros (Donovan et al., 1998; Furman-Fratczak et al., 2011; Maunsell and Donovan, 2008), e tem sido relatado que 31% a 39% da mortalidade de bezerros pode ser devida a FTPI (DeNise et al., 1989; Godden, 2008a; Tyler et al., 1999; Wells et al., 1996). Entre as consequências a longo prazo das FTPI, citam-se os efeitos negativos na idade do primeiro parto e desempenho na lactação de primíparas (DeNise et al., 1989; Heinrichs and Heinrichs, 2011), aumento da contagiosidade ou liberação de patógenos (Lopez et al., 1988), crescimento reduzido (Dewell et al., 2006), produção de leite reduzida na primeira e segunda lactação e aumento das taxas de descarte (DeNise et al., 1989).

Embora a importância da transferência passiva tenha sido estudada extensivamente, as fazendas leiteiras continuam com o desafio da FTIP e seus custos econômicos e de bem-estar associados. Por exemplo, pesquisas encontraram taxas de FTIP de 25 a 37% no Canadá (Trotz-Williams et al., 2008; Wallace et al., 2006), 21% nos Estados Unidos (USDA, 2010), 38% na Austrália (Vogels et al., 2013) e 30 a 35% na Itália (Cavirani et al., 2005; Lora et al., 2017). Uma pesquisa sobre as práticas de manejo de bezerros em Quebec, Canadá, relatou que nenhuma fazenda avaliava a qualidade do colostro ou o *status* de transferência passiva de recém-nascidos (Vasseur et al., 2010). Os dados de pesquisa nos Estados Unidos revelaram que 15% das fazendas testavam a qualidade do colostro e apenas 6% faziam a avaliação das bezerras para detectar FTIP (USDA, 2016).

No Brasil um estudo de Santos e Bittar (2015), com 179 produtores e/ou técnicos da propriedade entrevistados nos estados de Minas Gerais, São

Paulo, Paraná, Ceará, Goiás e Distrito Federal, mostra que 98% das propriedades não monitoram a proteína sérica das bezerras. Um outro levantamento realizado em 138 propriedades em várias regiões do Brasil, mostrou que 9% destas propriedades não faz a avaliação da qualidade do colostro a ser ofertado as bezerras recém-nascidas (Alta Cria, 2022). Fruscalso et al. (2017) avaliaram 160 propriedades no norte do estado do Rio Grande do Sul, em que 100% das propriedades avaliadas desconhece a qualidade do colostro ingerido pelas bezerras.

Outra medida importante para avaliar o sucesso do manejo de bezerros é o ganho médio diário (GMD) (Breen et al., 2012), mas, poucos criadores de bovinos leiteiros acompanham o peso das bezerras (Murray e Leslie 2013) ou estabelecem metas específicas durante o período de alimentação. Além disso, o pensamento mudou consideravelmente sobre as práticas de aleitamento: existem evidências que fornecer mais leite para as bezerras, além de melhorar as taxas de crescimento, pode reduzir a incidência de doenças e facilitar a maior ingestão de alimentos sólidos quando combinada com a estratégia apropriada de desaleitamento (Khan et al., 2011). Os bezerros com acesso livre ao leite geralmente bebem 10 L/d ou mais (Jasper e Weary, 2002; De Passillé et al., 2011) e são capazes de aumentar 1 kg de peso corporal/d (Eckert et al., 2015; Sweeney et al., 2010). No entanto, dados recentes dos EUA mostram que 56% das fazendas continuam fornecendo volumes de leite de 5 L/d ou menos e apenas 22% alimentam 8 L/d ou mais (USDA, 2016). Dados de 2007 relatam que, entre o nascimento até 69 d de vida, o GMD foi em média de 0,6 kg/d (USDA, 2010), ou seja, abaixo daquele preconizado para raças de grande porte, em torno de 0,7 a 0,75 kg por dia.

Comparar o desempenho entre animais pode servir para avaliar as práticas usadas e identificar áreas de melhoria das mesmas (Anand e Kodali, 2008; Meade, 1994). Neste sentido, o estudo de Atkinson et al. (2017), com fazendas canadenses, comparou a transferência de imunidade passiva e crescimento das bezerras leiteiras. As fazendas que implementaram mudanças específicas em seus protocolos de gerenciamento de colostro sofreram menos casos de FTIP do que antes dessas mudanças. Nessas fazendas, a média (\pm desvio padrão (DP)) da FTIP foi de $21 \pm 10\%$ antes das mudanças, *versus* $11 \pm 10\%$ após as alterações de gerenciamento do colostro. Já nas fazendas que

não alteravam o manejo do colostro; antes do estudo, a FTIP média era de $8 \pm 3\%$, comparado com $15 \pm 10\%$ nas mesmas fazendas após o estudo.

As fazendas que fizeram alterações específicas no protocolo, a média (\pm DP) de GMD foi de $0,66 \pm 0,09$ kg/d antes do estudo e de $0,72 \pm 0,08$ kg/d após efetuar as alterações de gerenciamento da colostragem. Considerando apenas as bezerras mais jovens (≤ 35 d), a média (\pm DP) de GMD nessas fazendas aumentou de $0,48 \pm 0,15$ kg/d para $0,61 \pm 0,11$ kg/d após o estudo (SED 0,05 kg/d; $P < 0,05$). Assim como nos resultados da FTIP, as fazendas que fizeram alterações no gerenciamento da colostragem tenderam a mostrar melhorias maiores no GMD do que as que não o fizeram. Sendo assim, as propriedades participantes do levantamento que ampliaram as mudanças relevantes no gerenciamento da recria alcançaram melhores resultados quanto a TIP e GMD.

Apesar da ampla conscientização da importância de uma transferência bem-sucedida de imunidade passiva em bezerras, Lora et al. (2017) relatam o escasso nível de especialização dos criadores em gerenciar efetivamente o fornecimento de colostro para bezerras recém-nascidas. Isso demonstra que ainda são necessários esforços para conscientizar os criadores de bovinos leiteiros sobre a prevenção de FTPI através de práticas adequadas de colostragem, a fim de melhorar a saúde de bezerros machos e fêmeas, possivelmente reduzir o uso de antimicrobianos na criação de animais jovens, aumentar as taxas de crescimento e diminuir as taxas de descarte involuntário das fêmeas e morte precocemente.

2.9. Taxas de crescimento de bezerras e novilhas leiteiras

Em muitas fazendas leiteiras a criação de bezerras é um dos aspectos mais críticos, pois as falhas no fornecimento do colostro, combinadas com elevada ocorrência de diarreias, diminuem a imunidade dos animais, aumentam a morbidade e a mortalidade, além de reduzirem o desenvolvimento corporal, com atrasos na idade ao primeiro parto e redução da produção leiteira, além de aumentar a chance de descarte involuntário das fêmeas (Brickell and Wathes, 2011; Fruscalso et al., 2017).

Nos EUA, em 1996, as enterites e pneumonias foram responsáveis por mais de 80% da mortalidade de bezerras, ocorrendo majoritariamente durante

a fase de aleitamento (USDA, 2007a). Já em 2007, as enterites foram a principal causa, com 56,5% dos casos, seguidas por infecções respiratórias (22,5%), razões desconhecidas (7,8%) e partos distócicos (5,3%) (USDA, 2007b). No entanto, as taxas de mortalidade e as doenças relacionadas reportadas diferem substancialmente entre as fazendas, e podem ser devidas a fatores de risco distintos (Windeyer et al., 2014). A elevada incidência de diarreias e seu efeito provocando a mortalidade de bezerras foram confirmados no RS por Fruscalso et al. (2017).

O abate de vacas primíparas representa uma perda significativa. A taxa de abate alvo é inferior a 10% (Breen et al., 2012), mas no Reino Unido, 19% das vacas primíparas foram abatidas durante a primeira lactação (Brickell e Wathes, 2011). A taxa de abate da vaca primípara está relacionada ao desempenho do pré-parto (Bach, 2011), mas não indica, por si só, como o processo de criação da novilha está falhando.

Segundo Breen et al (2012), a taxa alvo de mortalidade de bezerras até o primeiro parto fica em torno de 7%, embora uma pesquisa com rebanhos leiteiros no Reino Unido tenha mostrado que, em média, 15% dos bezerras nascidas vivas não sobrevivem até o primeiro parto (Wathes et al., 2008). A mortalidade das novilhas é altamente variável entre os rebanhos em todos os estádios, do nascimento ao parto (Brickell et al., 2009b).

Segundo Freetly et al. (2014) e Tozer e Heinchs (2001), o custo de produção das novilhas representa cerca de 20% das despesas com a produção de leite, sendo o segundo maior custo variável, ficando atrás só da alimentação. Existe variedade de indicadores-chave de desempenho para a criação de novilhas, incluindo taxa de morbidade, taxa de mortalidade, número de tratamentos e taxa de crescimento corporal (Bazeley et al., 2016). A bezerra em crescimento tem vários estádios cruciais de desenvolvimento, especialmente até os 60 dias de vida, o que está ligado à produção de leite na primeira lactação (Bach e Ahedo, 2008) e taxa de sobrevivência à segunda lactação (Bach, 2011).

Outro indicador possível de ser usado é a taxa de tratamento ou uso de medicação. A taxa de tratamento pode estar ligada à taxa de crescimento das novilhas e ao desempenho futuro (Stanton et al., 2012, 2010). Bach (2011) reportou que novilhas que sofrem quatro ou mais episódios de doença

respiratória bovina tiveram 1,9 vezes mais chances de não completar a primeira lactação do que aquelas com ausência de registro de doença respiratória bovina. Porém, segundo Bazeley et al. (2016), a taxa de tratamento e o uso de medicamentos são de muita complexidade para efetuar a comparação entre as fazendas, devido às diferenças na precisão do registro, nos critérios de tratamento e na habilidade dos tratadores na identificação de animais doentes.

Além dos custos, no Reino Unido a taxa de reposição e a idade ao primeiro parto também são preocupações, pois esses dois fatores afetam a pegada de carbono do rebanho, o que é muito importante perante às leis ambientais deste país (Hermansen and Kristensen, 2011).

A fim de alcançar desempenho satisfatório ao longo da vida, é crucial que as novilhas permaneçam saudáveis, exibam às taxas de crescimento desejadas e sejam bem desenvolvidas antes do primeiro parto (Le Cozler et al., 2008).

O crescimento das novilhas fornece a evidência mais direta do desempenho das novilhas ao longo do processo de criação desde o nascimento até o parto. Dados publicados estão disponíveis para fornecer pesos alvo e taxas de crescimento para animais de diferentes idades (Le Cozler et al., 2008; Drew, 1998; Heinrichs e Losinger, 1998). O peso ideal para novilhas da raça Holandês no primeiro serviço foi estimado por diferentes autores: Le Cozler et al. (2008) sugeriram 55-60% de peso adulto, Heinrichs e Lammers (2008) citam 341-364 kg e Hoffman (1997) recomendou 363-390 kg aos 14 meses.

Segundo Purup et al. (1993), o parênquima mamário em bovinos inicia o crescimento alométrico aos 3 meses de idade e que o mesmo tecido continua o seu crescimento até, aproximadamente a puberdade (Sejrsen et al., 1982; Sinha and Tucker, 1969). A taxa de crescimento do parênquima diminui por volta da puberdade, em relação ao ganho de peso corporal, mas se mantém maior em relação ao ganho de peso corporal por mais algum tempo após a puberdade (Sinha e Tucker, 1969). Segundo Aker et al. (2005), o crescimento do parênquima é modulado pelos esteróides ovarianos, e que as rápidas mudanças nestes tecidos durante o período peripuberal, sugere que essas

mudanças possuam a particularidade de serem sensíveis a influências externas, como é o caso da nutrição.

O aumento da disponibilidade de grãos de cereais para a alimentação animal, especificamente para bovinos, fez com que as novilhas de reposição entrem no sistema de produção leiteiro mais jovens (Freetly et al., 2014). Por outro lado, essa categoria animal é usualmente a menos considerada pelos produtores leiteiros, ocorrendo com frequência casos de subalimentação. A desnutrição durante o período de crescimento pode resultar em diminuição da produtividade ao longo da vida de uma vaca, pois tanto a glândula mamária como o ovário sofrem mudanças morfológicas muito rápidas durante a puberdade (Freetly et al., 2014).

As taxas ótimas de crescimento de novilhas foram estudadas em detalhes, mas geraram resultados conflitantes (Le Cozler et al., 2008). Taxas muito altas de crescimento pré-púberes levaram à deposição de gordura no úbere (Sejrsen et al., 1982), as quais foram associadas à redução da produção de leite na primeira lactação (Van Amburgh et al., 1998) e à redução da longevidade (Arnett et al., 1971). Por outro lado, o ajuste da relação energia e proteína permite reduzir esses efeitos indesejáveis (Van Amburgh et al., 1998). Estudos de Carson et al. (2002) não mostraram nenhum efeito deletério do alto plano nutricional nos rendimentos da primeira lactação em novilhas de alto mérito genético. Zanton e Heinrichs (2005), por meio de meta-análise de oito estudos, concluíram que o crescimento de novilhas deveria ser limitado a 0,8 kg/dia antes da puberdade, para a máxima produção de leite durante a primeira lactação. Sempre se teve a concepção que a deposição de gordura excessiva nos tecidos corporais em qualquer estágio pode comprometer a futura produção de leite (Le Cozler et al., 2008), mas Van Amburgh et al. (2019) relatam em seu artigo de revisão que a observação do desenvolvimento mamário reduzido pode ser repetida em quase todos os experimentos, levando à conclusão de que a alta ingestão de energia e o aumento do ganho médio diário reduziram o desenvolvimento mamário através do status hormonal alterado ou de alguns processos de sinalização. Porém, trabalhos posteriores que analisaram o desenvolvimento mamário durante toda a fase de crescimento pré-puberal reconheceram que o desenvolvimento mamário não era reduzido pela alta ingestão de energia e, em vez disso, acumulava-se a

uma taxa constante; assim, o crescimento global do parênquima mamário foi uma função do tempo para atingir a puberdade e os sinais associados para mudar do crescimento mamário alométrico (Van Amburgh et al., 2019). Van Amburgh et al. (2019) afirmam que a glândula mamária, semelhante à maioria dos órgãos reprodutivos, cresce proporcionalmente ao tamanho do corpo e não proporcionalmente à ingestão de nutrientes durante a fase pré-púbere pós-desmame, onde a composição corporal durante os diferentes estágios de crescimento é muito influenciada pelo tamanho adulto.

Brickell et al. (2009a) relataram que o peso corporal aos 30, 180 e 450 dias de idade está inversamente ligado à idade no primeiro acasalamento e a idade ao primeiro parto. Novilhas com desenvolvimento corporal insuficiente necessitam mais serviços por concepção, assim parindo mais tarde e sendo mais propensas a serem abatidas precocemente (Wathes et al., 2008).

Bazeley et al. (2016) em um estudo que mediu a taxa de crescimento de novilhas leiteiras britânicas para melhorar a produtividade futura, descreveram um sistema para medir o crescimento de novilhas desde o nascimento até o primeiro parto, através da taxa de crescimento diária. O cálculo do peso esperado foi em virtude do peso registrado. Estes mesmos autores concluíram que as chances de as novilhas alcançarem o peso alvo de 374 kg aos 420 dias de idade foi 2,2 vezes maior para cada incremento de 0,10kg/dia na taxa de crescimento diário entre 31 e 180 dias de vida do animal. O menor crescimento da bezerra, medido aos 60 dias de vida, tem sido associado a taxas mais elevadas de abate de vacas primíparas e à redução da produção de leite na 1ª lactação. A taxa de crescimento do nascimento até os 180 dias de vida influenciou a idade com que as novilhas atingiram os 374 kg desejados aos 420 dias (14 meses).

Conforme Wattiaux (2011) (Figura 2) a puberdade ocorre quando o peso das novilhas estiver entre 40 e 50% do peso adulto, sendo independentemente da idade da mesma. A primeira cobertura deve ocorrer quando as novilhas atingirem 50 a 60% do peso corporal adulto (14 – 16 meses de idade). A taxa de crescimento destes animais deve ser mantida durante a gestação, para que estas novilhas cheguem ao primeiro parto com 80 – 85% do peso corporal adulto (Wattiaux, 2011).

Sabe-se que no Brasil os sistemas de produção leiteira apresentam grande diversidade em relação às práticas de manejo, como colostragem, aleitamento, alimentação, instalações, raças e nível de intensificação. A descrição e identificação das práticas de manejo relacionadas à colostragem em rebanhos com taxas de mortalidade baixa e elevada pode contribuir para a elaboração de material técnico-científico para treinamento de técnicos e produtores rurais e implementar medidas efetivas para a redução das taxas de morbidade e mortalidade de bezerras.

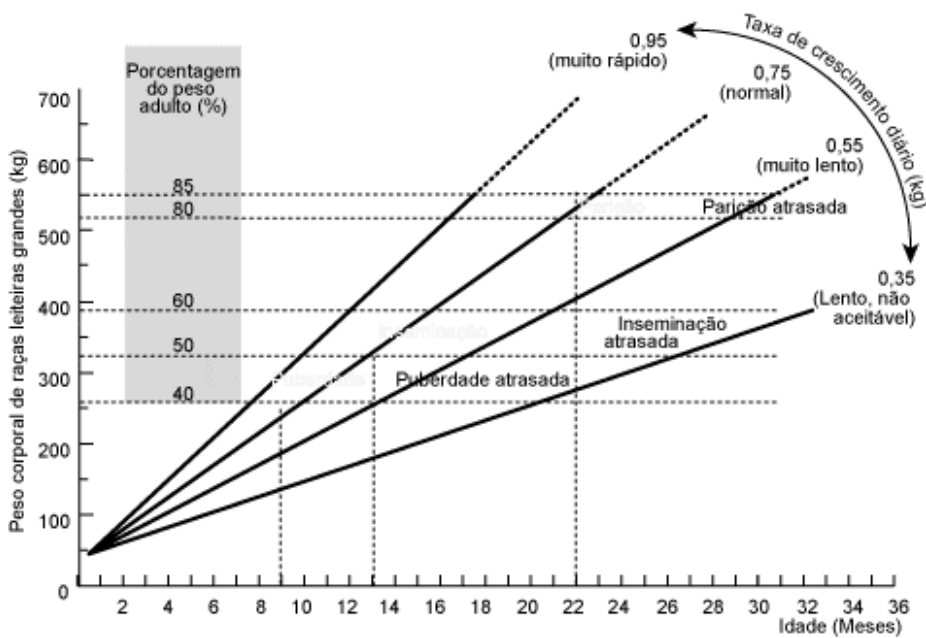


Figura 2. Taxa de crescimento de novilhas e desempenho reprodutivo. (Adaptado de Wattiaux, 2011).

3. HIPÓTESES E OBJETIVOS

As hipóteses deste estudo são:

Práticas inadequadas de colostragem estão relacionadas com menores taxa de transferência de imunidade passiva e com menores taxas de crescimento corporal.

O objetivo geral foi:

Avaliar os efeitos das práticas de colostragem de bezerras leiteiras sobre a transferência de imunidade passiva e o seu desenvolvimento corporal até os 90 dias de idade.

Os objetivos específicos foram:

1. Avaliar a qualidade do colostro ofertado às bezerras recém-nascidas;
2. Avaliar se a quantidade de colostro ofertado as bezerras recém-nascidas é suficiente para a transferência de imunidade passiva satisfatória;
3. Avaliar a prevalência de falha de transferência de imunidade passiva em bezerras recém-nascidas;
4. Avaliar o desenvolvimento corporal de fêmeas leiteiras do nascimento até 90 dias de idade;
5. Identificar as práticas de manejo do recém-nascido que aumentam o risco de falha na transferência de imunidade passiva;
6. Relacionar a prática da colostragem com o desenvolvimento corporal das bezerras;

CAPÍTULO II

Caracterização das práticas de manejo associadas à colostragem, transferência de imunidade passiva e desenvolvimento corporal de bezerras em propriedades leiteiras do Sul do Brasil

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas de publicação da **Livestock Science**.

**Caracterização das práticas de manejo associadas à colostragem,
transferência de imunidade passiva e desenvolvimento corporal de
bezerras em propriedades leiteiras do Sul do Brasil**

G. Heisler¹, J.A. Guimarães², A.S. Abreu³ e V. Fischer⁴

¹ *Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Avenida Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.*

² *Graduanda do Curso de Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Avenida Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.*

³ *Consultor de Agronegócios em Leite e Carne, Brasil.*

⁴ *Professora do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Avenida Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.*

Autor correspondente: Vivian Fischer. E-mail: vivinha.fischer@hotmail.com

Resumo

Este estudo teve como objetivo traçar o perfil das práticas de manejo relacionadas a colostragem, aleitamento e ao desenvolvimento corporal de bezerras em propriedades leiteiras do Sul do Brasil. Foram realizadas entrevistas com 177 criadores de gado leiteiro, nos estados do Paraná (7, PR), Santa Catarina (156, SC) e no Rio Grande do Sul (11, RS). O questionário

continha 38 questões, sendo 18 de múltipla escolha e 20 abertas. As questões abertas permitiram que os respondentes fornecessem informações sem restringir suas respostas. As questões focaram em tópicos relevantes para a gestão da fase de aleitamento, devido ao efeito evidenciado na saúde, sobrevivência, produtividade e desenvolvimento das bezerras. Destaque para o estado de Santa Catarina (89,7%). Pequenas propriedades com área média de 20,4 hectares representaram 76,6% das respostas. O sistema de produção predominante nos dados desta amostra é o pastoril (86,3%), sendo que 60% das propriedades possuíam até 30 vacas. A raça predominante foi a Jersey (79,4%). Em relação as práticas de manejo adotadas pelos criadores 60,6% acompanham o parto em intervalos de uma hora e 36,6% retiram o bezerro de sua mãe logo após o parto, 44% dos produtores permitem que os bezerros suguem o colostro das suas mães. As fases do aleitamento e da recria dos bezerros eram realizadas dentro da propriedade em 85,1% dos criadores entrevistados, 24,6% deles forneciam o colostro para os bezerros na primeira hora de vida, a quantidade de colostro fornecida foi em média de 3,1 litros, 93,1% das propriedades avaliadas não avaliavam a qualidade do colostro fornecido para os bezerros, 14,3% das propriedades não acompanhavam o desenvolvimento corporal das bezerras e 50,9% dos fazendeiros desconheciam a porcentagem de mortes na fase de aleitamento. O presente levantamento mostra a escassez de medidas quantitativas de avaliação da colostragem, desenvolvimento corporal e mortalidade das bezerras, contribuindo para explicar os baixos ganhos de peso ou atrasos reprodução e vida produtiva das fêmeas jovens.

Palavras-chaves: bezerras leiteiras, colostragem, levantamento

Abstract

This study aimed to profile the management practices related to colostrum, and body development of heifers in dairy farms in southern Brazil. Interviews were conducted with 177 dairy cattle breeders in the states of Paraná (7, PR), Santa Catarina (156, SC) and Rio Grande do Sul (11, RS). The questionnaire contained 38 questions, 18 multiple-choice and 20 open-ended. Open-ended questions allowed respondents to provide information without restricting their responses. The questions focused on relevant topics for the management of the lactation phase, due to the evidenced effect on the health, survival, productivity and development of the calves. The state of Santa Catarina stands out (89.7%). Small properties with an average area of 20.4 hectares represented 76.6% of the responses. The predominant production system is grazing (86.3%), with 60% of the properties having up to 30 cows. The predominant breed was Jersey (79.4%). Regarding the management practices adopted by the breeders, 60.6% followed parturition labour at hourly intervals, 36.6% removed the calf from its mother shortly after birth, 44% of the producers allow the calves to suck the colostrum from their mothers. The phases of suckling and rearing the calves were carried out inside the property by 85.1% of farmers; 24.6% of them provided colostrum for the calves at the first hour of life, and the amount of colostrum supplied was on average 3.1 liters, 93.1% of farmers did not evaluate the quality of the colostrum supplied to the calves, 14.3% of the properties did not monitor the body development of the calves and 50.9% of the farmers did not know the percentage of deaths before weaning. The present survey shows the scarcity of quantitative measures to evaluate colostrum quality, body

development and mortality of heifers, contributing to explain the low weight gains or delays in reproduction and productive life of young females.

Keywords: *dairy calves, colostrum, survey*

Introdução

A criação de bezerras e novilhas leiteiras de reposição, com eficiência e saúde dos animais, exige a adoção de práticas de manejo otimizadas, executadas a partir de métodos consistentes por todas as pessoas envolvidas na criação. Recentemente estudos abordaram práticas de manejo ideais para a criação de bezerras leiteiras (Bučková et al., 2021; Ghaffari and Kertz, 2021; Godden et al., 2019; Lombard et al., 2020; Santman-Berends et al., 2021; Sinnott et al., 2021). Todavia a compreensão e aplicação destas por todas as pessoas envolvidas na criação de bezerras (Jansen et al., 2010; Moya et al., 2021) ainda são um desafio para otimizar os processos envolvidos na criação das bezerras leiteiras (Mahendran et al., 2022).

A caracterização das práticas de manejo nas propriedades se constituem um ponto de partida para otimizar a criação de fêmeas jovens (Vasseur et al., 2010). Estudos realizados em países europeus (Barry et al., 2019; Gulliksen et al., 2009; Mahendran et al., 2022; Raboisson et al., 2013), norte-americanos (Lombard et al., 2020; Shivley et al., 2018a, 2018b; Urie et al., 2018b, 2018a; Vasseur et al., 2010), do continente oceânico (Abuelo et al., 2019; Cuttance et al., 2017; Denholm et al., 2017), japonês (Kayano et al., 2016) e sul americanos (Fruscalso et al., 2020, 2017; Hötzel et al., 2014; Neto et al., 2004; Schild et al., 2020) identificaram os aspectos mais problemáticos e desafiadores nos períodos de pré-parto e neonatal das bezerras leiteiras,

porém não descrevem nem avaliam os manejos efetuados com as bezerras relacionados com transferência de imunidade passiva (TIP) e o desenvolvimento corporal das mesmas. O objetivo deste estudo foi caracterizar as práticas de manejo relacionadas a colostragem, aleitamento e ao desenvolvimento corporal de bezerras em propriedades leiteiras do Sul do Brasil.

Materiais e Métodos

Questionário

Foi realizado levantamento das práticas de manejo e características das fazendas leiteiras a partir da aplicação de um questionário (Tabela 1S) com 38 questões, sendo 18 de múltipla escolha e 20 abertas. As questões abertas permitiam que os respondentes fornecessem informações sem restringir suas respostas. As questões focaram em tópicos relevantes à gestão da fase de aleitamento. O questionário foi estruturado em 5 blocos, o primeiro bloco abordou informações gerais da propriedade (localização, área destinada à produção) e dados demográficos do entrevistado (idade, escolaridade, tempo na atividade). O segundo bloco abordou informações sobre o manejo da vaca durante o período seco (duração do período seco, ambiente proporcionado à vaca seca), o terceiro bloco abordou o manejo do parto (possui local específico para o parto, se acompanha o parto), o quarto bloco tratou de questões específicas sobre a criação de bezerras, (quem era responsável pela criação das bezerras, manejo da colostragem, alimentação da bezerra e estratégias de desaleitamento), e o quinto bloco abordou informações especificamente sobre o sistema de cria e recria das bezerras (como as bezerras foram alojadas, tipo

de cama, critérios para primeiro serviço). O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (protocolo número 4.368.239).

Distribuição

A população alvo foi criadores de bovinos leiteiros de um dos três estados pertencentes a Região Sul do Brasil. O convite à participação na pesquisa foi realizado por técnicos envolvidos na assistência técnica. Os produtores interessados em participar receberam e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

O questionário foi aplicado pelo responsável pela condução deste estudo, e contou com colaborações de outras pessoas (técnicos de campo de uma empresa privada de assessoria técnica). Essas entrevistas ocorreram durante as visitas dos técnicos nas propriedades. Os entrevistadores passaram por treinamento prévio ministrado pelo responsável pela condução deste estudo, para obtenção de uniformidade nas entrevistas e um completo entendimento das questões. O questionário foi aplicado no período de junho de 2021 a junho de 2022.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o *software* SAS (versão 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC). Foram registrados os dados de 177 questionários. As estatísticas descritivas (mínimo, mediana, máxima e média) foram realizadas com cada variável independente para descrever todas as perguntas realizadas (PROC FREQ, SAS®).

Resultados

Foram obtidas 177 respostas, oriundas dos três estados do Sul do Brasil, com destaque para o estado de Santa Catarina (89,7%). Os criadores/responsáveis pelas propriedades se caracterizaram, em sua maioria, por serem pessoas com idade entre 40 e 60 anos (52%), estarem na atividade há no máximo 20 anos (59,5%) e poucos possuírem um curso técnico ou superior (4,0%) (Tabela 1).

Os sistemas de produção são constituídos majoritariamente por pequenas propriedades realizando ciclo completo, ou seja, cria, recria e produção de leite (85,1%), possuindo área média de 20,4 hectares (76,6%), baseados em sistemas pastoris com uso de suplementos (86,3%). A amplitude do número médio de vacas presentes foi 6 vacas a 2.500 vacas (mediana 28 vacas), sendo que 60% das propriedades possuem até 30 vacas. A raça predominante foi a Jersey (79,4%) (Tabela 2).

Entre as práticas de manejo adotadas pelos criadores de bovinos leiteiros no Sul do Brasil se destacaram existência de local específico para o parto (50,3%), acompanhamento frequente (horário) do parto (60,6%) e 36,6% retiram o bezerro de sua mãe logo após o parto (Tabela 3).

Aproximadamente 25% dos criadores fornecem o colostro para os bezerros na primeira hora de vida, predominantemente da própria mãe (97,1%), sendo que 44,6% permitem que os bezerros mamem o colostro diretamente na mãe. A quantidade média de colostro fornecida na primeira refeição é de 3,1 litros, e 23,4% das propriedades fornecem 4 litros de colostro, mas 93,1% das propriedades não avaliam a qualidade do colostro fornecido

para os bezerros. Na fase de aleitamento o leite fresco oriundo da ordenha é o principal alimento (82,9%), em média 4 litros de leite por dia (81,7%). Os critérios usados para o desaleitamento são a ingestão de concentrado, embora sem definir claramente a quantidade (49,1%) e idade (22,3%). A idade média de desaleitamento é de 92 dias de idade (Tabela 4).

A criação das bezerras ocorria em baias individuais (58,3%) durante a fase de aleitamento, 76,4% das propriedades não realizam acompanhamento ponderal rotineiro das bezerras e novilhas, mas em datas específicas como ao nascimento, desaleitamento e 1º serviço. Aproximadamente 51% dos criadores desconhecem os valores de mortalidade na fase de aleitamento e 49,1% não conhecem as suas causas. O critério adotado para o primeiro acasalamento é a idade das novilhas (43,4%) (Tabela 5).

Discussão

Este estudo mostra resultados referentes ao perfil das práticas de manejo associadas à colostragem das bezerras em propriedades leiteiras típicas da região Sul do Brasil: propriedades rurais com área média de 20,4 hectares, predominantemente com mão de obra familiar e ciclo completo de produção. Embora a importância do correto manejo, em especial da colostragem, seja reconhecida pelos produtores (Fruscalso et al., 2020), no nosso conhecimento, há registro de apenas um estudo que tenham sido realizado com este objetivo no Brasil, com maior concentração das propriedades na região Sudeste (dos Santos and Bittar, 2015). Estudos sul americanos (Fruscalso et al., 2020, 2017; Hötzel et al., 2014; Neto et al., 2004; Schild et al., 2020) descreveram informações relacionadas às práticas de

manejo de bezerras leiteiras vinculadas ao bem-estar e a produção, não explorando possíveis características que possam explicar falhas no manejo da colostragem, na transferência de imunidade passiva e no desenvolvimento ponderal das bezerras.

A prevalência de propriedades que fornecem o colostro para as bezerras dentro das primeiras duas horas de vida foi moderada (41,7%) e 47,4% dos produtores não informaram. A brevidade do intervalo entre nascimento e o fornecimento de colostro é um dos fatores determinantes para a adequada TIP (Lora et al., 2017). Dos criadores entrevistados que informaram esse aspecto, todos afirmam fornecer o colostro para a bezerra em até seis horas após o nascimento, o que é aceitável (Godden, 2008b), por aproveitar a máxima permeabilidade do epitélio intestinal às imunoglobulinas e minimizar o período de tempo que as bezerras ficam mais expostas às infecções (Godden, 2008b; Raboisson et al., 2016b).

Nesse estudo, a quantidade média de colostro fornecido na primeira mamada foi 3,1 L, e ≤ 3 L em 25,73% das propriedades avaliadas, sendo plausível hipotetizar que $\frac{1}{4}$ dos criadores forneciam baixa quantidade de colostro para as bezerras na sua primeira refeição, o que pode acarretar FTIP. Além disso, 48% dos criadores afirmaram que não quantificavam e avaliavam o colostro que a bezerra ingeria na primeira refeição, provavelmente, em razão do elevado percentual (44,6%) de produtores que deixavam as bezerras sugarem o colostro da própria mãe.

Esses mesmos criadores não conseguiam avaliar a qualidade do colostro ingerido pela bezerra, perfazendo um percentual expressivo de criadores que não avalia a qualidade do colostro (48,5%). Só 2,3% das

propriedades avaliavam a qualidade do colostro usando refratômetro de Brix, instrumento este de fácil e ágil manejo, já validado na literatura (Deelen et al., 2014).

Um dado preocupante é a quantidade de leite fornecido para as bezerras durante o aleitamento, pois 90,8% das propriedades fornecem ≤ 4 L de leite por dia. Atualmente é recomendado de 10 a 12% do PV (6 L para uma bezerra de 60 kg; Godden et al., 2019), permitindo maior taxa de crescimento dessas bezerras. Brickell et al. (2009a) relataram que o peso corporal aos 30, 180 e 450 dias de idade está inversamente ligado à idade no primeiro acasalamento e a idade ao primeiro parto. Novilhas com desenvolvimento corporal insuficiente necessitam mais serviços por concepção, assim parindo mais tarde e sendo mais propensas a serem abatidas precocemente (Wathes et al., 2008).

Bazeley et al. (2016), em um estudo que mediu a taxa de crescimento de novilhas leiteiras britânicas para melhorar a produtividade futura, descreveram um sistema para medir o crescimento de novilhas desde o nascimento até o primeiro parto, através da taxa de crescimento diária. O cálculo do peso esperado foi em virtude do peso registrado. Estes mesmos autores concluíram que as chances de as novilhas alcançarem o peso alvo de 374 kg aos 420 dias de idade foi 2,2 vezes maior para cada incremento de 0,10 kg/dia na taxa de crescimento diário entre 31 e 180 dias de vida do animal. O menor crescimento da bezerra, medido aos 60 dias de vida, tem sido associado a taxas mais elevadas de abate de vacas primíparas e à redução da produção de leite na 1ª lactação. A taxa de crescimento do nascimento até os 180 dias de vida influencia a idade com que as novilhas atingiram os 374 kg desejados aos 420 dias (14 meses).

Com base nestes estudos citados acima, é de suma importância o criador de bovinos leiteiros fornecer boa quantidade de dieta líquida e sólida durante o aleitamento, além de desaleitar suas bezerras baseado no consumo de uma boa quantidade de concentrado, mais de 700 g de concentrado/dia para raças grandes (Quigley et al., 1991). Porém, 22,3% dos criadores utilizam como critério para o desaleitamento apenas a idade das bezerras, sem observar o consumo de quantidade satisfatória ou não de alimento sólido. A desnutrição durante o período de crescimento pode resultar em diminuição da produtividade ao longo da vida de uma vaca, pois tanto a glândula mamária como o ovário sofrem mudanças morfológicas muito rápidas durante a puberdade (Freetly et al., 2014).

A fim de alcançar desempenho satisfatório ao longo da vida, é crucial que as novilhas permaneçam saudáveis, exibam às taxas de crescimento desejadas e sejam bem desenvolvidas antes de parirem pela primeira vez (Le Cozler et al., 2008). O crescimento das novilhas fornece a evidência mais direta do desempenho das novilhas ao longo do processo de criação desde o nascimento até o parto. Dados publicados estão disponíveis para fornecer pesos alvo e taxas de crescimento para animais de diferentes idades (Heinrichs and Losinger, 1998; Le Cozler et al., 2008) . O peso ideal para novilhas da raça Holandês no primeiro serviço foi estimado por diferentes autores: Le Cozler et al. (2008) sugeriram 55-60% de peso adulto, Heinrichs e Lammers (2008) citam 341-364 kg, enquanto Hoffman (1997) recomendou 363-390 kg aos 14 meses.

Mas para saber se as bezerras e novilhas estão crescendo satisfatoriamente é essencial realizar o acompanhamento do seu crescimento.

Neste quesito, somente 14,3% das propriedades realizam este acompanhamento, e deste apenas 9,1% o fazem mensalmente.

Costa et al. (2013) relatam em seu estudo que metade das propriedades do Sul do Brasil não possuía local específico para o parto e 62% não possuíam nenhum protocolo de parto ou cronograma de acompanhamento das vacas paridas. O que vai ao encontro das informações obtidas no presente levantamento, que 50,3% das propriedades não possuem local específico para o parto, porém ao contrário do já relatado, 60,6% dos criadores declaram acompanhar os partos em intervalos horários, ou seja, possuem um protocolo de acompanhamento do parto.

Analisando os dados coletados neste estudo, nota-se que as fazendas leiteiras são em sua maioria de pequeno porte, com área média de 20 hectares, o que é característico da região, além de ser uma região com grande presença da agricultura familiar devido à colonização europeia (Couto, 2003). A pequena propriedade familiar é responsável por produzir 80% do leite do Brasil e 85% do leite da região Sul, onde o rebanho médio é estimado em 24 vacas (IBGE, 2009). Próximo dos resultados colhidos por este estudo, valor mediano de 28 vacas por propriedade rural.

No presente levantamento, a maioria das vacas (79,4%) no plantel de criadores entrevistados na região sul e leste de Santa Catarina pertence à raça Jersey, enquanto a segunda raça com maior frequência é a Holandês, correspondendo a 18,3% do rebanho leiteiro analisado. Dado este inverso ao do estado do Rio Grande do Sul, onde a predominância é da raça Holandês (64,78%), enquanto a Jersey aparece em segundo lugar com 16,41% (EMATER/RS, 2021). Costa et al. (2013) também relataram predominância da

raça Holandês (70%) na região Sul, logo atrás vindo a raça Jersey com 16%. Porém quando estratificaram em sistemas de produção, a raça Jersey aparece em 26 % das propriedades, mesmo assim ficando atrás da raça Holandês presente em 56%. Esta divergência provavelmente esteja ligada a não se ter conseguido ter uma abrangência maior sobre todas as regiões territoriais de cada estado, e sim ter se predominado em uma microrregião, Braço do Norte/SC onde há maior concentração de animais da raça Jersey. Além disso, o sistema de produção predominante é o pastoril, representando 86,3% das propriedades entrevistadas. Neste sistema, os animais recebem suplementação após as ordenhas (EMATER/RS, 2021).

Thies et al. (2023) trazem a reflexão de que a pecuária leiteira tem a capacidade de desempenhar papel estratégico sobre a promoção do desenvolvimento rural e regional. Muito pelas razões de ter potencial absortivo trabalhista, agregação de valor e gerar renda mensal, em especial nestas propriedades de agricultura familiar.

Conclusão

Os sistemas de criação de bovinos de leite, em especial as bezerras, na região Sul do Brasil tem práticas de manejo a melhorar, pois muitas dessas práticas recomendadas para se aumentar a eficiência não são adotadas. Este estudo caracterizou as práticas de manejo adotadas e mostrou que o aprimoramento de protocolos de fornecimento da primeira refeição do colostro é necessário, como implementação da avaliação da qualidade deste colostro e da transferência de imunidade passiva são práticas que são feitas em pequena parcela das propriedades. A quantidade de leite fornecida para as bezerras

durante o aleitamento na maior parte é insuficiente para permitir o adequado desenvolvimento corporal. Além disso é necessário implementar o acompanhamento do desenvolvimento corporal e as causas de descarte e morte dos animais.

Declaração do Autor

G. Heisler foi o investigador principal conduzindo a coleta de dados, conceituação do projeto, edição e redação; A.S. Abreu e J.A. Guimarães foram os investigadores secundários que aplicaram parte da coleta de dados e tabulação dos mesmos; e V. Fischer foi a responsável pela análise estatística, investigador principal responsável pela administração do projeto e edição do manuscrito.

Financiamento

Esta pesquisa não recebeu nenhum subsídio específico de agências de financiamento nos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa pelas bolsas, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas, aos técnicos que auxiliaram na coleta dos dados, e a cada produtor rural da região Sul do Brasil que colaborou com este estudo.

Declarações de ética

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, protocolo número 4.368.239.

Referências

- Abuelo, A., Havrlant, P., Wood, N., Hernandez-Jover, M., 2019. An investigation of dairy calf management practices, colostrum quality, failure of transfer of passive immunity, and occurrence of enteropathogens among Australian dairy farms. *J. Dairy Sci.* 102, 8352–8366. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16578>
- Addis, M.F., Tanca, A., Uzzau, S., Oikonomou, G., Bicalho, R.C., Moroni, P., 2016. The bovine milk microbiota: Insights and perspectives from -omics studies. *Mol. Biosyst.* 12, 2359–2372. <https://doi.org/10.1039/c6mb00217j>
- Ahmed, B.M.S., Younas, U., Asar, T.O., Monteiro, A.P.A., Hayen, M.J., Tao, S., Dahl, G.E., 2021. Maternal heat stress reduces body and organ growth in calves: Relationship to immune status. *JDS Commun.* 2, 295–299. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2021-0098>
- Akers, R.M., Ellis, S.E., Berry, S.D., 2005. Ovarian and IGF-I axis control of mammary development in prepubertal heifers. *Domest. Anim. Endocrinol.* 29, 259–267. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2005.02.037>
- Anand, G., Kodali, R., 2008. Benchmarking the benchmarking models. *Benchmarking An Int. J.* 15, 257–291. <https://doi.org/10.1108/14635770810876593>
- Arnett, D.W., Holland, G.L., Totusek, R., 1971. Some effects of obesity in beef females. *J. Anim. Sci.* 33, 1129–1136. <https://doi.org/10.2527/jas1971.3351129x>
- Atkinson, D.J., von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M., 2017. Benchmarking passive transfer of immunity and growth in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 100, 3773–3782. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11800>
- Bach, A., 2011. Associations between several aspects of heifer development and dairy cow survivability to second lactation. *J. Dairy Sci.* 94, 1052–1057. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3633>
- Bach, A., Ahedo, J., 2008. Record Keeping and Economics of Dairy Heifers. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 24, 117–138. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.001>
- Barrington, G.M., Parish, S.M., 2001. Bovine neonatal immunology. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 17, 463–476. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30001-3](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30001-3)
- Barry, J., Bokkers, E.A.M., Berry, D.P., de Boer, I.J.M., McClure, J., Kennedy, E., 2019. Associations between colostrum management, passive immunity,

- calf-related hygiene practices, and rates of mortality in preweaning dairy calves. *J. Dairy Sci.* 102, 10266–10276. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16815>
- Baumrucker, C.R., Bruckmaier, R.M., 2014. Colostrigenesis: IgG1 transcytosis mechanisms. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia* 19, 103–117. <https://doi.org/10.1007/s10911-013-9313-5>
- Bazeley, K.J., Barrett, D.C., Williams, P.D., Reyher, K.K., 2016. Measuring the growth rate of UK dairy heifers to improve future productivity. *Vet. J.* 212, 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.10.043>
- Beam, A.L., Lombard, J.E., Koprak, C.A., Garber, L.P., Winter, A.L., Hicks, J.A., Schlater, J.L., 2009. Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations. *J. Dairy Sci.* 92, 3973–3980. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2225>
- Borghesi, J., Mario, L.C., Rodrigues, M.N., Favaron, P.O., Miglino, M.A., 2014. Immunoglobulin Transport during Gestation in Domestic Animals and Humans—A Review. *Open J. Anim. Sci.* 04, 323–336. <https://doi.org/10.4236/ojas.2014.45041>
- Bragg, R., Macrae, A., Lycett, S., Burrough, E., Russell, G., Corbishley, A., 2020. Prevalence and risk factors associated with failure of transfer of passive immunity in spring born beef suckler calves in Great Britain. *Prev. Vet. Med.* 181, 105059. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105059>
- Brickell, J.S., Bourne, N., McGowan, M.M., Wathes, D.C., 2009a. Effect of growth and development during the rearing period on the subsequent fertility of nulliparous Holstein-Friesian heifers. *Theriogenology* 72, 408–416. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.03.015>
- Brickell, J.S., McGowan, M.M., Pfeiffer, D.U., Wathes, D.C., 2009b. Mortality in holstein-friesian calves and replacement heifers, in relation to body weight and IGF-I concentration, on 19 farms in England. *Animal* 3, 1175–1182. <https://doi.org/10.1017/S175173110900456X>
- Brickell, J.S., Wathes, D.C., 2011. A descriptive study of the survival of Holstein-Friesian heifers through to third calving on English dairy farms. *J. Dairy Sci.* 94, 1831–1838. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3710>
- Brólio, M.P., Vidane, A.S., Zomer, H.D., Wenceslau, C. V., Ozório, J.J., Martins, D.S., Miglino, M.A., Ambrósio, C.E., 2012. Morphological characterization of the progenitor blood cells in canine and feline umbilical cord. *Microsc. Res. Tech.* 75, 766–770. <https://doi.org/10.1002/jemt.21123>
- Bučková, K., Šárová, R., Moravcsíková, Á., Špinka, M., 2021. The effect of pair housing on dairy calf health, performance, and behavior. *J. Dairy Sci.* 104, 10282–10290. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19968>
- Buczinski, S., Vandeweerd, J.M., 2016. Diagnostic accuracy of refractometry for assessing bovine colostrum quality: A systematic review and meta-

- analysis. *J. Dairy Sci.* 99, 7381–7394. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10955>
- Campbell, J.M., Russell, L.E., Crenshaw, J.D., Weaver, E.M., Godden, S., Quigley, J.D., Coverdale, J., Tyler, H., 2007. Impact of irradiation and immunoglobulin G concentration on absorption of protein and immunoglobulin G in calves fed colostrum replacer. *J. Dairy Sci.* 90, 5726–5731. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0151>
- Carson, A.F., Dawson, L.E.R., McCoy, M.A., Kilpatrick, D.J., Gordon, F.J., 2002. Effects of rearing regime on body size, reproductive performance and milk production during the first lactation in high genetic merit dairy herd replacements. *Anim. Sci.* 74, 553–565. <https://doi.org/10.1017/S1357729800052711>
- Catoia, J., Bianchi, P.K.F.C., Bruno, C.E.M., Carniatto, C.H.O., Leandro, R.M., Poscai, A.N., de Lima, A.R., Kfoury, J.R., 2016. Imunofenotipagem dos linfócitos positivos para indoleamina 2,3 dioxigenase (IDO) em cultura de células de placenta bovina. *Pesqui. Vet. Bras.* 36, 345–350. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000400015>
- Cavirani, S., Taddei, S., Cabassi, C.S., Donofrio, G., Toni, F., Ghidini, F., Piancastelli, C., Schiano, E., Flammini, C.F., 2005. Deficit di IgG colostrali e di trasferimento di immunità passiva colostrale in allevamenti bovini da latte ad alta produzione. *Large Anim. Rev.* 11, 17–21.
- Chase, C.C.L., Hurley, D.J., Reber, A.J., 2008. Neonatal Immune Development in the Calf and Its Impact on Vaccine Response. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 24, 87–104. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.11.001>
- Cortese, V.S., 2009. Neonatal Immunology. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 25, 221–227. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.10.003>
- Costa, J.H.C., Hötzel, M.J., Longo, C., Balcão, L.F., 2013. A survey of management practices that influence production and welfare of dairy cattle on family farms in southern Brazil. *J. Dairy Sci.* 96, 307–317. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5906>
- Couto, A.T., 2003. Agricultura Familiar e Produção Leiteira: Análise do Setor Cooperativo Leiteiro da Região Norte de Portugal e do Setor Familiar Produtor de Leite no Sul do Brasil. *Bol. Goiano Geogr.* 23, 153–171.
- Cuttance, E.L., Mason, W.A., Laven, R.A., McDermott, J., Phyn, C.V.C., 2017. Prevalence and calf-level risk factors for failure of passive transfer in dairy calves in New Zealand. *N. Z. Vet. J.* 65, 297–304. <https://doi.org/10.1080/00480169.2017.1361876>
- Davidson, B.D., Dado-Senn, B., Ouellet, V., Dahl, G.E., Laporta, J., 2021. Effect of late-gestation heat stress in nulliparous heifers on postnatal growth, passive transfer of immunoglobulin G, and thermoregulation of their calves. *JDS Commun.* 2, 165–169. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2020-0069>
- De Passillé, A.M., Borderas, T.F., Rushen, J., 2011. Weaning age of calves fed

- a high milk allowance by automated feeders: Effects on feed, water, and energy intake, behavioral signs of hunger, and weight gains. *J. Dairy Sci.* 94, 1401–1408. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3441>
- Deelen, S.M., Ollivett, T.L., Haines, D.M., Leslie, K.E., 2014. Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 97, 3838–3844. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7939>
- Denholm, K.S., Hunnam, J.C., Cuttance, E.L., McDougall, S., 2017. Associations between management practices and colostrum quality on New Zealand dairy farms. *N. Z. Vet. J.* 65, 257–263. <https://doi.org/10.1080/00480169.2017.1342575>
- DeNise, S.K., Robison, J.D., Stott, G.H., Armstrong, D. V., 1989. Effects of Passive Immunity on Subsequent Production in Dairy Heifers. *J. Dairy Sci.* 72, 552–554. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79140-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79140-2)
- Dewell, R.D., Hungerford, L.L., Keen, J.E., Laegreid, W.W., Griffin, D.D., Rupp, G.P., Grotelueschen, D.M., 2006. Association of neonatal serum immunoglobulin G1 concentration with health and performance in beef calves. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 228, 914–921. <https://doi.org/10.2460/javma.228.6.914>
- Doepel, L., Bartier, A., 2014. Colostrum Management and Related to Poor Calf Immunity. *WCDS Adv. Dairy Technol.* 26, 137–149.
- Donovan, G.A., Dohoo, I.R., Montgomery, D.M., Bennett, F.L., 1998. Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA. *Prev. Vet. Med.* 34, 31–46. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(97\)00060-3](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(97)00060-3)
- dos Santos, G., Bittar, C.M.M., 2015. A survey of dairy calf management practices in some producing regions in Brazil. *Rev. Bras. Zootec.* 44, 361–370. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902015001000004>
- Eckert, E., Brown, H.E., Leslie, K.E., DeVries, T.J., Steele, M.A., 2015. Weaning age affects growth, feed intake, gastrointestinal development, and behavior in Holstein calves fed an elevated plane of nutrition during the preweaning stage. *J. Dairy Sci.* 98, 6315–6326. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9062>
- Elsohaby, I., McClure, J.T., Waite, L.A., Cameron, M., Heider, L.C., Keefe, G.P., 2019. Using serum and plasma samples to assess failure of transfer of passive immunity in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 102, 567–577. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15070>
- Faber, S.N., Faber, N.E., McCauley, T.C., Ax, R.L., 2005. Case Study: Effects of Colostrum Ingestion on Lactational Performance. *Prof. Anim. Sci.* 21, 420–425.
- Fischer-Tlustos, A.J., Hertogs, K., van Niekerk, J.K., Nagorske, M., Haines, D.M., Steele, M.A., 2020. Oligosaccharide concentrations in colostrum,

- transition milk, and mature milk of primi- and multiparous Holstein cows during the first week of lactation. *J. Dairy Sci.* 103, 3683–3695. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17357>
- Fischer, A.J., Song, Y., He, Z., Haines, D.M., Guan, L.L., Steele, M.A., 2018. Effect of delaying colostrum feeding on passive transfer and intestinal bacterial colonization in neonatal male Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 101, 3099–3109. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13397>
- Fleenor, W.A., Stott, G.H., 1980. Hydrometer Test for Estimation of Immunoglobulin Concentration in Bovine Colostrum. *J. Dairy Sci.* 63, 973–977. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83034-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83034-7)
- Freetly, H.C., Vonnahme, K.A., McNeel, A.K., Camacho, L.E., Amundson, O.L., Forbes, E.D., Lents, C.A., Cushman, R.A., 2014. The consequence of level of nutrition on heifer ovarian and mammary development. *J. Anim. Sci.* 92, 5437–5443. <https://doi.org/10.2527/jas2014-8086>
- Fruscalso, V., Antillón, G.O., Hötzel, M.J., 2017. Smallholder family farmers' perceptions, attitudes and choices regarding husbandry practices that influence performance and welfare of lactating dairy calves. *Ciência Rural* 47, 1–7. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170184>
- Fruscalso, V., Olmos, G., Hötzel, M.J., 2020. Dairy calves' mortality survey and associated management practices in smallholding, pasture-based herds in southern Brazil. *Prev. Vet. Med.* 175, 104835. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104835>
- Furman-Fratczak, K., Rzasa, A., Stefaniak, T., 2011. The influence of colostrum immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth. *J. Dairy Sci.* 94, 5536–5543. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3253>
- Ghaffari, M.H., Kertz, A.F., 2021. REVIEW: Effects of different forms of calf starters on feed intake and growth rate: A systematic review and Bayesian meta-analysis of studies from 1938 to 2021. *Appl. Anim. Sci.* 37, 273–293. <https://doi.org/10.15232/aas.2021-02150>
- Godden, S., 2008a. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 24, 19–39. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.005>
- Godden, S., 2008b. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 24, 19–39. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.005>
- Godden, S.M., Haines, D.M., Hagman, D., 2009. Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. I: Dose effect of feeding a commercial colostrum replacer. *J. Dairy Sci.* 92, 1750–1757. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1846>
- Godden, S.M., Lombard, J.E., Woolums, A.R., 2019. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 35, 535–556. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>

- Godden, S.M., Smith, S., Feirtag, J.M., Green, L.R., Wells, S.J., Fetrow, J.P., 2003. Effect of on-farm commercial batch pasteurization of colostrum on colostrum and serum immunoglobulin concentrations in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 86, 1503–1512. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73736-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73736-9)
- Godden, S.M., Smolenski, D.J., Donahue, M., Oakes, J.M., Bey, R., Wells, S., Sreevatsan, S., Stabel, J., Fetrow, J., 2012. Heat-treated colostrum and reduced morbidity in preweaned dairy calves: Results of a randomized trial and examination of mechanisms of effectiveness. *J. Dairy Sci.* 95, 4029–4040. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5275>
- Gulliksen, S.M., Lie, K.I., Østerås, O., 2009. Calf health monitoring in Norwegian dairy herds. *J. Dairy Sci.* 92, 1660–1669. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1518>
- Hammon, H.M., Liermann, W., Frieten, D., Koch, C., 2020. Review: Importance of colostrum supply and milk feeding intensity on gastrointestinal and systemic development in calves. *Animal* 14, S133–S143. <https://doi.org/10.1017/S1751731119003148>
- Hang, B.P.T., Wredle, E., Dicksved, J., 2021. Analysis of the developing gut microbiota in young dairy calves—impact of colostrum microbiota and gut disturbances. *Trop. Anim. Health Prod.* 53. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02535-9>
- Heinrichs, A.J., Heinrichs, B.S., 2011. A prospective study of calf factors affecting first-lactation and lifetime milk production and age of cows when removed from the herd1. *J. Dairy Sci.* 94, 336–341. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3170>
- Heinrichs, A.J., Losinger, W.C., 1998. Growth of Holstein Dairy Heifers in the United States. *J. Anim. Sci.* 76, 1254–1260. <https://doi.org/10.2527/1998.7651254x>
- Hermansen, J.E., Kristensen, T., 2011. Management options to reduce the carbon footprint of livestock products. *Anim. Front.* 1, 33–39. <https://doi.org/10.2527/af.2011-0008>
- Hoffman, P.C., 1997. Optimum Body Size of Holstein Replacement Heifers. *J. Anim. Sci.* 75, 836–845. <https://doi.org/10.2527/1997.753836x>
- Hötzel, M.J., Longo, C., Balcão, L.F., Cardoso, C.S., Costa, J.H.C., 2014. A survey of management practices that influence performance and welfare of dairy calves reared in southern Brazil. *PLoS One* 9, 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114995>
- James, R.E., Polan, C.E., Cummins, K.A., 1981. Influence of Administered Indigenous Microorganisms on Uptake of [Iodine-125] γ -Globulin In Vivo by Intestinal Segments of Neonatal Calves. *J. Dairy Sci.* 64, 52–61. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(81\)82528-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(81)82528-3)
- Jansen, J., Steuten, C.D.M., Renes, R.J., Aarts, N., Lam, T.J.G.M., 2010.

- Debunking the myth of the hard-to-reach farmer: Effective communication on udder health. *J. Dairy Sci.* 93, 1296–1306. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2794>
- Jasper, J., Weary, D.M., 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *J. Dairy Sci.* 85, 3054–3058. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74391-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74391-9)
- Jaster, E.H., 2005. Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin G1 absorption in Jersey calves. *J. Dairy Sci.* 88, 296–302. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72687-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72687-4)
- Kampen, A.H., Olsen, I., Tollersrud, T., Storset, A.K., Lund, A., 2006. Lymphocyte subpopulations and neutrophil function in calves during the first 6 months of life. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 113, 53–63. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2006.04.001>
- Kayano, M., Kadohira, M., Stevenson, M.A., 2016. Risk factors for stillbirths and mortality during the first 24 h of life on dairy farms in Hokkaido, Japan 2005-2009. *Prev. Vet. Med.* 127, 50–55. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.03.012>
- Kertz, A.F., Hill, T.M., Quigley, J.D., Heinrichs, A.J., Linn, J.G., Drackley, J.K., 2017. A 100-Year Review: Calf nutrition and management. *J. Dairy Sci.* 100, 10151–10172. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13062>
- Khan, M.A., Weary, D.M., Von Keyserlingk, M.A.G., 2011. Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 94, 1071–1081. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3733>
- Klein-Jöbstl, D., Quijada, N.M., Dzieciol, M., Feldbacher, B., Wagner, M., Drillich, M., Schmitz-Esser, S., Mann, E., 2019. Microbiota of newborn calves and their mothers reveals possible transfer routes for newborn calves' gastrointestinal microbiota. *PLoS One* 14, 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220554>
- Le Cozler, Y., Lollivier, V., Lacasse, P., Disenhaus, C., 2008. Rearing strategy and optimizing first-calving targets in dairy heifers: A review. *Animal* 2, 1393–1404. <https://doi.org/10.1017/S1751731108002498>
- Lima, S.F., Teixeira, A.G.V., Lima, F.S., Ganda, E.K., Higgins, C.H., Oikonomou, G., Bicalho, R.C., 2017. The bovine colostrum microbiome and its association with clinical mastitis. *J. Dairy Sci.* 100, 3031–3042. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11604>
- Lombard, J., Urie, N., Garry, F., Godden, S., Quigley, J., Earleywine, T., McGuirk, S., Moore, D., Branan, M., Chamorro, M., Smith, G., Shivley, C., Catherman, D., Haines, D., Heinrichs, A.J., James, R., Maas, J., Sterner, K., 2020. Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. *J. Dairy Sci.* 103, 7611–7624. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955>

- Lopez, A.J., Heinrichs, A.J., 2022. Invited review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf. *J. Dairy Sci.* 105, 2733–2749. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20114>
- Lopez, A.J., Steele, M.A., Nagorske, M., Sargent, R., Renaud, D.L., 2021. Hot topic: Accuracy of refractometry as an indirect method to measure failed transfer of passive immunity in dairy calves fed colostrum replacer and maternal colostrum. *J. Dairy Sci.* 104, 2032–2039. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18947>
- Lopez, J.W., Allen, S.D., Mitchell, J., Quinn, M., 1988. Rotavirus and Cryptosporidium Shedding in Dairy Calf Feces and Its Relationship to Colostrum Immune Transfer. *J. Dairy Sci.* 71, 1288–1294. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79685-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79685-X)
- Lora, I., Barberio, A., Contiero, B., Paparella, P., Bonfanti, L., Brscic, M., Stefani, A.L., Gottardo, F., 2017. Factors associated with passive immunity transfer in dairy calves: Combined effect of delivery time, amount and quality of the first colostrum meal. *Animal* 12, 1041–1049. <https://doi.org/10.1017/S1751731117002579>
- Lora, I., Gottardo, F., Contiero, B., Dall'Avà, B., Bonfanti, L., Stefani, A., Barberio, A., 2018. Association between passive immunity and health status of dairy calves under 30 days of age. *Prev. Vet. Med.* 152, 12–15. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.01.009>
- Lorenz, I., Earley, B., Gilmore, J., Hogan, I., Kennedy, E., More, S.J., 2011. Calf health from birth to weaning. III. Housing and management of calf pneumonia. *Ir. Vet. J.* 64, 1–6. <https://doi.org/10.1186/2046-0481-64-14>
- Mahendran, S.A., Wathes, D.C., Booth, R.E., Blackie, N., 2022. A survey of calf management practices and farmer perceptions of calf housing in UK dairy herds. *J. Dairy Sci.* 105, 409–423. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20638>
- Malmuthuge, N., Chen, Y., Liang, G., Goonewardene, L.A., Guan, L.L., 2015. Heat-treated colostrum feeding promotes beneficial bacteria colonization in the small intestine of neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 98, 8044–8053. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9607>
- Martín, M.J., Martín-Sosa, S., Hueso, P., 2002. Binding of milk oligosaccharides by several enterotoxigenic *Escherichia coli* strains isolated from calves. *Glycoconj. J.* 19, 5–11. <https://doi.org/10.1023/A:1022572628891>
- Maunsell, F., Donovan, G.A., 2008. Biosecurity and Risk Management for Dairy Replacements. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 24, 155–190. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.007>
- McGrath, B.A., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Kelly, A.L., 2016. Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Sci. Technol.* 96, 133–158. <https://doi.org/10.1007/s13594-015-0258-x>
- McGuirk, S.M., Collins, M., 2004. Managing the production, storage, and delivery of colostrum. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 20, 593–

603. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.005>

- Monteiro, A.P.A., Tao, S., Thompson, I.M., Dahl, G.E., 2014. Effect of heat stress during late gestation on immune function and growth performance of calves: Isolation of altered colostrum and calf factors. *J. Dairy Sci.* 97, 6426–6439. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7891>
- Monteiro, A.P.A., Tao, S., Thompson, I.M.T., Dahl, G.E., 2016. In utero heat stress decreases calf survival and performance through the first lactation. *J. Dairy Sci.* 99, 8443–8450. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11072>
- Morin, M.P., Dubuc, J., Freycon, P., Buczinski, S., 2021a. A calf-level study on colostrum management practices associated with adequate transfer of passive immunity in Québec dairy herds. *J. Dairy Sci.* 104, 4904–4913. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19475>
- Morin, M.P., Dubuc, J., Freycon, P., Buczinski, S., 2021b. A herd-level study on colostrum management factors associated with the prevalence of adequate transfer of passive immunity in Québec dairy herds. *J. Dairy Sci.* 104, 4914–4922. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19476>
- Morrill, K.M., 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.* 95, 3997–4005. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5174>
- Morrill, K.M., Robertson, K.E., Spring, M.M., Robinson, A.L., Tyler, H.D., 2015. Validating a refractometer to evaluate immunoglobulin G concentration in Jersey colostrum and the effect of multiple freeze-thaw cycles on evaluating colostrum quality. *J. Dairy Sci.* 98, 595–601. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8730>
- Moya, S., Chan, K.W.R., Hinchliffe, S., Buller, H., Espluga, J., Benavides, B., Diéguez, F.J., Yus, E., Ciaravino, G., Casal, J., Tirado, F., Allepuz, A., 2021. Influence on the implementation of biosecurity measures in dairy cattle farms: Communication between veterinarians and dairy farmers. *Prev. Vet. Med.* 190, 105329. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105329>
- Murray, C.F., Fick, L.J., Pajor, E.A., Barkema, H.W., Jelinski, M.D., Windeyer, M.C., 2015. Calf management practices and associations with herd-level morbidity and mortality on beef cow-calf operations. *Animal* 10, 468–477. <https://doi.org/10.1017/S1751731115002062>
- Murray, C.F., Leslie, K.E., 2013. Newborn calf vitality: Risk factors, characteristics, assessment, resulting outcomes and strategies for improvement. *Vet. J.* 198, 322–328. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.06.007>
- Neto, R.M., Faroni, C.E., Pauletti, P., Bessi, R., 2004. Levantamento do manejo de bovinos leiteiros recém-nascidos: Desempenho e aquisição de proteção passiva. *Rev. Bras. Zootec.* 33, 2323–2329. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982004000900019>

- Ollhoff, R.D., Rogalsky, A.D., Grebogi, A.M., Almeida, R. De, Ostrensky, A., Souza, F.P. de, 2008. Causas De Descarte E Óbito De Bovinos Leiteiros Entre 2000-2006 Em Um Rebanho De Alta Produção. *Rev. Acadêmica Ciência Anim.* 6, 381–387. <https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v6i3.10616>
- Ouellet, V., Laporta, J., Dahl, G.E., 2020. Late gestation heat stress in dairy cows: Effects on dam and daughter. *Theriogenology* 150, 471–479. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.03.011>
- Peter, A.T., 2013. Bovine placenta: A review on morphology, components, and defects from terminology and clinical perspectives. *Theriogenology* 80, 693–705. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.06.004>
- Purup, S., Sejrsen, K., Foldager, J., Akers, R.M., 1993. Effect of exogenous bovine growth hormone and ovariectomy on prepubertal mammary growth, serum hormones and acute in-vitro proliferative response of mammary explants from Holstein heifers. *J. Endocrinol.* 139, 19–26. <https://doi.org/10.1677/joe.0.1390019>
- Quigley, J.D., Drewry, J.J., 1998. Nutrient and Immunity Transfer from Cow to Calf Pre- and Postcalving. *J. Dairy Sci.* 81, 2779–2790. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75836-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75836-9)
- Quigley, J.D., Lago, A., Chapman, C., Erickson, P., Polo, J., 2013. Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. *J. Dairy Sci.* 96, 1148–1155. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5823>
- Raboisson, D., Delor, F., Cahuzac, E., Gendre, C., Sans, P., Allaire, G., 2013. Perinatal, neonatal, and rearing period mortality of dairy calves and replacement heifers in France. *J. Dairy Sci.* 96, 2913–2924. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6010>
- Raboisson, D., Trillat, P., Cahuzac, C., 2016a. Failure of passive immune transfer in calves: A meta-analysis on the consequences and assessment of the economic impact. *PLoS One* 11, 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150452>
- Raboisson, D., Trillat, P., Cahuzac, C., 2016b. Failure of Passive Immune Transfer in Calves: A Meta-Analysis on the Consequences and Assessment of the Economic Impact. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150452>
- Raboisson, D., Trillat, P., Cahuzac, C., 2016c. Failure of passive immune transfer in calves: A meta-analysis on the consequences and assessment of the economic impact. *PLoS One* 11, 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150452>
- Salmon, H., 1999. The mammary gland and neonate mucosal immunity. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 72, 143–155. [https://doi.org/10.1016/S0165-2427\(99\)00127-0](https://doi.org/10.1016/S0165-2427(99)00127-0)

- Santman-Berends, I.M.G.A., Nijhoving, G.H., van Wuijckhuise, L., Muskens, J., Bos, I., van Schaik, G., 2021. Evaluation of the association between the introduction of data-driven tools to support calf rearing and reduced calf mortality in dairy herds in the Netherlands. *Prev. Vet. Med.* 191, 105344. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105344>
- Schild, C.O., Caffarena, R.D., Gil, A., Sánchez, J., Riet-Correa, F., Giannitti, F., 2020. A survey of management practices that influence calf welfare and an estimation of the annual calf mortality risk in pastured dairy herds in Uruguay. *J. Dairy Sci.* 103, 9418–9429. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18177>
- Sejrsen, K., Huber, J.T., Tucker, H.A., Akers, R.M., 1982. Influence of Nutrition on Mammary Development in Pre- and Postpubertal Heifers. *J. Dairy Sci.* 65, 793–800. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82268-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82268-6)
- Seyed Almoosavi, S.M.M., Ghoorchi, T., Naserian, A.A., Khanaki, H., Drackley, J.K., Ghaffari, M.H., 2021. Effects of late-gestation heat stress independent of reduced feed intake on colostrum, metabolism at calving, and milk yield in early lactation of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 104, 1744–1758. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19115>
- Shivley, C.B., Lombard, J.E., Urie, N.J., Haines, D.M., Sargent, R., Kopral, C.A., Earleywine, T.J., Olson, J.D., Garry, F.B., 2018a. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part II. Factors associated with colostrum quality and passive transfer status of dairy heifer calves. *J. Dairy Sci.* 101, 9185–9198. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14008>
- Shivley, C.B., Lombard, J.E., Urie, N.J., Kopral, C.A., Santin, M., Earleywine, T.J., Olson, J.D., Garry, F.B., 2018b. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part VI. Factors associated with average daily gain in preweaned dairy heifer calves. *J. Dairy Sci.* 101, 9245–9258. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14022>
- Silper, B.F., Coelho, S.G., Reis, R.B., Saturnino, H.M., 2012. em animais mestiços Holandês Zebu 281–285.
- Silva-del-Río, N., Rolle, D., García-Muñoz, A., Rodríguez-Jiménez, S., Valdecabres, A., Lago, A., Pandey, P., 2017. Colostrum immunoglobulin G concentration of multiparous Jersey cows at first and second milking is associated with parity, colostrum yield, and time of first milking, and can be estimated with Brix refractometry. *J. Dairy Sci.* 100, 5774–5781. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12394>
- Sinha, Y.N., Tucker, H.A., 1969. Mammary Development and Pituitary Prolactin Level of Heifers from Birth through Puberty and during the Estrous Cycle. *J. Dairy Sci.* 52, 507–512. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(69\)86595-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(69)86595-1)
- Sinnott, A.M., Kennedy, E., Bokkers, E.A.M., 2021. The effects of manual and automated milk feeding methods on group-housed calf health, behaviour, growth and labour. *Livest. Sci.* 244, 104343. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104343>

- Song, Y., Li, F., Fischer-Tlustos, A.J., Neves, A.L.A., He, Z., Steele, M.A., Guan, L.L., 2021. Metagenomic analysis revealed the individualized shift in ileal microbiome of neonatal calves in response to delaying the first colostrum feeding. *J. Dairy Sci.* 104, 8783–8797. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20068>
- Stanton, A.L., Kelton, D.F., LeBlanc, S.J., Millman, S.T., Wormuth, J., Dingwell, R.T., Leslie, K.E., 2010. The effect of treatment with long-acting antibiotic at postweaning movement on respiratory disease and on growth in commercial dairy calves. *J. Dairy Sci.* 93, 574–581. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2414>
- Stanton, A.L., Kelton, D.F., LeBlanc, S.J., Wormuth, J., Leslie, K.E., 2012. The effect of respiratory disease and a preventative antibiotic treatment on growth, survival, age at first calving, and milk production of dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 95, 4950–4960. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5067>
- Sweeney, B.C., Rushen, J., Weary, D.M., de Passillé, A.M., 2010. Duration of weaning, starter intake, and weight gain of dairy calves fed large amounts of milk. *J. Dairy Sci.* 93, 148–152. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2427>
- Tao, S., Dahl, G.E., 2013. Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *J. Dairy Sci.* 96, 4079–4093. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6278>
- Tao, S., Monteiro, A.P.A., Thompson, I.M., Hayen, M.J., Dahl, G.E., 2012. Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 95, 7128–7136. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5697>
- Thies, V.F., Schneider, E.P., Matte, A., 2023. Trajetórias familiares na pecuária leiteira no sul do Brasil: entre a especialização e o fim da atividade. *Rev. Econ. e Sociol. Rural* 61, 1–21. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.265911>
- Todd, C.G., McGee, M., Tiernan, K., Crosson, P., O’Riordan, E., McClure, J., Lorenz, I., Earley, B., 2018. An observational study on passive immunity in Irish suckler beef and dairy calves: Tests for failure of passive transfer of immunity and associations with health and performance. *Prev. Vet. Med.* 159, 182–195. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.07.014>
- Toscano, M., Grandi, R. De, Grossi, E., Drago, L., 2017. Role of the human breast milk-associated microbiota on the newborns’ immune system: A mini review. *Front. Microbiol.* 8, 1–5. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02100>
- Tozer, P.R., Heinrichs, A.J., 2001. What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A multiple-component analysis. *J. Dairy Sci.* 84, 1836–1844. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74623-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74623-1)
- Trotz-Williams, L.A., Leslie, K.E., Peregrine, A.S., 2008. Passive immunity in Ontario dairy calves and investigation of its association with calf management practices. *J. Dairy Sci.* 91, 3840–3849. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0898>

- Tyler, J.W., Hancock, D.D., Thorne, J.G., Gay, C.C., Gay, J.M., 1999. Partitioning the mortality risk associated with inadequate passive transfer of colostral immunoglobulins in dairy calves. *J. Vet. Intern. Med.* 13, 335–337. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1999.tb02191.x>
- Urie, N.J., Lombard, J.E., Shivley, C.B., Koprak, C.A., Adams, A.E., Earleywine, T.J., Olson, J.D., Garry, F.B., 2018a. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. *J. Dairy Sci.* 101, 9229–9244. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14019>
- Urie, N.J., Lombard, J.E., Shivley, C.B., Koprak, C.A., Adams, A.E., Earleywine, T.J., Olson, J.D., Garry, F.B., 2018b. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part I. Descriptive characteristics of preweaned heifer raising practices. *J. Dairy Sci.* 101, 9168–9184. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14010>
- Van Amburgh, M.E., Galton, D.M., Bauman, D.E., Everett, R.W., Fox, D.G., Chase, L.E., Erb, H.N., 1998. Effects of Three Prepubertal Body Growth Rates on Performance of Holstein Heifers during First Lactation. *J. Dairy Sci.* 81, 527–538. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75604-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75604-8)
- Van Amburgh, M.E., Soberon, F., Meyer, M.J., Molano, R.A., 2019. Symposium review: Integration of postweaning nutrient requirements and supply with composition of growth and mammary development in modern dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 102, 3692–3705. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15270>
- Van Hese, I., Goossens, K., Ampe, B., Haegeman, A., Opsomer, G., 2022. Exploring the microbial composition of Holstein Friesian and Belgian Blue colostrum in relation to the transfer of passive immunity. *J. Dairy Sci.* 105, 7623–7641. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-21799>
- Vasseur, E., Borderas, F., Cue, R.I., Lefebvre, D., Pellerin, D., Rushen, J., Wade, K.M., de Passillé, A.M., 2010. A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. *J. Dairy Sci.* 93, 1307–1316. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2429>
- Vasseur, E., Rushen, J., de Passillé, A.M., 2009. Does a calf's motivation to ingest colostrum depend on time since birth, calf vigor, or provision of heat? *J. Dairy Sci.* 92, 3915–3921. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1823>
- Ventura, B.A., Von Keyserlingk, M.A.G., Wittman, H., Weary, D.M., 2016. What difference does a visit make? Changes in animal welfare perceptions after interested citizens tour a dairy farm. *PLoS One* 11, 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154733>
- Vogels, Z., Chuck, G., Morton, J., 2013. Failure of transfer of passive immunity and agammaglobulinaemia in calves in south-west Victorian dairy herds: Prevalence and risk factors. *Aust. Vet. J.* 91, 150–158. <https://doi.org/10.1111/avj.12025>
- Waldner, C.L., Leigh, B.R., 2009. Factors associated with serum immunoglobulin levels in beef calves from Alberta and Saskatchewan and

- association between passive transfer and health outcomes. *Can. Vet. J.* 50, 275–281.
- Walker, W.A., Iyengar, R.S., 2015. Breast milk, microbiota, and intestinal immune homeostasis. *Pediatr. Res.* 77, 220–228. <https://doi.org/10.1038/pr.2014.160>
- Wallace, M.M., Jarvie, B.D., Perkins, N.R., Leslie, K.E., 2006. A comparison of serum harvesting methods and type of refractometer for determining total solids to estimate failure of passive transfer in calves. *Can. Vet. J.* 47, 573–575.
- Wathes, D.C., Brickell, J.S., Bourne, N.E., Swali, A., Cheng, Z., 2008. Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. *Animal* 2, 1135–1143. <https://doi.org/10.1017/S1751731108002322>
- Weaver, D.M., Tyler, J.W., VanMetre, D.C., Hostetler, D.E., Barrington, G.M., 2000a. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *J. Vet. Intern. Med.* 14, 569–577. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x>
- Weaver, D.M., Tyler, J.W., VanMetre, D.C., Hostetler, D.E., Barrington, G.M., 2000b. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *J. Vet. Intern. Med.* 14, 569–577. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x>
- Weiller, M.A.A., Moreira, D.A., Bragança, L.F., Farias, L.B., Lopes, M.G., Bruhn, F.R.P., Brauner, C.C., Schmitt, E., Corrêa, M.N., Rabassa, V.R., Del Pino, F.A.B., 2020. The occurrence of diseases and their relationship with passive immune transfer in Holstein dairy calves submitted to individual management in southern Brazil. *Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec.* 72, 1075–1084. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11482>
- Wells, S.J., Dargatz, D.A., Ott, S.L., 1996. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. *Prev. Vet. Med.* 29, 9–19. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(96\)01061-6](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(96)01061-6)
- Williams, D.R., Pithua, P., Garcia, A., Champagne, J., Haines, D.M., Aly, S.S., 2014. Effect of three colostrum diets on passive transfer of immunity and preweaning health in calves on a California dairy following colostrum management training. *Vet. Med. Int.* 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/698741>
- Wilm, J., Costa, J.H.C., Neave, H.W., Weary, D.M., von Keyserlingk, M.A.G., 2018. Technical note: Serum total protein and immunoglobulin G concentrations in neonatal dairy calves over the first 10 days of age. *J. Dairy Sci.* 101, 6430–6436. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13553>
- Windeyer, M.C., Leslie, K.E., Godden, S.M., Hodgins, D.C., Lissemore, K.D., LeBlanc, S.J., 2014. Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. *Prev. Vet. Med.* 113, 231–240. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.10.019>

- Yeoman, C.J., Ishaq, S.L., Bichi, E., Olivo, S.K., Lowe, J., Aldridge, B.M., 2018. Biogeographical Differences in the Influence of Maternal Microbial Sources on the Early Successional Development of the Bovine Neonatal Gastrointestinal tract. *Sci. Rep.* 8, 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21440-8>
- Zanton, G.I., Heinrichs, A.J., 2005. Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein Heifers on first-lactation production. *J. Dairy Sci.* 88, 3860–3867. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73071-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73071-X)

Tabela 1 Caracterização dos criadores de bovinos leiteiros no levantamento de dados na região Sul do Brasil.

Variável	Número	Frequência (%)
Estado		
Paraná	7	4,0
Rio Grande do Sul	11	6,3
Santa Catarina	156	89,7
Idade		
Entre 18 e 29 anos	9	5,9
Entre 30 e 39 anos	40	26,3
Entre 40 e 49 anos	26	17,1
Entre 50 e 59 anos	53	34,9
≥ 60 anos	24	15,8
Escolaridade		
Não informado	10	5,7
Ensino fundamental incompleto	56	32,0
Ensino fundamental completo	26	14,9
Ensino médio incompleto	11	6,3
Ensino médio completo	65	37,1
Ensino técnico	1	0,6
Ensino superior incompleto	1	0,6
Ensino superior completo	3	1,7
Pós-graduação	2	1,1
Tempo na atividade		

De 1 a 5 anos	19	10,9
De 6 a 10 anos	33	18,9
De 11 a 20 anos	52	29,7
De 21 a 30 anos	54	30,8
Mais de 30 anos	17	9,7

Tabela 2 Caracterização dos sistemas de produção de bovinos leiteiros no Sul do Brasil.

Variável	Número	Frequência (%)
Área da propriedade		
Até 5 hectares	20	11,5
De 6 a 10 hectares	52	29,9
De 11 a 20 hectares	61	35,0
De 21 a 30 hectares	24	13,78
De 31 a 50 hectares	12	6,87
De 51 a 100 hectares	3	1,7
Mais de 100 hectares	2	1,1
Sistema de produção		
Não informado	1	0,6
A pasto	151	86,3
Semi-confinado	14	8,0
Confinado	9	5,1
Raça presente na propriedade		
Holandês	32	18,3
Jersey	139	79,4
Gir leiteiro	1	0,6
Mestiço	2	1,1
Girolando	1	0,6
Número médio de vacas no rebanho		
Até 10 vacas	14	8,0
De 11 a 20 vacas	49	28,0
De 21 a 30 vacas	42	24,0
De 31 a 50 vacas	50	28,6
De 51 a 100 vacas	16	9,1
Mais de 101 vacas	4	2,3

Tabela 3 Práticas de manejo adotadas pelos criadores de bovinos leiteiros no Sul do Brasil.

Variável	Número	Frequência (%)
Período seco (dias)		
45	3	1,7
60	148	84,6
75	2	1,1
≥ 90	22	12,6
Como é o ambiente da vaca seca		
Não informado	1	0,6
Piquete	168	96,0
Confinamento	6	3,4
Possui local específico para o parto		
Não informado	2	1,1
Não	85	48,6
Sim	88	50,3
Frequência de observação da vaca em trabalho de parto		
Não informado	28	16,0
Não acompanha o parto	18	10,3
A cada 30 minutos	11	6,3
A cada 1 hora	106	60,6
De 2 em 2 horas	3	1,7
Acompanha o parto o tempo todo	9	5,1
Quanto tempo após o nascimento o bezerro é separado da vaca		
Não informado	1	0,6
Imediatamente após o parto	64	36,6
Nas primeiras 2 horas após o parto	23	13,1
Entre 2 e 6 horas após o parto	45	25,7
Entre 6 e 12 horas após o parto	0	0,0

Entre 12 e 24 horas após o parto	26	14,9
Após o primeiro dia após o parto	12	6,9
Outro	4	2,3

Você realiza a recria na propriedade

Não informado	5	2,9
Não	1	0,6
Sim, só o aleitamento	20	11,4
Sim, o aleitamento e a recria	149	85,1

Que tipo de sistema você realiza a recria

Não informado	102	58,3
A pasto	55	31,4
Semi-confinado	16	9,1
Confinado	2	1,1

É utilizada vacinação preventiva na recria

Não informado	26	14,9
Não	59	33,7
Sim	90	51,4

Com que frequência realiza a desverminação (dias) na recria

Não informado	22	12,6
Não realizo	4	2,3
A cada 30 dias	9	5,1
A cada 45 dias	1	0,6
A cada 60 dias	14	8,0
A cada 90 dias	33	18,9
A cada 120 dias	16	9,1
A cada 150 dias	1	0,6
A cada 180 dias	72	41,1
A cada 240 dias	1	0,6
A cada 365 dias	2	1,1

Touro ou inseminação?

Não informado	95	54,3
---------------	----	------

Touro	30	17,1
Inseminação	45	25,7
Touro + inseminação	5	2,9

Critérios para a primeira cobertura

Não informado	12	6,9
Idade	76	43,4
Peso	38	21,7
Idade + peso	46	26,3
Tamanho	2	1,1
Idade + tamanho	1	0,6

Tabela 4 Práticas de colostragem e alimentação de bezerras criadas no Sul do Brasil.

Variável	Número	Frequência (%)
Quando a bezerra recebe o primeiro colostro		
Não informado	83	47,4
Na primeira hora	43	24,6
Entre 1 e 2 horas	30	17,1
Entre 2 a 4 horas	15	8,0
Entre 4 a 6 horas	5	2,9
Após 6 horas	0	0,0
Tipo de colostro fornecido as bezerras		
Primeiro colostro da mãe	170	97,1
Colostro armazenado	2	1,1
Colostro reunido	0	0,0
Primeiro colostro da mãe + armazenado	3	1,7
Como o colostro é fornecido as bezerras		
Não informado	1	0,6
Bezerros sugam de suas mães	78	44,6
Mamadeira	81	46,3
Balde	2	1,1
Sonda	1	0,6
Outro	12	6,9
Quantidade de colostro fornecido 1ª refeição		
Não informado	84	48,0
1 litro	6	3,43
2 litros	35	20,0
3 litros	4	2,3
4 litros	41	23,4
10% do peso vivo	3	1,7

Outro	2	1,1
Quem é/são os responsáveis pelo aleitamento		
Proprietários	165	94,3
Colaboradores	7	4,0
Proprietários + colaboradores	3	1,7
Você verifica regularmente a qualidade do colostro antes de alimentá-lo as bezerras		
Não avalia	163	93,1
Sim, colostrômetro	0	0,0
Sim, refratômetro de Brix	4	2,3
Sim, visualmente a cor e/ou viscosidade	7	4,0
Sim, colostro Balls	1	0,6
Que tipo de leite é administrado as bezerras depois do colostro		
Não informado	5	2,9
Leite fresco	145	82,9
Leite descarte (que não pode ser vendido)	10	5,7
Leite em pó/substituto do leite	4	2,3
Leite fresco + leite descarte	7	4,0
Outro	4	2,3
Qual a quantidade de leite administrada a cada bezerra por dia		
Não informado	5	2,9
≤ 2 litros	6	3,5
3 litros	5	2,9
4 litros	143	81,7
≥ 5 litros	16	9,2
Com que idade as bezerras são desaleitadas		
Não informado	5	2,9
Menos de 45 dias	3	1,7

Entre 46 e 60 dias	42	24,0
Entre 61 e 90 dias	88	50,3
Mais de 91 dias	37	21,1

Qual o critério para o desaleitamento das bezerras

Não informado	1	0,6
Dobrar o peso ao nascer	8	4,6
Comer uma boa quantidade de concentrado	86	49,1
Idade	39	22,3
Dobrar o peso ao nascer + comer uma boa quantidade de concentrado	26	14,9
Comer uma boa quantidade de concentrado + idade	11	6,3
Dobrar o peso ao nascer + idade	4	2,3

Tabela 5 Práticas de manejo e controle zootécnico de bezerras criadas no Sul do Brasil.

Variável	Número	Frequência (%)
Que sistema de criação é usado no aleitamento		
Não informado	14	8,0
Baias individuais	102	58,3
Abrigos individuais	3	1,7
Baias coletivas	49	28,0
Baias individuais + abrigos individuais	4	2,3
Piquete	3	1,7
Sobre que piso ficam as bezerras durante o período do aleitamento		
Não informado	13	7,4
Serragem	25	14,3
Gramma	13	7,4
Maravalha	11	6,3
Chão batido	23	13,1
Concreto	25	14,3
Madeira	62	35,4
Outro	3	1,8
Realiza o acompanhamento do desenvolvimento corporal das bezerras		
Não informado	21	12,0
Não	129	73,7
Sim	25	14,3
Qual acompanhamento do desenvolvimento corporal você realiza		
Não informado	23	13,1
Peso	12	6,9
Altura	0	0,0
Ganho de peso	3	1,7

Peso + altura	5	2,9
Peso + ganho de peso	5	2,9
Não realiza	127	72,6
Quando faz o acompanhamento do desenvolvimento		
Não informado	23	13,1
1 vez por mês	16	9,1
A cada 3 meses	1	0,6
A cada 6 meses	1	0,6
Momentos específicos (nascimento, desaleitamento, 1º serviço)	127	72,6
Outro	1	0,6
Qual a porcentagem de mortes durante os 2 primeiros meses de vida das bezerras		
Não informado	26	14,9
Não sabe	89	50,9
0%	3	1,7
0,5%	1	0,6
1%	9	5,1
2%	8	4,6
3%	2	1,1
4%	1	0,6
5%	12	6,9
≥ 10%	24	13,8
Qual o principal motivo de mortes durante os primeiros 2 meses de vida das bezerras		
Não informado	32	18,3
Não sabe	86	49,1
Diarreia	38	21,7
Pneumonia	4	2,3
Diarreia + pneumonia	6	3,4
Outro	9	5,1

CAPÍTULO III

Transferência de Imunidade Passiva e desenvolvimento ponderal de bezerras Leiteiras no Sul do Brasil – Resultados Preliminares

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas de publicação da **Livestock Science**.

Transferência de Imunidade Passiva e desenvolvimento ponderal de bezerras Leiteiras no Sul do Brasil – Resultados Preliminares

G. Heisler¹, D.B. dos Santos² e V. Fischer³

¹ *Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Avenida Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.*

² *Departamento Técnico, Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural, Emater, RS, Brasil.*

³ *Professora do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Avenida Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.*

Autor correspondente: Vivian Fischer. E-mail: vivinha.fischer@hotmail.com

Resumo

Estudos recentes evidenciam deficiências na colostragem de bezerras, aumentando as falhas na transferência de imunidade passiva (FTIP). As causas relacionadas podem ser diferentes conforme a região, além disso, a relação FTIP e o desenvolvimento ponderal das bezerras é escassamente reportado. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de fatores relacionados ao ambiente, vacas e bezerros além de práticas de colostragem sobre a transferência de imunidade passiva e o desenvolvimento ponderal de bezerras leiteiras até os 90 dias de idade. Cento e cinco bezerras da raça Holandês

provenientes de sete fazendas leiteiras comerciais foram incluídas neste estudo. Foram registradas as informações relativas à paridade e idade da vaca mãe, necessidade de auxílio ao parto, data de nascimento, peso ao nascer; tempo transcorrido entre o nascimento e o primeiro fornecimento de colostro, volume de colostro fornecido na primeira refeição e Brix do colostro. Amostras de sangue e colostro foram coletadas para estimar a transferência de imunidade passiva (TIP) e a qualidade do colostro por meio de refratômetro de Brix. Cerca de 79,3% das bezerras receberam colostro das suas mães, 94,5% receberam dois ou mais litros de colostro na primeira refeição, 82,3% receberam 1º colostro até quatro horas após o nascimento. Aproximadamente 79,57% das amostras de colostro apresentaram valor Brix maior ou igual a 22. Cerca de 81,05% das bezerras apresentaram TIP boa ou excelente ($\geq 8,4$ brix do soro). Os partos se concentraram no outono e inverno (75% de março a julho). O valor de Brix do colostro aumentou com a idade da vaca, mas foi reduzido pelo ECC da vaca e nascimentos no verão. O valor de Brix do soro sanguíneo aumentou linearmente com o aumento do Brix do colostro. A quantidade de colostro fornecida na primeira refeição e o intervalo de tempo entre o nascimento e a 1ª refeição com colostro foram correlacionados, respectivamente, positivamente e negativamente com os pesos corporais das bezerras aos 30, 60 e 90 dias de idade. A quantidade de colostro e o peso ao nascimento foram os fatores que mais influenciaram positivamente o desenvolvimento ponderal das bezerras até os 60 dias de vida. O aumento do intervalo entre o nascimento e a colostragem reduziu o peso e o ganho de peso aos 60 dias. Nas condições do estudo, em que mais de 90% das bezerras receberam pelo menos 2 litros de colostro com 22% de Brix, ou mais na

primeira refeição, a qual foi realizada até 6 horas após o nascimento, com 75% dos nascimentos concentrados na estação fria, houve adequada transferência de imunidade passiva em cerca de 81% das bezerras. Todavia, o peso corporal e o ganho de peso de bezerras aos 30, 60 e 90 dias de vida foram influenciados distintamente pelas práticas de colostragem registradas, com destaque para o volume de colostro ingerido.

Keywords: *brix soro sanguíneo, brix do colostro, ingestão de colostro, fazendas*

Introdução

As bezerras necessitam ingerir e absorver colostro de boa qualidade logo após o seu nascimento para garantir a transferência de imunoglobulinas (Ig), uma vez que nascem quase agamaglobulinêmicas, com sistema imunológico completo, porém imaturo (Cortese, 2009). O diagnóstico de transferência da imunidade passiva (TIP) eficiente é realizado com medidas diretas e indiretas (Elsohaby et al., 2019). Uma das maneiras indiretas é através do refratômetro de Brix para avaliar amostras de soro, técnica menos complexa e mais acessível aos produtores. Os valores de Brix do soro sanguíneo são positivamente correlacionados ($r = 0.87$ a 0.93) com as concentrações séricas de IgG (Deelen et al., 2014; Lopez et al., 2021) e com a concentração de IgG no colostro ($r = 0,64$ a $0,94$; Quigley et al., 2013).

Para a TIP exitosa, as bezerras devem consumir quantidade suficiente de IgG no colostro e, posteriormente, absorver com sucesso, garantindo quantidade suficiente de IgG em sua circulação (IgG sérica > 10 g/L, Godden et

al., 2019). O volume do colostro fornecido e a sua qualidade (imunológica e microbiológica) são os principais fatores que afetam a quantidade de Ig consumida. Entre os fatores que influenciam a absorção de moléculas de Ig na circulação, citam-se a rapidez com que a primeira refeição de colostro é fornecida logo após o nascimento da bezerra e a contaminação bacteriana do colostro (Godden et al., 2019).

A correta colostragem é associada com menor morbidade e mortalidade de animais jovens (Lora et al., 2018; Raboisson et al., 2016c; Williams et al., 2014). No longo prazo, o êxito da transferência de imunidade passiva apresenta benefícios adicionais, associados com a redução da mortalidade no período após o desaleitamento, como o aumento da produção de leite durante as duas primeiras lactações (Faber et al., 2005). Entretanto proporções consideráveis de bezerras, 41% na Itália (Lora et al., 2017), 15,6% nos EUA (Godden et al., 2019) e 32% no Sul do Brasil (Weiller et al., 2020) apresentam falhas na transferência de imunidade passiva (FTIP), o que pode comprometer a saúde e, subsequentemente, a sobrevivência das bezerras, e posterior desempenho produtivo e reprodutivo, aumentando a taxa de descarte das fêmeas jovens e prejudicando a economia do sistema (Campbell et al., 2007).

Estudos (Bragg et al., 2020; Denholm et al., 2017; Lora et al., 2017; Morin et al., 2021a, 2021b) não associaram a TIP com o desenvolvimento corporal das bezerras ao longo de sua vida. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de fatores relacionados ao ambiente, vacas e bezerras, além de práticas de colostragem sobre a transferência de imunidade passiva e o desenvolvimento ponderal de bezerras leiteiras até os 90 dias de idade.

Material e Métodos

Descrição das fazendas

O estudo foi realizado de dezembro de 2020 a fevereiro de 2022 em sete fazendas leiteiras localizadas no centro do estado do Rio Grande do Sul (região do Vale do Rio Pardo), Brasil. As fazendas foram selecionadas de acordo com o tamanho do rebanho (25 a 100 vacas), raça (Holandês), utilização de mão de obra familiar e disposição do produtor em fazer parte do estudo. As bezerras foram manejadas de acordo com os procedimentos operacionais padrão de cada fazenda. Foram incluídas inicialmente no estudo 108 bezerras da raça Holandês.

Coleta de dados e Amostragem

Na primeira etapa, os produtores foram entrevistados por meio de um questionário sobre as práticas de manejo de bezerras recém-nascidas. Posteriormente, as fazendas foram visitadas conforme ocorreram os nascimentos das bezerras pelo responsável pela condução do estudo, com a coleta de dados e transporte das amostras de sangue e colostro ao laboratório.

As coletas de sangue foram realizadas pelo responsável pela condução do estudo nas bezerras entre 24 horas e oito dias de idade (Wilm et al., 2018). O sangue foi retirado da veia jugular usando tubos Vacutainer® de 10ml sem anticoagulante e as amostras foram armazenadas a 4°C até a chegada ao laboratório dentro de duas horas após a coleta. Nessas visitas, foram registradas as seguintes informações: paridade e idade da vaca mãe, se o parto foi auxiliado; data de nascimento, peso ao nascimento; manejo do colostro (tempo transcorrido entre o nascimento e o primeiro fornecimento de colostro, quantidade de colostro fornecida na primeira refeição e Brix do

colostro). Além disso, os produtores foram solicitados a coletar uma amostra do primeiro colostro fornecido à cada bezerra incluída no estudo em um tubo de 50ml e armazená-lo a 4°C, antes de serem transportadas, em gelo, para o laboratório para processamento. Valores de Brix das amostras do soro e do colostro foram determinados até 12 horas após a chegada ao laboratório. O ponto de corte utilizado para determinar a transferência de imunidade passiva, utilizando o soro, foi de proteínas totais do soro (g/dl) $\geq 5,2$, Equivalente Brix (%) do soro $\geq 8,4$ (Elsohaby et al., 2019).

Análise laboratorial

Todas as amostras de sangue foram centrifugadas a 3.500 x g por 15 min. Foram usadas 2 a 3 gotas da alíquota de soro sanguíneo e colostro para avaliação em refratômetro de Brix (Deelen et al., 2014). O refratômetro foi calibrado de acordo com as orientações do fabricante (Importado e distribuído por AKSO Produtos Eletrônicos LTDA; São Leopoldo, Brasil; Produzido na China).

Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o *software* SAS (versão 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC). Foram registrados os dados de 108 bezerras, mas apenas os dados daquelas que receberam o colostro em mamadeira (98), ou seja, que não mamaram na vaca, foram usados na análise estatística. Estatísticas descritivas (mínimo, mediana, máxima e média) foram realizadas com cada variável independente para descrever as práticas de manejo do colostro (PROC FREQ, SAS®). A associação linear entre as variáveis numéricas foi analisada através do PROC CORR (Spearman), considerando as

variáveis: tempo para a primeira alimentação de colostro, volume de colostro fornecido na primeira refeição, modo de fornecimento (mamadeira ou direto da vaca ou misto), tipo de colostro (vaca mãe do bezerro, banco de colostro, misto), Brix do colostro, Brix do soro sanguíneo, peso corporal ao nascimento, aos 30, 60 90 dias de vida; idade da vaca, paridade, peso corporal da vaca, escore de condição corporal (ECC) da vaca, necessidade de intervenção durante o parto. As variáveis originais não numéricas foram codificadas. Foi usada análise de regressão linear simples (PROC REG do SAS®, opção selection = stepwise) entre as variáveis dependentes peso aos 30 dias, peso aos 60 dias, peso aos 90 dias, Brix do colostro e Brix do soro sanguíneo com as variáveis independentes Brix do colostro, tempo para a primeira colostragem, volume de colostro, peso ao nascimento, paridade, peso da vaca e ECC da vaca. As variáveis Brix do colostro e Brix do soro foram submetidas à análise de variância considerando o efeito das estações do ano e as seguintes variáveis tempo para a primeira colostragem, volume de colostro, paridade, peso e ECC da vaca, e necessidade de intervenção no parto como covariáveis. Efeitos foram considerados significativos quando $P < 0,05$ e tendência quando $0,05 > P > 0,10$.

Foi realizada regressão logística para avaliar o risco de uma transferência de imune passiva abaixo do adequado, considerando o valor do brix de soro $< 8,4^\circ$ (Elsohaby et al., 2019).

Os dados numéricos relativos às práticas de colostragem foram submetidos às análises multivariadas usando análise de fator principal (AFP) e análise de *cluster* (CA) (Hair et al., 1998, Madry et al., 2013). Na AFP, qualquer variável com pouca contribuição para formar os clusters pode ser rejeitada

conforme descrito por Escobar e Berdegué (1990). A AFP foi realizada com o procedimento FACTOR (nfactors=4 maxiter=10 msa r=varimax) no SAS® for Windows 9.4 e foi considerada significativa quando os autovalores eram iguais ou superiores a 1 (Comrey e Lee, 1992). Foi utilizado para explorar a relação entre as seguintes variáveis: Brix do colostro, estação do nascimento, tempo para a primeira ingestão de colostro, quantidade de colostro fornecido na primeira refeição, paridade, idade da vaca, ECC da vaca, origem do colostro (vaca ou congelado) e período de aleitamento. Para garantir a ortogonalidade do fator principal (FP), foi utilizada a matriz fatorial rotacionada. A ponderação relativa de cada variável original em cada FP é então denominada valor carga vetorial e o valor para cada observação é denominado escore. Variáveis com baixo coeficiente de variação (<50%) foram excluídas devido à baixa capacidade discriminatória (Hair et al 1998).

Para estimar o coeficiente de uma equação linear envolvendo uma ou mais variáveis independentes que melhor predizem o valor da variável dependente, foi realizada a análise de regressão linear. Foi possível testar se as variáveis estão relacionadas linearmente e calcular a importância da relação entre as variáveis usando a equação de regressão múltipla $Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$, quando k é o número de variáveis independentes (X) que os valores são usados para prever a variável dependente (Y) (Lesschen, Verbung e Staal, 2005). No presente estudo, os valores dos escores foram calculados com o Procedimento SCORE e posteriormente utilizados como variáveis independentes em um modelo de regressão linear múltipla para analisar os efeitos relacionados à colostragem, características das vacas nos valores de Brix do soro e peso aos 30, 60 e 90 dias de idade. Os valores dos escores dos

FPs significativos foram incluídos como variáveis independentes, conforme o seguinte modelo: $Y = \beta_0 + \beta_1PF1 + \beta_2PF2 + \beta_3PF3 + \varepsilon$, em que Y é uma variável dependente; β_0 é o intercepto; β_1PF1 , β_2PF2 , β_3PF3 são os coeficientes de regressão linear para PF1 a 3, e ε é o termo de erro do modelo. O teste t foi utilizado para testar os coeficientes de regressão. Além disso, a análise de *cluster* (CA) foi empregada para agrupar observações com práticas de colostragem e características das vacas semelhantes usando o procedimento FASTCLUS, onde o número de clusters foi definido usando k-means CA, particionando as observações em clusters, minimiza a soma da distância de cada objeto para seu *cluster* (centróide); e as diferenças em todas as variáveis entre os grupos foram testadas usando o procedimento GLM e LSmeans, opção pdiff. As diferenças significativas foram declaradas quando $P < 0,05$ e uma tendência considerada existente se $0,05 < P < 0,10$.

Resultados

Entre dezembro de 2020 e fevereiro de 2022, foram recrutadas 108 bezerras da raça Holandês provenientes de sete rebanhos comerciais. Onze bezerras foram excluídas do estudo, resultando em 97 bezerras incluídas nas análises estatísticas, em função da exclusão de 11 bezerras por terem mamado o colostro diretamente de suas mães. A quantidade de bezerras analisada para cada variável foi distinta, devido aos dados faltantes. As variáveis descritivas podem ser vistas na Tabela 1. As bezerras incluídas no estudo foram provenientes de rebanhos com 24 a 100 vacas em lactação (mediana = 35,50 vacas em lactação) e com período seco de 60 dias. A grande maioria das bezerras (89,50%) recebeu a sua primeira refeição de colostro por

meio de mamadeira; 79,30% das bezerras ingeriram colostro na primeira refeição de origem da própria mãe. A maioria dos partos (85,57%) ocorreu sem intervenção. Não se registrou nenhum caso de ordenha pré-parto. Os partos se concentraram durante a estação fria, 44,94% no inverno, 30,34% no outono, 12,36% no verão e 12,36% na primavera.

Observou-se que 79,4% das bezerras ($n = 79$) apresentaram TIP considerada adequada (Brix do soro sanguíneo $\geq 8,4\%$). As porcentagens de bezerras com ganho de peso abaixo de 0,70 kg/dia foram de 45,5%, 25,81% e 19,74% até os 30, 60 e 90 dias de idade, respectivamente.

As correlações entre as variáveis podem ser vistas na Tabela 2. O valor do Brix do colostro foi positivamente correlacionado com a idade da vaca ($r = 0,41$, $P < 0,0001$), paridade ($r = 0,35$, $P < 0,001$), mas inversamente correlacionados com os nascimentos no verão ($r = 0,27$, $P = 0,05$). Os pesos corporais das bezerras aos 30 ($r = 0,46$, $P < 0,0001$), 60 ($r = 0,47$, $P < 0,0001$) e 90 dias de idade ($r = 0,56$, $P < 0,0001$) foram positivamente correlacionados com a quantidade ministrada do colostro. Essas correlações são semelhantes às obtidas para os ganhos de peso diário aos 30 ($r = 0,4$, $P < 0,065$), 60 ($r = 0,40$, $P < 0,05$) e 90 dias ($r = 0,49$, $P < 0,001$). Os pesos corporais das bezerras aos 30 ($r = -0,22$, $P < 0,05$), 60 ($r = -0,27$, $P < 0,05$) e 90 dias de idade ($r = -0,31$, $P < 0,001$) foram negativamente correlacionados com o intervalo de tempo do nascimento até a colostragem. No entanto, o valor de Brix do colostro não foi significativamente correlacionado com os pesos nas idades de 30 e 60 dias.

O valor de Brix do soro sanguíneo das bezerras foi positivamente correlacionado com o Brix do colostro ($r = 0,39$, $P < 0,001$), idade da vaca ($r =$

0,23, $P < 0,05$), e foi positivamente correlacionado com a paridade ($r = 0,19$, $P = 0,05$), mas foi negativamente correlacionado com nascimentos no verão ($r = -0,20$, $P = 0,05$).

A inspeção das análises de regressão revela que o Brix do soro aumentou linearmente com o aumento do Brix do colostro, podendo ser estimado pela equação: $Y_{\text{Brix do soro}} = 6,69 + 0,11 \text{ brix do colostro}$, $P < 0,0001$, $R^2 = 0,21$.

O Brix do colostro aumentou linearmente com a idade das vacas, porém reduziu com o escore de composição corporal vaca e estação do ano (1 = outono, 2 = verão, 3 = primavera e 4 = verão). Dessa forma $Y_{\text{brix colostro}} = 37,68 + 0,91 \text{ idade da vaca} - 0,97 \text{ estação de nascimento} - 4,07 \text{ escore de condição corporal da vaca}$, $P < 0,0001$ e $R^2 = 0,27$.

Os pesos das bezerras aos 30 dias aumentaram linearmente com o peso ao nascer e a quantidade do colostro. Dessa forma, o peso aos 30 dias pode ser estimado pela equação: $Y_{\text{Peso aos 30 dias}} = 19,74 + 3,58 \text{ quantidade colostro} + 0,78 \text{ peso nascimento}$, $P < 0,0001$, $R^2 = 0,34$. O ganho de peso aos 30 dias pode ser estimado pela equação: $Y_{\text{GP30}} = 0,36 + 0,05 \text{ quantidade colostro expresso como \% peso nascimento}$, $P < 0,0001$, $R^2 = 0,16$.

Os pesos das bezerras aos 60 dias aumentaram linearmente com a quantidade de colostro, peso ao nascer, peso da vaca, mas reduziram com o número de horas entre o nascimento e a primeira ingestão de colostro. Dessa forma a equação que estima o peso aos 60 dias é: $Y_{\text{Peso aos 60 dias}} = 40,84 - 1,61 \text{ hora colostragem} + 2,81 \text{ quantidade colostro} + 0,56 \text{ peso nascimento} + 0,03 \text{ peso vaca}$, $P < 0,0001$, $R^2 = 0,34$. O ganho de peso aos 60 dias pode ser estimado pela

equação $Y_{GP60} = 0,39 - 0,02 \text{ horas colostragem} + 0,02 \text{ quantidade de colostro expresso como \% peso ao nascer} + 0,0004 \text{ peso vaca}$, $P = 0,0008$, $R^2 = 0,24$.

O peso aos 90 dias aumentou linearmente com peso ao nascer, duração do aleitamento, mas reduziu com a necessidade de intervenção no parto e brix do soro, conforme a equação: $Y_{\text{Peso aos 90 dias}} = 79,6 - 3,0 \text{ hora ate colostragem} - 3,2 \text{ brix soro} + 0,64 \text{ Peso ao nascer} + 7,07 \text{ quantidade de colostro} + 0,05 \text{ peso vaca} - 8,76 \text{ necessidade de intervenção no parto}$, $P < 0,0001$ e $R^2 = 0,44$. O ganho de peso aos 90 dias pode ser estimado pela equação $Y_{GP90} = 0,03 - 0,03 \text{ paridade} + 0,001 \text{ peso vaca} + 0,03 \text{ quantidade colostro expresso como \% peso nascer}$, $P < 0,0001$, $R^2 = 0,67$.

A análise de variância revelou que o Brix do colostro foi maior durante o inverno e menor no verão e primavera ($P < 0,01$), enquanto o Brix do soro sanguíneo foi maior na primavera e outono e menor no verão ($P < 0,01$) (Tabela 3).

A análise multivariada mostrou que três fatores principais (FP) foram significativos (*eigenvalues* > 1,0) e explicaram 64,5% da variância dos dados. As variáveis originais com maior carga vetorial foram Brix do colostro, estação de nascimento, paridade, idade da vaca e ECC das vacas para o FP1, enquanto Brix do colostro, quantidade de colostro fornecida e ECC das vacas foram as variáveis originais com maior carga vetorial para FP2. Em relação ao FP3, as variáveis foram intervalo de tempo entre nascimento e colostragem e origem do colostro.

A regressão linear dos escores fatoriais calculados na análise de fatores principais e as variáveis concentração de Brix no soro e pesos aos 30, 60 e 90 dias de idade mostrou que a concentração de Brix do soro aumentou linearmente com os escores do PF1, mas foi reduzida pelos escores do PF2,

enquanto que o PF3 e PF4 não foram significativos ($Y_{\text{brix soro}} = 9,33 + 0,29 \text{ PF1} - 0,34 \text{ PF2} - 0,11 \text{ PF3}$, $P < 0,001$, $R^2 = 0,15$). Entretanto, somente o PF2 aumentou significativamente os pesos corporais: $Y_{\text{peso aos 30 dias}} = 61,9 - 0,27 \text{ PF1} + 4,32 \text{ PF2} - 0,62 \text{ PF3}$, $P < 0,001$, $R^2 = 0,15$); $Y_{\text{peso aos 60 dias}} = 85,8 - 0,26 \text{ PF1} + 4,72 \text{ PF2} - 1,72 \text{ PF3}$, $P < 0,001$, $R^2 = 0,15$); $Y_{\text{peso aos 90 dias}} = 121,9 - 1,38 \text{ PF1} + 10,9 \text{ PF2} - 2,92 \text{ PF3}$, $P < 0,001$, $R^2 = 0,26$).

A distribuição das observações em quatro *clusters* diferentes ($P < 0,001$) foi influenciada especialmente pela concentração em Brix do colostro, idade da vaca, quantidade de colostro, ECC das vacas e origem do colostro. O *cluster 3* que reuniu as bezerras com maiores valores de Brix do soro e Brix de colostro apresentou como características vacas mais velhas, com maior número de partos, mas fornecimento de menor quantidade de colostro na primeira refeição e período de aleitamento mais curto. As suas bezerras tiveram menores pesos ao nascimento, aos 30, 60 e 90 dias e menores ganhos de peso aos 30 e 90 dias em relação ao *clusters 2* e 4. O *cluster 3* teve menos partos ocorrendo no verão que o *clusters 1* e 4.

Por outro lado, o *cluster 2* apresentou as bezerras com menores valores de Brix no colostro e soro, forneceu quantidades menores de colostro na primeira refeição, e as bezerras foram mais leves ao nascer assim como as vacas, que além disso foram mais jovens, com menor ECC. As bezerras tiveram período de aleitamento maior que as do *cluster 3* (mas menor que os *clusters 1* e 4), mas menores pesos ao nascimento, aos 30, 60 e 90 dias e menores ganhos de peso aos 30 e 90 dias em relação aos *clusters 1* e 4 (Tabela 4).

A regressão logística mostrou que o acréscimo percentual do Brix do colostro aumenta em 1,27 vezes (Mantel-Hanzel, $P = 0,0329$) a chance de a bezerra Brix de soro $\geq 8,4$, ou seja, obtendo um TIP adequada (Elsohaby et al., 2019).

Discussão

Este estudo mostra resultados referentes às práticas de colostragem, transferência de imunidade passiva e desenvolvimento ponderal das bezerras criadas em fazendas típicas da região Sul do Brasil: propriedades rurais com área de 9,6 a 74 ha (mediana = 20 ha), mão de obra familiar e ciclo completo de produção. Ainda que a importância da correta colostragem seja reconhecida pelos produtores (Fruscalso et al., 2020), ao nosso conhecimento, poucos estudos foram realizados em regiões subtropicais e tropicais (dos Santos and Bittar, 2015) e, sobretudo, muito poucos estudos avaliaram essa influência sobre o desenvolvimento ponderal das bezerras (Todd et al., 2018).

A prevalência de bezerras com TIP adequada (79,4%) neste estudo foi superior à reportada por Morin et al. (2021a), de 68%, em estudo realizado no Canadá, região de Quebec. Entretanto, outros estudos mostram maiores valores de prevalência de TIP adequada como 95%, no Canadá, na região de Ontario (Deelen et al., 2014) e 88%, nos Estados Unidos da América (Shivley et al., 2018), em que a concentração sérica de IgG foi positivamente associada ao volume de colostro fornecido nas primeiras 24 h e à concentração de IgG no colostro, e negativamente associada ao número de horas desde o nascimento até o fornecimento do colostro e idade (dias) na coleta de sangue. Por outro lado, o estudo de Lora et al. (2017), a partir de dados de fazendas comerciais da Itália, em que 41% dos bezerros apresentaram falhas na TIP, avaliaram o

efeito combinado do tempo de fornecimento, quantidade e qualidade da primeira refeição de colostro. Lora et al. (2017) afirmam neste estudo que o risco de ocorrência de FTIP aumentou 13% a cada hora de atraso na primeira refeição de colostro desde o nascimento, enquanto diminuiu 59% e 3%, respectivamente, a cada litro adicional de colostro fornecido e a cada grama adicional de Ig por litro contido no colostro fornecido. Segundo esses autores, para evitar completamente a FTIP, os bezerros devem receber pelo menos 2,5 l de colostro de alta qualidade (concentração de Ig > 87,6 g/l) dentro de 1,0 h após o nascimento, evidenciando que estas diferenças podem ser explicadas por práticas de manejo distintas.

Entre os fatores que podem ter influenciado a elevada proporção de bezerras com TIP considerada adequada observada nesse estudo, estão especialmente o tempo transcorrido entre o nascimento e a primeira ingestão de colostro e a qualidade do colostro (Brix). Cerca de 82,3% das bezerras receberam o colostro até quatro horas após o nascimento e 92,7% até seis horas após o nascimento, fato importante por aproveitar a máxima permeabilidade do epitélio intestinal às imunoglobulinas e minimizar o período de tempo que as bezerras ficam mais expostas às infecções (Godden, 2008a; Raboisson et al., 2016c).

De mesma forma, a qualidade do colostro fornecida foi elevada, uma vez que aproximadamente 69% das bezerras ingeriram colostro com Brix \geq 22%, compatível com maiores concentrações de imunoglobulinas (Buczinski and Vandeweerd, 2016), embora a qualidade sanitária do colostro (CBT) não tenha sido avaliada no presente estudo, o que os autores reconhecem como uma limitação do estudo.

A maior parte (95%) das bezerras recebeu ≥ 2 litros de colostro na primeira refeição, valor reduzido para 46,3% das bezerras que receberam 3 ou mais litros de colostro. Entretanto aproximadamente 21% das bezerras apresentaram valores abaixo de 8,4% do seu Brix de soro, indicando possível falhas na transmissão da imunidade passiva (FTIP) adequada (Elsohaby et al., 2019). Considerando-se que aproximadamente 92,4% das bezerras pesaram 36 ou mais kg ao nascer e a proporção de bezerras que receberam 3,6 ou mais litros de colostro na primeira refeição, esses resultados indicam que 72,3% das bezerras podem ter ingerido quantidades limitadas ou insuficientes de colostro na sua primeira refeição. O volume de colostro ingerido pela bezerra na sua primeira refeição recomendado atualmente é de 10 a 12% do PV (4 L para uma bezerra de 43 kg; Godden et al., 2019).

Das práticas de colostragem analisadas, chama atenção o efeito positivo apenas da quantidade de colostro ministrada na primeira refeição sobre o peso e o ganho de peso aos 30, 60 e 90 dias de vida, mostrando que possivelmente uma vez que a maioria das amostras de colostro apresentou Brix superior ao mínimo (22%), o diferencial na quantidade de imunoglobulinas foi pela variação no volume ofertado (Godden et al., 2019). Por outro lado, apesar da maioria das bezerras ter recebido colostro até 6 horas de vida (93%), o intervalo de tempo entre o nascimento e a 1ª ingestão de colostro exerceu efeito negativo sobre o peso aos 60 e 90 dias.

Os efeitos positivos da quantidade de colostro e Brix do colostro sobre o desenvolvimento ponderal das bezerras é corroborado pela regressão dos escores fatoriais, evidenciando que o fator principal 2 (com maiores cargas vetoriais para ECC da vaca, quantidade de colostro e Brix do colostro)

aumentou significativamente os valores dos pesos corporais e ganhos de peso. Outro fator que pode ter limitado os resultados é o número de observações faltantes para peso aos 30, 60 e 90 dias, respectivamente 9, 15 e 21.

Os resultados obtidos nas análises de correlação linear simples entre as variáveis originais, regressões lineares simples com as variáveis originais e regressões com os escores fatoriais mostram o impacto mais elevado do período de aleitamento sobre o desenvolvimento ponderal das bezerras. A principal variável selecionada na análise de regressão (com as variáveis originais) e associada ao maior desenvolvimento ponderal das bezerras até os 90 dias de vida foi a duração do período de aleitamento. Deve-se destacar que o peso aos 90 dias foi positivamente influenciado pela concentração Brix do soro. Até o presente momento nenhum estudo que avaliou a transferência da imunidade passiva reportou dados do desenvolvimento ponderal das bezerras, embora haja evidências que as bezerras melhoram desempenho produtivo, ou seja, aquelas que receberam colostragem adequada, quando adultas, apresentam maior produção de leite (Faber et al., 2005). A longevidade de novilhas pode ser afetada pela ingestão adequada de colostro logo após o nascimento, além de influenciar na idade ao primeiro parto e a produção de leite nas duas primeiras lactações (Faber et al., 2005). Entre os aspectos positivos de aumento do ganho de peso, cita-se a associação com a menor idade na primeira cobertura e ao parto (Bazeley et al., 2016).

O presente estudo evidenciou o efeito da estação do ano sobre os valores de Brix do colostro e do soro. Os menores valores do Brix do soro no verão em oposição à primavera não podem ser explicados apenas pelas diferenças quanto ao Brix do colostro o qual foi menor durante a primavera e

verão. Pode ter havido efeitos da maior produção de leite na primavera, diluindo a concentração de imunoglobulinas no colostro, enquanto os menores valores observados no verão podem estar relacionados ao estresse térmico, uma vez que o estresse térmico durante o final de gestação está associado à diminuição da produção de leite na lactação subsequente (Ouellet et al., 2020). Conforme o estudo de Ouellet et al., (2020), o estresse térmico no final da gestação tem a capacidade de reduzir a involução da glândula mamária na primeira metade do período seco e de prejudicar a proliferação celular, à medida que o parto da vaca se aproxima, assim prejudicando o desenvolvimento da glândula mamária antes do parto, além de alterar a absorção de nutrientes e o metabolismo durante o início da lactação e função imunológica alterada no período seco. Bezerras nascidas de vacas expostas ao estresse térmico durante o final da gestação (ou seja, o período seco das suas mães) têm menores pesos ao nascimento (Tao et al., 2012)(Tao et al., 2012)(Tao et al., 2012)(Tao et al., 2012)(Tao et al., 2012)(Tao et al., 2012) e ao desaleitamento, e apresentam transferência de imunidade passiva comprometida (Tao et al., 2012) em comparação com aqueles nascidos de mães que são resfriadas adequadamente (Monteiro et al., 2014; Monteiro et al., 2016). Além do estresse térmico durante as últimas seis semanas de gestação afetar negativamente a sobrevivência e a produção de leite até a primeira lactação da prole (Monteiro et al., 2016), o estresse térmico afeta negativamente a capacidade da bezerra de adquirir imunidade passiva, independentemente da fonte de colostro que a bezerra ingeriu (Monteiro et al., 2014). Estas bezerras apresentam função imunológica prejudicada, apresentando maior suscetibilidade a doenças (Ouellet et al., 2020). Esta

diminuição da transferência de imunidade passiva por efeitos do estresse térmico, tem relação com o estresse calórico *in útero* poder acelerar o fechamento do intestino, assim, estar associado à diminuição da captação de IgG e a capacidade de imunidade passiva estar limitada, levando à redução da saúde e do crescimento da bezerra a longo prazo (Ahmed et al., 2021). Apesar de Tao et al., (2012) relatarem em seu estudo que o estresse térmico durante o período seco não influenciou o volume de colostro e conteúdo de Ig, o presente estudo evidenciou o menor grau Brix no colostro de vacas paridas durante a primavera e verão.

Conclusão

A transferência de imunidade passiva foi adequada em aproximadamente 80% das bezerras, relacionado à concentração de imunoglobulinas do colostro e ao reduzido intervalo de fornecimento do colostro desde o nascimento. A restrição da quantidade de leite na primeira refeição de colostro e durante o aleitamento (duração do período de aleitamento) pode ser um fator limitante no manejo das bezerras, prejudicando, respectivamente, a transferência de imunidade passiva e o desenvolvimento ponderal até 90 dias. O nascimento durante o verão pode prejudicar a qualidade do colostro e a transferência de imunidade passiva.

Contribuição dos Autores

G. Heisler foi o investigador principal conduzindo a coleta de dados, conceituação do projeto, edição e redação; D.B. dos Santos foi o investigador secundário que conduziu a busca de propriedades parceiras com o estudo; e V.

Fischer foi a responsável pela análise estatística, investigador principal responsável pela administração do projeto e edição do manuscrito.

Declaração de Interesse

Sem competição de interesses.

Financiamento

Esta pesquisa não recebeu nenhum subsídio específico de agências de financiamento nos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa pelas bolsas, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas, e a cada produtor rural que colaborou com este estudo.

Declarações de ética

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sobre Uso de Animais da Fazenda da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, protocolo número 39572.

Referências

Abuelo, A., Havrlant, P., Wood, N., Hernandez-Jover, M., 2019. An investigation of dairy calf management practices, colostrum quality, failure of transfer of passive immunity, and occurrence of enteropathogens among Australian dairy farms. *J. Dairy Sci.* 102, 8352–8366. <https://doi.org/10.3168/jds.2019->

- Addis, M.F., Tanca, A., Uzzau, S., Oikonomou, G., Bicalho, R.C., Moroni, P., 2016. The bovine milk microbiota: Insights and perspectives from -omics studies. *Mol. Biosyst.* 12, 2359–2372. <https://doi.org/10.1039/c6mb00217j>
- Ahmed, B.M.S., Younas, U., Asar, T.O., Monteiro, A.P.A., Hayen, M.J., Tao, S., Dahl, G.E., 2021. Maternal heat stress reduces body and organ growth in calves: Relationship to immune status. *JDS Commun.* 2, 295–299. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2021-0098>
- Akers, R.M., Ellis, S.E., Berry, S.D., 2005. Ovarian and IGF-I axis control of mammary development in prepubertal heifers. *Domest. Anim. Endocrinol.* 29, 259–267. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2005.02.037>
- Anand, G., Kodali, R., 2008. Benchmarking the benchmarking models. *Benchmarking An Int. J.* 15, 257–291. <https://doi.org/10.1108/14635770810876593>
- Arnett, D.W., Holland, G.L., Totusek, R., 1971. Some effects of obesity in beef females. *J. Anim. Sci.* 33, 1129–1136. <https://doi.org/10.2527/jas1971.3351129x>
- Atkinson, D.J., von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M., 2017. Benchmarking passive transfer of immunity and growth in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 100, 3773–3782. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11800>
- Bach, A., 2011. Associations between several aspects of heifer development and dairy cow survivability to second lactation. *J. Dairy Sci.* 94, 1052–1057. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3633>
- Bach, A., Ahedo, J., 2008. Record Keeping and Economics of Dairy Heifers. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 24, 117–138.

<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.001>

- Barrington, G.M., Parish, S.M., 2001. Bovine neonatal immunology. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 17, 463–476. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30001-3](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30001-3)
- Barry, J., Bokkers, E.A.M., Berry, D.P., de Boer, I.J.M., McClure, J., Kennedy, E., 2019. Associations between colostrum management, passive immunity, calf-related hygiene practices, and rates of mortality in preweaning dairy calves. *J. Dairy Sci.* 102, 10266–10276. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16815>
- Baumrucker, C.R., Bruckmaier, R.M., 2014. Colostrogenesis: IgG1 transcytosis mechanisms. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia* 19, 103–117. <https://doi.org/10.1007/s10911-013-9313-5>
- Bazeley, K.J., Barrett, D.C., Williams, P.D., Reyher, K.K., 2016. Measuring the growth rate of UK dairy heifers to improve future productivity. *Vet. J.* 212, 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.10.043>
- Beam, A.L., Lombard, J.E., Koprak, C.A., Garber, L.P., Winter, A.L., Hicks, J.A., Schlater, J.L., 2009. Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations. *J. Dairy Sci.* 92, 3973–3980. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2225>
- Borghesi, J., Mario, L.C., Rodrigues, M.N., Favaron, P.O., Miglino, M.A., 2014. Immunoglobulin Transport during Gestation in Domestic Animals and Humans—A Review. *Open J. Anim. Sci.* 04, 323–336. <https://doi.org/10.4236/ojas.2014.45041>
- Bragg, R., Macrae, A., Lycett, S., Burrough, E., Russell, G., Corbishley, A.,

2020. Prevalence and risk factors associated with failure of transfer of passive immunity in spring born beef suckler calves in Great Britain. *Prev. Vet. Med.* 181, 105059. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105059>
- Brickell, J.S., Bourne, N., McGowan, M.M., Wathes, D.C., 2009a. Effect of growth and development during the rearing period on the subsequent fertility of nulliparous Holstein-Friesian heifers. *Theriogenology* 72, 408–416. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.03.015>
- Brickell, J.S., McGowan, M.M., Pfeiffer, D.U., Wathes, D.C., 2009b. Mortality in holstein-friesian calves and replacement heifers, in relation to body weight and IGF-I concentration, on 19 farms in England. *Animal* 3, 1175–1182. <https://doi.org/10.1017/S175173110900456X>
- Brickell, J.S., Wathes, D.C., 2011. A descriptive study of the survival of Holstein-Friesian heifers through to third calving on English dairy farms. *J. Dairy Sci.* 94, 1831–1838. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3710>
- Brólio, M.P., Vidane, A.S., Zomer, H.D., Wenceslau, C. V., Ozório, J.J., Martins, D.S., Miglino, M.A., Ambrósio, C.E., 2012. Morphological characterization of the progenitor blood cells in canine and feline umbilical cord. *Microsc. Res. Tech.* 75, 766–770. <https://doi.org/10.1002/jemt.21123>
- Bučková, K., Šárová, R., Moravcsíková, Á., Špinka, M., 2021. The effect of pair housing on dairy calf health, performance, and behavior. *J. Dairy Sci.* 104, 10282–10290. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19968>
- Buczinski, S., Vandeweerd, J.M., 2016. Diagnostic accuracy of refractometry for assessing bovine colostrum quality: A systematic review and meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 99, 7381–7394. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10955>

- Campbell, J.M., Russell, L.E., Crenshaw, J.D., Weaver, E.M., Godden, S., Quigley, J.D., Coverdale, J., Tyler, H., 2007. Impact of irradiation and immunoglobulin G concentration on absorption of protein and immunoglobulin G in calves fed colostrum replacer. *J. Dairy Sci.* 90, 5726–5731. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0151>
- Carson, A.F., Dawson, L.E.R., McCoy, M.A., Kilpatrick, D.J., Gordon, F.J., 2002. Effects of rearing regime on body size, reproductive performance and milk production during the first lactation in high genetic merit dairy herd replacements. *Anim. Sci.* 74, 553–565. <https://doi.org/10.1017/S1357729800052711>
- Catoia, J., Bianchi, P.K.F.C., Bruno, C.E.M., Carniatto, C.H.O., Leandro, R.M., Poscai, A.N., de Lima, A.R., Kfoury, J.R., 2016. Imunofenotipagem dos linfócitos positivos para indoleamina 2,3 dioxigenase (IDO) em cultura de células de placenta bovina. *Pesqui. Vet. Bras.* 36, 345–350. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000400015>
- Cavirani, S., Taddei, S., Cabassi, C.S., Donofrio, G., Toni, F., Ghidini, F., Piancastelli, C., Schiano, E., Flammini, C.F., 2005. Deficit di IgG colostrali e di trasferimento di immunità passiva colostrale in allevamenti bovini da latte ad alta produzione. *Large Anim. Rev.* 11, 17–21.
- Chase, C.C.L., Hurley, D.J., Reber, A.J., 2008. Neonatal Immune Development in the Calf and Its Impact on Vaccine Response. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 24, 87–104. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.11.001>
- Cortese, V.S., 2009. Neonatal Immunology. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 25, 221–227. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.10.003>
- Costa, J.H.C., Hötzel, M.J., Longo, C., Balcão, L.F., 2013. A survey of

- management practices that influence production and welfare of dairy cattle on family farms in southern Brazil. *J. Dairy Sci.* 96, 307–317. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5906>
- Couto, A.T., 2003. Agricultura Familiar e Produção Leiteira: Análise do Setor Cooperativo Leiteiro da Região Norte de Portugal e do Setor Familiar Produtor de Leite no Sul do Brasil. *Bol. Goiano Geogr.* 23, 153–171.
- Cuttance, E.L., Mason, W.A., Laven, R.A., McDermott, J., Phyn, C.V.C., 2017. Prevalence and calf-level risk factors for failure of passive transfer in dairy calves in New Zealand. *N. Z. Vet. J.* 65, 297–304. <https://doi.org/10.1080/00480169.2017.1361876>
- Davidson, B.D., Dado-Senn, B., Ouellet, V., Dahl, G.E., Laporta, J., 2021. Effect of late-gestation heat stress in nulliparous heifers on postnatal growth, passive transfer of immunoglobulin G, and thermoregulation of their calves. *JDS Commun.* 2, 165–169. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2020-0069>
- De Passillé, A.M., Borderas, T.F., Rushen, J., 2011. Weaning age of calves fed a high milk allowance by automated feeders: Effects on feed, water, and energy intake, behavioral signs of hunger, and weight gains. *J. Dairy Sci.* 94, 1401–1408. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3441>
- Deelen, S.M., Ollivett, T.L., Haines, D.M., Leslie, K.E., 2014. Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 97, 3838–3844. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7939>
- Denholm, K.S., Hunnam, J.C., Cuttance, E.L., McDougall, S., 2017. Associations between management practices and colostrum quality on New Zealand dairy farms. *N. Z. Vet. J.* 65, 257–263.

<https://doi.org/10.1080/00480169.2017.1342575>

DeNise, S.K., Robison, J.D., Stott, G.H., Armstrong, D. V., 1989. Effects of Passive Immunity on Subsequent Production in Dairy Heifers. *J. Dairy Sci.* 72, 552–554. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79140-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79140-2)

Dewell, R.D., Hungerford, L.L., Keen, J.E., Laegreid, W.W., Griffin, D.D., Rupp, G.P., Grotelueschen, D.M., 2006. Association of neonatal serum immunoglobulin G1 concentration with health and performance in beef calves. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 228, 914–921. <https://doi.org/10.2460/javma.228.6.914>

Doepel, L., Bartier, A., 2014. Colostrum Management and Related to Poor Calf Immunity. *WCDS Adv. Dairy Technol.* 26, 137–149.

Donovan, G.A., Dohoo, I.R., Montgomery, D.M., Bennett, F.L., 1998. Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA. *Prev. Vet. Med.* 34, 31–46. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(97\)00060-3](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(97)00060-3)

dos Santos, G., Bittar, C.M.M., 2015. A survey of dairy calf management practices in some producing regions in Brazil. *Rev. Bras. Zootec.* 44, 361–370. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902015001000004>

Eckert, E., Brown, H.E., Leslie, K.E., DeVries, T.J., Steele, M.A., 2015. Weaning age affects growth, feed intake, gastrointestinal development, and behavior in Holstein calves fed an elevated plane of nutrition during the preweaning stage. *J. Dairy Sci.* 98, 6315–6326. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9062>

Elsohaby, I., McClure, J.T., Waite, L.A., Cameron, M., Heider, L.C., Keefe, G.P., 2019. Using serum and plasma samples to assess failure of transfer of

- passive immunity in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 102, 567–577.
<https://doi.org/10.3168/jds.2018-15070>
- Faber, S.N., Faber, N.E., McCauley, T.C., Ax, R.L., 2005. Case Study: Effects of Colostrum Ingestion on Lactational Performance. *Prof. Anim. Sci.* 21, 420–425.
- Fischer-Tlustos, A.J., Hertogs, K., van Niekerk, J.K., Nagorske, M., Haines, D.M., Steele, M.A., 2020. Oligosaccharide concentrations in colostrum, transition milk, and mature milk of primi- and multiparous Holstein cows during the first week of lactation. *J. Dairy Sci.* 103, 3683–3695.
<https://doi.org/10.3168/jds.2019-17357>
- Fischer, A.J., Song, Y., He, Z., Haines, D.M., Guan, L.L., Steele, M.A., 2018. Effect of delaying colostrum feeding on passive transfer and intestinal bacterial colonization in neonatal male Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 101, 3099–3109. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13397>
- Fleenor, W.A., Stott, G.H., 1980. Hydrometer Test for Estimation of Immunoglobulin Concentration in Bovine Colostrum. *J. Dairy Sci.* 63, 973–977. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83034-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83034-7)
- Freetly, H.C., Vonnahme, K.A., McNeel, A.K., Camacho, L.E., Amundson, O.L., Forbes, E.D., Lents, C.A., Cushman, R.A., 2014. The consequence of level of nutrition on heifer ovarian and mammary development. *J. Anim. Sci.* 92, 5437–5443. <https://doi.org/10.2527/jas2014-8086>
- Fruscalso, V., Antillón, G.O., Hötzel, M.J., 2017. Smallholder family farmers' perceptions, attitudes and choices regarding husbandry practices that influence performance and welfare of lactating dairy calves. *Ciência Rural* 47, 1–7. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170184>

- Fruscalso, V., Olmos, G., Hötzel, M.J., 2020. Dairy calves' mortality survey and associated management practices in smallholding, pasture-based herds in southern Brazil. *Prev. Vet. Med.* 175, 104835. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104835>
- Furman-Fratczak, K., Rzasa, A., Stefaniak, T., 2011. The influence of colostral immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth. *J. Dairy Sci.* 94, 5536–5543. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3253>
- Ghaffari, M.H., Kertz, A.F., 2021. REVIEW: Effects of different forms of calf starters on feed intake and growth rate: A systematic review and Bayesian meta-analysis of studies from 1938 to 2021. *Appl. Anim. Sci.* 37, 273–293. <https://doi.org/10.15232/aas.2021-02150>
- Godden, S., 2008a. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 24, 19–39. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.005>
- Godden, S., 2008b. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 24, 19–39. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.005>
- Godden, S.M., Haines, D.M., Hagman, D., 2009. Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. I: Dose effect of feeding a commercial colostrum replacer. *J. Dairy Sci.* 92, 1750–1757. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1846>
- Godden, S.M., Lombard, J.E., Woolums, A.R., 2019. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 35, 535–556. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>
- Godden, S.M., Smith, S., Feirtag, J.M., Green, L.R., Wells, S.J., Fetrow, J.P.,

2003. Effect of on-farm commercial batch pasteurization of colostrum on colostrum and serum immunoglobulin concentrations in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 86, 1503–1512. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73736-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73736-9)
- Godden, S.M., Smolenski, D.J., Donahue, M., Oakes, J.M., Bey, R., Wells, S., Sreevatsan, S., Stabel, J., Fetrow, J., 2012. Heat-treated colostrum and reduced morbidity in preweaned dairy calves: Results of a randomized trial and examination of mechanisms of effectiveness. *J. Dairy Sci.* 95, 4029–4040. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5275>
- Gulliksen, S.M., Lie, K.I., Østerås, O., 2009. Calf health monitoring in Norwegian dairy herds. *J. Dairy Sci.* 92, 1660–1669. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1518>
- Hammon, H.M., Liermann, W., Frieten, D., Koch, C., 2020. Review: Importance of colostrum supply and milk feeding intensity on gastrointestinal and systemic development in calves. *Animal* 14, S133–S143. <https://doi.org/10.1017/S1751731119003148>
- Hang, B.P.T., Wredle, E., Dicksved, J., 2021. Analysis of the developing gut microbiota in young dairy calves—impact of colostrum microbiota and gut disturbances. *Trop. Anim. Health Prod.* 53. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02535-9>
- Heinrichs, A.J., Heinrichs, B.S., 2011. A prospective study of calf factors affecting first-lactation and lifetime milk production and age of cows when removed from the herd¹. *J. Dairy Sci.* 94, 336–341. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3170>
- Heinrichs, A.J., Losinger, W.C., 1998. Growth of Holstein Dairy Heifers in the

- United States. *J. Anim. Sci.* 76, 1254–1260.
<https://doi.org/10.2527/1998.7651254x>
- Hermansen, J.E., Kristensen, T., 2011. Management options to reduce the carbon footprint of livestock products. *Anim. Front.* 1, 33–39.
<https://doi.org/10.2527/af.2011-0008>
- Hoffman, P.C., 1997. Optimum Body Size of Holstein Replacement Heifers. *J. Anim. Sci.* 75, 836–845. <https://doi.org/10.2527/1997.753836x>
- Hötzel, M.J., Longo, C., Balcão, L.F., Cardoso, C.S., Costa, J.H.C., 2014. A survey of management practices that influence performance and welfare of dairy calves reared in southern Brazil. *PLoS One* 9, 1–17.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114995>
- James, R.E., Polan, C.E., Cummins, K.A., 1981. Influence of Administered Indigenous Microorganisms on Uptake of [Iodine-125] γ -Globulin In Vivo by Intestinal Segments of Neonatal Calves. *J. Dairy Sci.* 64, 52–61.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(81\)82528-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(81)82528-3)
- Jansen, J., Steuten, C.D.M., Renes, R.J., Aarts, N., Lam, T.J.G.M., 2010. Debunking the myth of the hard-to-reach farmer: Effective communication on udder health. *J. Dairy Sci.* 93, 1296–1306.
<https://doi.org/10.3168/jds.2009-2794>
- Jasper, J., Weary, D.M., 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *J. Dairy Sci.* 85, 3054–3058. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74391-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74391-9)
- Jaster, E.H., 2005. Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin G1 absorption in Jersey calves. *J. Dairy Sci.* 88, 296–302. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72687-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72687-4)

- Kampen, A.H., Olsen, I., Tollersrud, T., Storset, A.K., Lund, A., 2006. Lymphocyte subpopulations and neutrophil function in calves during the first 6 months of life. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 113, 53–63. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2006.04.001>
- Kayano, M., Kadohira, M., Stevenson, M.A., 2016. Risk factors for stillbirths and mortality during the first 24 h of life on dairy farms in Hokkaido, Japan 2005-2009. *Prev. Vet. Med.* 127, 50–55. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.03.012>
- Kertz, A.F., Hill, T.M., Quigley, J.D., Heinrichs, A.J., Linn, J.G., Drackley, J.K., 2017. A 100-Year Review: Calf nutrition and management. *J. Dairy Sci.* 100, 10151–10172. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13062>
- Khan, M.A., Weary, D.M., Von Keyserlingk, M.A.G., 2011. Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 94, 1071–1081. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3733>
- Klein-Jöbstl, D., Quijada, N.M., Dzieciol, M., Feldbacher, B., Wagner, M., Drillich, M., Schmitz-Esser, S., Mann, E., 2019. Microbiota of newborn calves and their mothers reveals possible transfer routes for newborn calves' gastrointestinal microbiota. *PLoS One* 14, 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220554>
- Le Cozler, Y., Lollivier, V., Lacasse, P., Disenhaus, C., 2008. Rearing strategy and optimizing first-calving targets in dairy heifers: A review. *Animal* 2, 1393–1404. <https://doi.org/10.1017/S1751731108002498>
- Lima, S.F., Teixeira, A.G.V., Lima, F.S., Ganda, E.K., Higgins, C.H., Oikonomou, G., Bicalho, R.C., 2017. The bovine colostrum microbiome and

- its association with clinical mastitis. *J. Dairy Sci.* 100, 3031–3042.
<https://doi.org/10.3168/jds.2016-11604>
- Lombard, J., Urie, N., Garry, F., Godden, S., Quigley, J., Earleywine, T., McGuirk, S., Moore, D., Branan, M., Chamorro, M., Smith, G., Shivley, C., Catherman, D., Haines, D., Heinrichs, A.J., James, R., Maas, J., Sterner, K., 2020. Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. *J. Dairy Sci.* 103, 7611–7624.
<https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955>
- Lopez, A.J., Heinrichs, A.J., 2022. Invited review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf. *J. Dairy Sci.* 105, 2733–2749.
<https://doi.org/10.3168/jds.2020-20114>
- Lopez, A.J., Steele, M.A., Nagorske, M., Sargent, R., Renaud, D.L., 2021. Hot topic: Accuracy of refractometry as an indirect method to measure failed transfer of passive immunity in dairy calves fed colostrum replacer and maternal colostrum. *J. Dairy Sci.* 104, 2032–2039.
<https://doi.org/10.3168/jds.2020-18947>
- Lopez, J.W., Allen, S.D., Mitchell, J., Quinn, M., 1988. Rotavirus and Cryptosporidium Shedding in Dairy Calf Feces and Its Relationship to Colostrum Immune Transfer. *J. Dairy Sci.* 71, 1288–1294.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79685-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79685-X)
- Lora, I., Barberio, A., Contiero, B., Paparella, P., Bonfanti, L., Brscic, M., Stefani, A.L., Gottardo, F., 2017. Factors associated with passive immunity transfer in dairy calves: Combined effect of delivery time, amount and quality of the first colostrum meal. *Animal* 12, 1041–1049.
<https://doi.org/10.1017/S1751731117002579>

- Lora, I., Gottardo, F., Contiero, B., Dall Ava, B., Bonfanti, L., Stefani, A., Barberio, A., 2018. Association between passive immunity and health status of dairy calves under 30 days of age. *Prev. Vet. Med.* 152, 12–15. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.01.009>
- Lorenz, I., Earley, B., Gilmore, J., Hogan, I., Kennedy, E., More, S.J., 2011. Calf health from birth to weaning. III. Housing and management of calf pneumonia. *Ir. Vet. J.* 64, 1–6. <https://doi.org/10.1186/2046-0481-64-14>
- Mahendran, S.A., Wathes, D.C., Booth, R.E., Blackie, N., 2022. A survey of calf management practices and farmer perceptions of calf housing in UK dairy herds. *J. Dairy Sci.* 105, 409–423. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20638>
- Malmuthuge, N., Chen, Y., Liang, G., Goonewardene, L.A., Guan, L.L., 2015. Heat-treated colostrum feeding promotes beneficial bacteria colonization in the small intestine of neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 98, 8044–8053. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9607>
- Martín, M.J., Martín-Sosa, S., Hueso, P., 2002. Binding of milk oligosaccharides by several enterotoxigenic *Escherichia coli* strains isolated from calves. *Glycoconj. J.* 19, 5–11. <https://doi.org/10.1023/A:1022572628891>
- Maunsell, F., Donovan, G.A., 2008. Biosecurity and Risk Management for Dairy Replacements. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 24, 155–190. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.007>
- McGrath, B.A., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Kelly, A.L., 2016. Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Sci. Technol.* 96, 133–158. <https://doi.org/10.1007/s13594-015-0258-x>
- McGuirk, S.M., Collins, M., 2004. Managing the production, storage, and delivery of colostrum. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 20, 593–

603. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.005>

Monteiro, A.P.A., Tao, S., Thompson, I.M., Dahl, G.E., 2014. Effect of heat stress during late gestation on immune function and growth performance of calves: Isolation of altered colostrum and calf factors. *J. Dairy Sci.* 97, 6426–6439. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7891>

Monteiro, A.P.A., Tao, S., Thompson, I.M.T., Dahl, G.E., 2016. In utero heat stress decreases calf survival and performance through the first lactation. *J. Dairy Sci.* 99, 8443–8450. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11072>

Morin, M.P., Dubuc, J., Freycon, P., Buczinski, S., 2021a. A calf-level study on colostrum management practices associated with adequate transfer of passive immunity in Québec dairy herds. *J. Dairy Sci.* 104, 4904–4913. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19475>

Morin, M.P., Dubuc, J., Freycon, P., Buczinski, S., 2021b. A herd-level study on colostrum management factors associated with the prevalence of adequate transfer of passive immunity in Québec dairy herds. *J. Dairy Sci.* 104, 4914–4922. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19476>

Morrill, K.M., 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.* 95, 3997–4005. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5174>

Morrill, K.M., Robertson, K.E., Spring, M.M., Robinson, A.L., Tyler, H.D., 2015. Validating a refractometer to evaluate immunoglobulin G concentration in Jersey colostrum and the effect of multiple freeze-thaw cycles on evaluating colostrum quality. *J. Dairy Sci.* 98, 595–601. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8730>

- Moya, S., Chan, K.W.R., Hinchliffe, S., Buller, H., Espluga, J., Benavides, B., Diéguez, F.J., Yus, E., Ciaravino, G., Casal, J., Tirado, F., Allepuz, A., 2021. Influence on the implementation of biosecurity measures in dairy cattle farms: Communication between veterinarians and dairy farmers. *Prev. Vet. Med.* 190, 105329. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105329>
- Murray, C.F., Fick, L.J., Pajor, E.A., Barkema, H.W., Jelinski, M.D., Windeyer, M.C., 2015. Calf management practices and associations with herd-level morbidity and mortality on beef cow-calf operations. *Animal* 10, 468–477. <https://doi.org/10.1017/S1751731115002062>
- Murray, C.F., Leslie, K.E., 2013. Newborn calf vitality: Risk factors, characteristics, assessment, resulting outcomes and strategies for improvement. *Vet. J.* 198, 322–328. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.06.007>
- Neto, R.M., Faroni, C.E., Pauletti, P., Bessi, R., 2004. Levantamento do manejo de bovinos leiteiros recém-nascidos: Desempenho e aquisição de proteção passiva. *Rev. Bras. Zootec.* 33, 2323–2329. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982004000900019>
- Ollhoff, R.D., Rogalsky, A.D., Grebogi, A.M., Almeida, R. De, Ostrensky, A., Souza, F.P. de, 2008. Causas De Descarte E Óbito De Bovinos Leiteiros Entre 2000-2006 Em Um Rebanho De Alta Produção. *Rev. Acadêmica Ciência Anim.* 6, 381–387. <https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v6i3.10616>
- Ouellet, V., Laporta, J., Dahl, G.E., 2020. Late gestation heat stress in dairy cows: Effects on dam and daughter. *Theriogenology* 150, 471–479.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.03.011>

Peter, A.T., 2013. Bovine placenta: A review on morphology, components, and defects from terminology and clinical perspectives. *Theriogenology* 80, 693–705. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.06.004>

Purup, S., Sejrsen, K., Foldager, J., Akers, R.M., 1993. Effect of exogenous bovine growth hormone and ovariectomy on prepubertal mammary growth, serum hormones and acute in-vitro proliferative response of mammary explants from Holstein heifers. *J. Endocrinol.* 139, 19–26. <https://doi.org/10.1677/joe.0.1390019>

Quigley, J.D., Drewry, J.J., 1998. Nutrient and Immunity Transfer from Cow to Calf Pre- and Postcalving. *J. Dairy Sci.* 81, 2779–2790. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75836-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75836-9)

Quigley, J.D., Lago, A., Chapman, C., Erickson, P., Polo, J., 2013. Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. *J. Dairy Sci.* 96, 1148–1155. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5823>

Raboisson, D., Delor, F., Cahuzac, E., Gendre, C., Sans, P., Allaire, G., 2013. Perinatal, neonatal, and rearing period mortality of dairy calves and replacement heifers in France. *J. Dairy Sci.* 96, 2913–2924. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6010>

Raboisson, D., Trillat, P., Cahuzac, C., 2016a. Failure of passive immune transfer in calves: A meta-analysis on the consequences and assessment of the economic impact. *PLoS One* 11, 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150452>

Raboisson, D., Trillat, P., Cahuzac, C., 2016b. Failure of Passive Immune

Transfer in Calves: A Meta-Analysis on the Consequences and Assessment of the Economic Impact.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150452>

Raboisson, D., Trillat, P., Cahuzac, C., 2016c. Failure of passive immune transfer in calves: A meta-analysis on the consequences and assessment of the economic impact. *PLoS One* 11, 1–19.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150452>

Salmon, H., 1999. The mammary gland and neonate mucosal immunity. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 72, 143–155. [https://doi.org/10.1016/S0165-2427\(99\)00127-0](https://doi.org/10.1016/S0165-2427(99)00127-0)

Santman-Berends, I.M.G.A., Nijhoving, G.H., van Wuijckhuise, L., Muskens, J., Bos, I., van Schaik, G., 2021. Evaluation of the association between the introduction of data-driven tools to support calf rearing and reduced calf mortality in dairy herds in the Netherlands. *Prev. Vet. Med.* 191, 105344.

<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105344>

Schild, C.O., Caffarena, R.D., Gil, A., Sánchez, J., Riet-Correa, F., Giannitti, F., 2020. A survey of management practices that influence calf welfare and an estimation of the annual calf mortality risk in pastured dairy herds in Uruguay. *J. Dairy Sci.* 103, 9418–9429. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18177>

Sejrsen, K., Huber, J.T., Tucker, H.A., Akers, R.M., 1982. Influence of Nutrition on Mammary Development in Pre- and Postpubertal Heifers. *J. Dairy Sci.* 65, 793–800. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82268-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82268-6)

Seyed Almoosavi, S.M.M., Ghoorchi, T., Naserian, A.A., Khanaki, H., Drackley, J.K., Ghaffari, M.H., 2021. Effects of late-gestation heat stress independent

- of reduced feed intake on colostrum, metabolism at calving, and milk yield in early lactation of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 104, 1744–1758. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19115>
- Shivley, C.B., Lombard, J.E., Urie, N.J., Haines, D.M., Sargent, R., Kopral, C.A., Earleywine, T.J., Olson, J.D., Garry, F.B., 2018a. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part II. Factors associated with colostrum quality and passive transfer status of dairy heifer calves. *J. Dairy Sci.* 101, 9185–9198. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14008>
- Shivley, C.B., Lombard, J.E., Urie, N.J., Kopral, C.A., Santin, M., Earleywine, T.J., Olson, J.D., Garry, F.B., 2018b. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part VI. Factors associated with average daily gain in preweaned dairy heifer calves. *J. Dairy Sci.* 101, 9245–9258. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14022>
- Silper, B.F., Coelho, S.G., Reis, R.B., Saturnino, H.M., 2012. em animais mestiços Holandês Zebu 281–285.
- Silva-del-Río, N., Rolle, D., García-Muñoz, A., Rodríguez-Jiménez, S., Valdecabres, A., Lago, A., Pandey, P., 2017. Colostrum immunoglobulin G concentration of multiparous Jersey cows at first and second milking is associated with parity, colostrum yield, and time of first milking, and can be estimated with Brix refractometry. *J. Dairy Sci.* 100, 5774–5781. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12394>
- Sinha, Y.N., Tucker, H.A., 1969. Mammary Development and Pituitary Prolactin Level of Heifers from Birth through Puberty and during the Estrous Cycle. *J. Dairy Sci.* 52, 507–512. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(69\)86595-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(69)86595-1)
- Sinnott, A.M., Kennedy, E., Bokkers, E.A.M., 2021. The effects of manual and

- automated milk feeding methods on group-housed calf health, behaviour, growth and labour. *Livest. Sci.* 244, 104343. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104343>
- Song, Y., Li, F., Fischer-Tlustos, A.J., Neves, A.L.A., He, Z., Steele, M.A., Guan, L.L., 2021. Metagenomic analysis revealed the individualized shift in ileal microbiome of neonatal calves in response to delaying the first colostrum feeding. *J. Dairy Sci.* 104, 8783–8797. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20068>
- Stanton, A.L., Kelton, D.F., LeBlanc, S.J., Millman, S.T., Wormuth, J., Dingwell, R.T., Leslie, K.E., 2010. The effect of treatment with long-acting antibiotic at postweaning movement on respiratory disease and on growth in commercial dairy calves. *J. Dairy Sci.* 93, 574–581. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2414>
- Stanton, A.L., Kelton, D.F., LeBlanc, S.J., Wormuth, J., Leslie, K.E., 2012. The effect of respiratory disease and a preventative antibiotic treatment on growth, survival, age at first calving, and milk production of dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 95, 4950–4960. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5067>
- Sweeney, B.C., Rushen, J., Weary, D.M., de Passillé, A.M., 2010. Duration of weaning, starter intake, and weight gain of dairy calves fed large amounts of milk. *J. Dairy Sci.* 93, 148–152. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2427>
- Tao, S., Dahl, G.E., 2013. Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *J. Dairy Sci.* 96, 4079–4093. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6278>
- Tao, S., Monteiro, A.P.A., Thompson, I.M., Hayen, M.J., Dahl, G.E., 2012. Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune

- function of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 95, 7128–7136.
<https://doi.org/10.3168/jds.2012-5697>
- Thies, V.F., Schneider, E.P., Matte, A., 2023. Trajetórias familiares na pecuária leiteira no sul do Brasil: entre a especialização e o fim da atividade. *Rev. Econ. e Sociol. Rural* 61, 1–21. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.265911>
- Todd, C.G., McGee, M., Tiernan, K., Crosson, P., O’Riordan, E., McClure, J., Lorenz, I., Earley, B., 2018. An observational study on passive immunity in Irish suckler beef and dairy calves: Tests for failure of passive transfer of immunity and associations with health and performance. *Prev. Vet. Med.* 159, 182–195. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.07.014>
- Toscano, M., Grandi, R. De, Grossi, E., Drago, L., 2017. Role of the human breast milk-associated microbiota on the newborns’ immune system: A mini review. *Front. Microbiol.* 8, 1–5. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02100>
- Tozer, P.R., Heinrichs, A.J., 2001. What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A multiple-component analysis. *J. Dairy Sci.* 84, 1836–1844. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74623-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74623-1)
- Trotz-Williams, L.A., Leslie, K.E., Peregrine, A.S., 2008. Passive immunity in Ontario dairy calves and investigation of its association with calf management practices. *J. Dairy Sci.* 91, 3840–3849. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0898>
- Tyler, J.W., Hancock, D.D., Thorne, J.G., Gay, C.C., Gay, J.M., 1999. Partitioning the mortality risk associated with inadequate passive transfer of colostral immunoglobulins in dairy calves. *J. Vet. Intern. Med.* 13, 335–337. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1999.tb02191.x>

- Urie, N.J., Lombard, J.E., Shivley, C.B., Koprak, C.A., Adams, A.E., Earleywine, T.J., Olson, J.D., Garry, F.B., 2018a. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. *J. Dairy Sci.* 101, 9229–9244. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14019>
- Urie, N.J., Lombard, J.E., Shivley, C.B., Koprak, C.A., Adams, A.E., Earleywine, T.J., Olson, J.D., Garry, F.B., 2018b. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part I. Descriptive characteristics of preweaned heifer raising practices. *J. Dairy Sci.* 101, 9168–9184. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14010>
- Van Amburgh, M.E., Galton, D.M., Bauman, D.E., Everett, R.W., Fox, D.G., Chase, L.E., Erb, H.N., 1998. Effects of Three Prepubertal Body Growth Rates on Performance of Holstein Heifers during First Lactation. *J. Dairy Sci.* 81, 527–538. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75604-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75604-8)
- Van Amburgh, M.E., Soberon, F., Meyer, M.J., Molano, R.A., 2019. Symposium review: Integration of postweaning nutrient requirements and supply with composition of growth and mammary development in modern dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 102, 3692–3705. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15270>
- Van Hese, I., Goossens, K., Ampe, B., Haegeman, A., Opsomer, G., 2022. Exploring the microbial composition of Holstein Friesian and Belgian Blue colostrum in relation to the transfer of passive immunity. *J. Dairy Sci.* 105, 7623–7641. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-21799>
- Vasseur, E., Borderas, F., Cue, R.I., Lefebvre, D., Pellerin, D., Rushen, J., Wade, K.M., de Passillé, A.M., 2010. A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. *J. Dairy Sci.* 93, 1307–1316.

<https://doi.org/10.3168/jds.2009-2429>

- Vasseur, E., Rushen, J., de Passillé, A.M., 2009. Does a calf's motivation to ingest colostrum depend on time since birth, calf vigor, or provision of heat? *J. Dairy Sci.* 92, 3915–3921. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1823>
- Ventura, B.A., Von Keyserlingk, M.A.G., Wittman, H., Weary, D.M., 2016. What difference does a visit make? Changes in animal welfare perceptions after interested citizens tour a dairy farm. *PLoS One* 11, 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154733>
- Vogels, Z., Chuck, G., Morton, J., 2013. Failure of transfer of passive immunity and agammaglobulinaemia in calves in south-west Victorian dairy herds: Prevalence and risk factors. *Aust. Vet. J.* 91, 150–158. <https://doi.org/10.1111/avj.12025>
- Waldner, C.L., Leigh, B.R., 2009. Factors associated with serum immunoglobulin levels in beef calves from Alberta and Saskatchewan and association between passive transfer and health outcomes. *Can. Vet. J.* 50, 275–281.
- Walker, W.A., Iyengar, R.S., 2015. Breast milk, microbiota, and intestinal immune homeostasis. *Pediatr. Res.* 77, 220–228. <https://doi.org/10.1038/pr.2014.160>
- Wallace, M.M., Jarvie, B.D., Perkins, N.R., Leslie, K.E., 2006. A comparison of serum harvesting methods and type of refractometer for determining total solids to estimate failure of passive transfer in calves. *Can. Vet. J.* 47, 573–575.
- Wathes, D.C., Brickell, J.S., Bourne, N.E., Swali, A., Cheng, Z., 2008. Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. *Animal* 2,

1135–1143. <https://doi.org/10.1017/S1751731108002322>

Weaver, D.M., Tyler, J.W., VanMetre, D.C., Hostetler, D.E., Barrington, G.M., 2000a. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *J. Vet. Intern. Med.* 14, 569–577. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x>

Weaver, D.M., Tyler, J.W., VanMetre, D.C., Hostetler, D.E., Barrington, G.M., 2000b. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *J. Vet. Intern. Med.* 14, 569–577. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x>

Weiller, M.A.A., Moreira, D.A., Bragança, L.F., Farias, L.B., Lopes, M.G., Bruhn, F.R.P., Brauner, C.C., Schmitt, E., Corrêa, M.N., Rabassa, V.R., Del Pino, F.A.B., 2020. The occurrence of diseases and their relationship with passive immune transfer in Holstein dairy calves submitted to individual management in southern Brazil. *Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec.* 72, 1075–1084. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11482>

Wells, S.J., Dargatz, D.A., Ott, S.L., 1996. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. *Prev. Vet. Med.* 29, 9–19. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(96\)01061-6](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(96)01061-6)

Williams, D.R., Pithua, P., Garcia, A., Champagne, J., Haines, D.M., Aly, S.S., 2014. Effect of three colostrum diets on passive transfer of immunity and preweaning health in calves on a California dairy following colostrum management training. *Vet. Med. Int.* 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/698741>

Wilm, J., Costa, J.H.C., Neave, H.W., Weary, D.M., von Keyserlingk, M.A.G., 2018. Technical note: Serum total protein and immunoglobulin G

- concentrations in neonatal dairy calves over the first 10 days of age. *J. Dairy Sci.* 101, 6430–6436. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13553>
- Windeyer, M.C., Leslie, K.E., Godden, S.M., Hodgins, D.C., Lissemore, K.D., LeBlanc, S.J., 2014. Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. *Prev. Vet. Med.* 113, 231–240. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.10.019>
- Yeoman, C.J., Ishaq, S.L., Bichi, E., Olivo, S.K., Lowe, J., Aldridge, B.M., 2018. Biogeographical Differences in the Influence of Maternal Microbial Sources on the Early Successional Development of the Bovine Neonatal Gastrointestinal tract. *Sci. Rep.* 8, 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21440-8>
- Zanton, G.I., Heinrichs, A.J., 2005. Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein Heifers on first-lactation production. *J. Dairy Sci.* 88, 3860–3867. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73071-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73071-X)

Tabela 1 Estatísticas descritivas de dados individuais de bezerros leiteiros da raça Holandês ($n = 105$ de 07 rebanhos comerciais) e suas respectivas mães inscritas em um estudo sobre práticas de manejo de colostro para a primeira refeição de colostro e seu acompanhamento ponderal dos primeiros 90 dias de vida.

Categoria	Variável	Frequência	%	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
				2,47	1,15	2,00	30 min	8,00
	Tempo para a primeira alimentação de colostro (h)	Na primeira hora	15	15,79				
		Dentro de 1 e 2 horas	45	47,37				
		Dentro de 2 a 4 horas	19	20,00				
		Dentro de 4 a 6 horas	9	9,47				
		Após 6 horas	7	7,37				
				2,86	1,01	2,50	0,50	5,00
	Volume de colostro alimentado na primeira refeição (L)	≤ 1	2	2,18				
		De 1,1 a 2	35	38,04				
		De 2,1 a 3	25	27,18				
		De 3,1 a 4	20	21,73				
		$\geq 4,1$	10	10,87				
Bezerra				24,41	4,94	24,00	13,00	32,00
	Brix do colostro (% Brix)	≤ 22	31	31,00				
		> 22	69	69,00				
				9,38	1,06	9,40	7,00	12,40
	Brix do soro sanguíneo (% Brix)	Excelente ($\geq 9,4$)	54	52,43				
		Boa (8,9 – 9,3)	16	15,53				
		Regular (8,1 – 8,8)	20	19,42				

	Ruim (< 8,1)	13	12,62					
				40,46	4,12	40,00	22,00	51,00
	≤ 35	4	3,81					
Peso ao Nascimento (Kg)	De 36 a 40	59	56,19					
	De 41 a 45	31	29,52					
	≥ 46	11	10,48					
				3,70	1,82	4,00	2,00	8,00
	≤ 2	37	36,63					
Idade (anos)	De 3 a 4	30	29,70					
	De 5 a 6	25	24,75					
	≥ 7	9	8,92					
				2,62	1,59	2,00	1,00	7,00
	≤ 2	54	53,46					
Paridade (nº)	De 3 a 4	30	29,70					
	≥ 5	17	16,83					
Vaca				3,45	0,44	3,50	2,50	4,50
	≤ 3,0	22	20,00					
ECC	De 3,25 a 3,75	77	74,28					
	≥ 4,00	6	5,71					
				647,37	76,48	640,00	476,00	820,00
Peso (Kg)	≤ 600	34	32,40					
	De 601 a 700	43	40,95					
	≥ 701	28	26,64					

Tabela 2 Correlações lineares (*r*) entre as variáveis analisadas nas bezerras e em suas respectivas mães.

Variável		Tempo para a primeira alimentação de colostro	Volume de colostro alimentado na primeira refeição	Brix do colostro	Brix do soro sanguíneo	Peso ao Nascimento da bezerra	Peso aos 30 dias de vida da bezerra	Peso aos 60 dias de vida da bezerra	Peso aos 90 dias de vida da bezerra	Idade da vaca mãe	Paridade da vaca mãe	Peso da vaca mãe	ECC da vaca mãe	Intervenção ao parto da bezerra
Tempo para a primeira alimentação de colostro	r		-0,15	-0,04	-0,08	-0,17	-0,23	-0,25	-0,31	0,13	0,13	-0,22	-0,23	-0,18
	Significância		0,15	0,70	0,70	0,10	0,03	0,02	0,01	0,21	0,20	0,03	0,02	0,07
	Nº de animais		92	91	95	95	86	81	74	94	94	95	95	95
Volume de colostro alimentado na primeira refeição		-0,15		-0,30	0,02	0,26	0,46	0,47	0,56	-0,06	0,06	0,45	0,12	-0,003
		0,15		0,004	0,86	0,01	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,56	0,59	<0,0001	0,31	0,98
		92		89	90	92	84	79	73	91	91	92	92	92
Brix do colostro		-0,41	-0,30		0,39	0,04	-0,03	0,01	-0,14	0,41	0,35	0,06	0,02	0,11
		0,70	0,004		<0,0001	0,68	0,80	0,90	0,22	<0,0001	0,0004	0,57	0,84	0,28
		91	89		98	100	90	83	76	97	97	100	100	100
Brix do soro sanguíneo		-0,01	-0,02	0,39		0,04	-0,10	-0,13	-0,24	0,23	0,19	-0,12	-0,14	0,02
		0,86	0,86	<0,0001		0,69	0,32	0,23	0,03	0,02	0,05	0,22	0,14	0,83
		93	90	98		103	92	85	77	99	99	103	103	103

Tabela 3 Análise da variância do efeito estação do ano sobre Brix do soro sanguíneo e Brix do colostro.

Variável	Estação do ano				P > F	Covariável com P <0,05	
	Inverno	Primavera	Verão	Outono			
Brix do colostro	26,2 a	22,4 b	22,9 b	24,7 ab	0,0225	Volume de colostro ingerido na primeira alimentação (0,0234)	Paridade da vaca mãe (0,0039)
Brix do soro sanguíneo	9,13 bc	10,26 a	8,73 c	9,58 ab	0,0046	Brix do colostro (<0,0001)	Peso da vaca mãe (0,0207)

a, b, c P<0,05

Tabela 4 Análise de clusters.

Cluster	1 (n = 38)		2 (n = 14)		3 (n = 27)		4 (n = 18)		P>F
Variável	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Brix do soro	9,16 b	0,09	8,69 b	0,77	10,0 a	0,93	9,04 b	1,16	0,0002
Brix do Colostro	24,87 b	1,37	17,14 d	1,62	30,81a	1,47	22,02 c	1,71	<0,0001
Horário 1° colostragem (h)	2,27	0,91	3,0	1,47	2,33	1,04	2,61	1,20	0,1625
Quantidade de colostro (l)	3,06 a	0,96	2,49 b	0,05	2,35 b	0,86	3,46 a	0,85	0,0005
Origem do colostro ¹	1,21	0,43	1,0	0	1,33	0,73	1,61	1,42	0,1311
Idade da vaca (anos)	4,05 b	1,59	2,23 c	0,42	5,11 a	1,71 c	2,44	0,98	<0,0001
Paridade (n° partos)	2,92 b	1,55	1,31 c	0,46	3,70 a	1,64	1,56 c	0,78	<0,0001
Peso da vaca (kg)	685 a	80,9	589 c	50,9	643 b	71,1	644 b	58,0	0,0004
ECC da vaca (1 = muito magra, 5 = muito gorda)	3,61	0,24	3,36	0,25	3,39	0,39	3,53	0,17	0,0062
Duração do aleitamento (meses)	3,36 a	0,84	3,08 b	1,04	2,38 c	0,80	3,77 a	0,64	0,0001

Peso ao nascimento (kg)	41,95 a	3,71	39,2 b	1,58	39,18 b	5,13	41,5 a	3,15	0,0157
Peso aos 30 dias (kg)	64,78 a	8,2	57,41 b	5,1	55,0 b	10,1	64,53 a	9,15	0,0002
Peso aos 60 dias (kg)	87,85 a	9,77	82,91 ab	6,61	81,60 b	14,0	89,59 a	6,1	0,0505
Peso aos 90 dias (kg)	126,17 a	16,4	108,29 b	19,6	108,33 b	23,9	128,9 a	16,2	0,0014
Ganho de peso aos 30 d	0,76 a	0,27	0,61 ab	0,17	0,54 b	0,30	0,76 a	0,28	0,0130
Ganho de peso aos 60 d	0,76	0,16	0,73	0,12	0,71	0,20	0,80	0,10	0,3425
Ganho de peso aos 90 d	0,93 a	0,18	0,76 b	0,22	0,47 b	0,25	0,97 a	0,17	0,0070
Estação de nascimento ²	1,83 b	0,82	2,84 a	0,09	1,68 b	0,64	2,44 a	0,90	<0,0001
Intervenção no parto ³	0,18	0,39	0	0	0,14	0,36	0,17	0,38	0,4150

a, b, c P<0,05; DP = desvio-padrão; ¹ Origem do colostro: 1 = da própria mãe, 2 = banco de colostro 3 = produto comercial 4 = da própria mãe +banco de colostro 7 = pool de colostro, da própria mãe e de outras vacas que pariram no mesmo dia; ²Estação de nascimento: 1 = outono, 2 = inverno, 3 = primavera, 4 = verão.

³Intervenção no parto: 0 = sem intervenção; 1 = com intervenção.

CAPÍTULO VI

Relação entre a transferência de imunidade passiva e desenvolvimento de bezerras leiteiras até os 60 dias de vida no Brasil

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas de publicação da **Livestock Science**.

Relação entre a transferência de imunidade passiva e desenvolvimento de bezerras leiteiras até os 60 dias de vida no Brasil

G. Heisler¹, D.B. dos Santos², C.M.M. Bittar³ e V. Fischer⁴

¹ *Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Avenida Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.*

² *Departamento Técnico, Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural, Emater, RS, Brasil.*

³ *Professora da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Zootecnia, Universidade de São Paulo (USP), Avenida Bento Gonçalves, 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil.*

⁴ *Professora do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Avenida Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.*

Autor correspondente: Vivian Fischer. E-mail: vivinha.fischer@hotmail.com

Resumo

O colostro é um alimento rico em anticorpos produzidos pela mãe, os quais serão absorvidos pelo recém-nascido nas primeiras horas de vida. Deficiências no manejo da colostragem em bezerras leiteiras aumentam as falhas na transferência de imunidade passiva (FTIP). As causas relacionadas às FTIP

podem se alterar conforme a região, além disso, a relação FTIP e o desenvolvimento ponderal das bezerras é escassamente reportado. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos das práticas de colostragem além de fatores relacionados ao ambiente sobre a transferência de imunidade passiva e o desenvolvimento ponderal de bezerras leiteiras até os 60 dias de idade. Avaliaram-se dois bancos de dados, um do Rio Grande do Sul (RS) e um de São Paulo (SP), com 364 bezerros, 213 fêmeas e 151 machos. O peso aos 30 dias e o ganho peso (GP) aos 30 dias tenderam a ser maior em bezerros que receberam colostro de qualidade alta (Brix $\geq 22\%$ ou concentração de IgG mensurada em colostrômetro ≥ 50 mg/dL) comparado com os bezerros que receberam colostro de baixa qualidade (Brix $< 22\%$ ou concentração de IgG mensurada em colostrômetro < 50 mg/dL). Bezerros que receberam volumes de colostro igual ou maiores que 3 l/dia ou 10% do peso ao nascer apresentaram maiores peso corporal e GP aos 30 e 60 dias. Maior qualidade e volume do colostro fornecido na primeira refeição (VCPR) aumentaram o valor de Brix do soro sanguíneo, enquanto a concentração de proteína sérica foi aumentada pela maior qualidade do colostro. Os valores de Brix do colostro dos dados de SP foram maiores no verão, enquanto os coletados no RS foram maiores no outono e inverno e menores valores na primavera e verão. A transferência de imunidade passiva foi influenciada pelas práticas de colostragem, em especial a qualidade do colostro e o volume de colostro fornecido na primeira refeição do bezerro.

Keywords: *bezerras, brix soro, brix colostro, desenvolvimento ponderal, proteína sérica, transferência imunidade passiva*

Introdução

A ingestão e a absorção de quantidades adequadas de imunoglobulinas, presentes no colostro, são condições essenciais para o estabelecimento da imunidade do bezerro, até que o seu sistema imune se torne completamente funcional (Godden, 2008; Tizard, 2014). A adequada colostragem está relacionada com a concentração de imunoglobulinas, baixa contaminação bacteriana, quantidade fornecida e intervalo de tempo entre o nascimento e a ingestão do colostro (Godden et al., 2019).

Falhas na TPI são fator de risco importante na incidência e gravidade de doenças entéricas e respiratórias dos bezerros (Furman-Fratczak et al., 2011; Maunsell e Donovan, 2008; Donovan et al., 1998), e 31% a 39% da mortalidade de bezerros podem ser devidas ao FTPI (Godden, 2008; Tyler et al., 1999; Wells et al., 1996; Denise et al., 1989). Entre as consequências a longo prazo do FTPI, citam-se os efeitos negativos na idade do primeiro parto e produção de leite de primíparas (Heinrichs e Heinrichs, 2011; Denise et al., 1989), aumento da contagiosidade ou liberação de patógenos (Lopez et al., 1988), crescimento reduzido (Dewell et al., 2006), produção de leite reduzida na primeira e segunda lactação e aumento das taxas de descarte (Denise et al., 1989).

Embora a importância da transferência passiva tenha sido estudada extensivamente, as fazendas leiteiras ainda enfrentam o desafio da FTIP e seus custos econômicos e de bem-estar associados. Foram reportadas taxas de FTIP de 25 a 37% no Canadá (Trotz-Williams et al., 2008; Wallace et al., 2006), 21% nos Estados Unidos (USDA, 2010), 38% na Austrália (Vogels et al.,

2013) e 30 a 35% na Itália (Cavirani et al., 2005; Lora et al., 2017). Por outro lado, no Brasil, pode haver escasso monitoramento da TIP, como reportado Santos e Bittar (2015), em que 98% de 179 fazendas não monitoram a proteína sérica das bezerras. De forma semelhante, Fruscalso et al. (2020), avaliou 160 fazendas no Sul do Brasil, em que 100% das propriedades avaliadas desconhece a qualidade do colostro ingerido pelas bezerras.

Comparar o desempenho entre animais pode servir para avaliar as práticas usadas e identificar a necessidade de melhoria das mesmas (Anand e Kodali, 2008; Meade, 1994). Segundo Atkinson et al. (2017), fazendas que alteraram seus protocolos de gerenciamento de colostro sofreram menos casos de FTIP ($21 \pm 10\%$) do que antes dessas mudanças ($11 \pm 10\%$), sendo estas alterações para aumentar a quantidade de colostro fornecido, além de mudanças adicionais incluíram a alteração dos procedimentos padrão de alimentação com colostro (primeira alimentação mais rápida, alimentação adicional, tempo de registro das mamadas) e aquisição de novos equipamentos para testar (colostrômetro ou refratômetro) e armazenar (congelador, refrigerador) o colostro.

Lora et al. (2017) relatam o escasso nível de especialização dos criadores em gerenciar efetivamente o fornecimento de colostro para bezerras recém-nascidas. Isso demonstra que ainda são necessários esforços para conscientizar os criadores de bovinos leiteiros sobre a prevenção de FTPI através de práticas adequadas colostragem, a fim de melhorar a saúde de bezerros machos e fêmeas, possivelmente reduzir o uso de antimicrobianos na criação de animais jovens, aumentar as taxas de crescimento e diminuir as taxas de descarte involuntário das fêmeas e morte precocemente. Portanto, o

objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos das práticas de colostragem sobre a transferência de imunidade passiva e o desenvolvimento ponderal de bezerras leiteiras até os 60 dias de idade, além de fatores relacionados ao ambiente.

Material e Métodos

Coleta de dados

O estudo foi realizado utilizando dois bancos de dados oriundos de dois estados brasileiros, São Paulo (SP) e Rio Grande do Sul (RS), contendo observações relativas a 364 bezerros (151 machos e 213 fêmeas), da raça Holandês, nascidos entre novembro de 2017 e março de 2022.

Amostragem

As coletas de sangue foram realizadas pelo responsável pela condução do estudo nas bezerras entre 24 horas e 8 dias de idade (Wilm et al., 2018). O sangue foi retirado da veia jugular usando tubos Vacutainer® de 10ml sem anticoagulante e as amostras foram armazenadas a 4°C até a chegada ao laboratório dentro de 2 horas após a coleta. Nessas visitas, foram registradas as seguintes informações: data de nascimento, peso ao nascer; manejo do colostro (quantidade de colostro fornecida na primeira refeição e Brix do colostro). Além disso, os produtores foram solicitados a coletar uma amostra do primeiro colostro fornecido a cada bezerra incluída no estudo em um tubo de 50ml e armazená-lo a 4°C, antes de serem transportadas, em gelo, para o laboratório para processamento. Valores de Brix das amostras do soro e do colostro foram determinados até 12 horas após a chegada ao laboratório.

Análise laboratorial

As amostras de sangue foram centrifugadas a 3.500 x g por 15 min. Foram usadas 2 a 3 gotas da alíquota de soro sanguíneo e colostro para avaliação em refratômetro de Brix (Deelen et al., 2014). O refratômetro foi previamente calibrado de acordo com as orientações do fabricante (Importado e distribuído por AKSO Produtos Eletrônicos LTDA; São Leopoldo, Brasil; Produzido na China).

A concentração de proteína sérica (g/dl) foi determinada com kit comercial (LABTEST Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil), em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA – 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil). As concentrações de proteína total foram determinadas a partir do kit enzimático Proteínas Totais (Ref.: 99), por meio de espectrofotometria de ponto final, com filtro de absorvância de 540nm.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o *software* SAS (versão 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC). Foram registrados os dados de 364 bezerros (267 provenientes do banco de dados de SP, 97 do banco de dados do RS). As amostras de colostro foram classificadas como: Alta qualidade, o colostro com os seguintes parâmetros: %Brix > 22 ou > 50 no colostrômetro, valores inferiores a estes foram classificados com colostro de Baixa qualidade. O volume fornecido de colostro foi classificado em bom quando maior ou igual a 3 L/bezerro ou 10% do peso AP nascer, ou quando insuficiente quando a quantidade foi inferior a esses valores. A TIP foi considerada adequada quando

valores de proteína sérica foi igual ou superior a 5,2 g/dl ou o brix do sangue foi maior ou igual a 8,4 (Elsohaby et al., 2019).

Foi feita uma análise descritiva, calculando as médias, desvios-padrão e amplitude dos dados. As variáveis concentração Brix do colostro, valor colostrômetro, volume de colostro fornecido na primeira refeição após o nascimento (quantidade absoluta e % do peso ao nascer), Brix do soro, concentração de proteína sérica, peso corporal ao nascimento aos 30 e 60 dias, ganho de peso aos 30 e 60 dias de vida foram submetidos à análise de correlação (Spearman), usando o procedimento CORR.

As variáveis Brix do soro, concentração de proteína sérica, peso corporal aos 30 e 60 dias, ganho de peso aos 30 e 60 dias de vida foram analisadas com regressão linear, testando a inclusão no modelo das seguintes variáveis explicativas Brix do colostro ou valor colostrômetro, volume de colostro fornecido na primeira refeição após o nascimento (quantidade absoluta e % do peso ao nascer), peso corporal ao nascimento (Procedimento REG, opção *stepwise*).

Posteriormente as variáveis peso corporal aos 30 e 60 dias, ganho de peso aos 30 e 60 dias de vida) foram submetidos à análise de variância (Procedimento GLM, separação de médias LS means, Pdiff), avaliando os efeitos da qualidade do colostro, origem dos dados, estação do ano de nascimento, sexo do bezerro e as variáveis classificatórias relativas aos volumes de colostro ministrados, além da covariável peso corporal ao nascimento. O Brix do colostro foi submetido à análise de variância avaliando os efeitos da origem dos dados, estação do ano de nascimento e a sua interação.

As variáveis Brix do soro e concentração de proteína sérica foram submetidas à análise de variância avaliando os efeitos da qualidade do colostro, origem dos dados, estação do ano de nascimento e as variáveis classificatórias relativas aos volumes de colostro ministrados.

Foi realizada regressão logística (Procedimento LOGISTIC, opções: descending, seleção de variáveis backward, distribuição binomial), avaliando as variáveis TIP concentração de proteína sérica (< 5,2 inadequada) e TIP concentração brix soro (<8,4, inadequada), ganho de peso aos 30 dias (0 = menor que 0,4 kg/dia, 1 ≥ 0,4 kg/d) e aos 60 dias (0 = menor que 0,6 kg/dia, 1 ≥ 0,6 kg/d) e testando a inclusão das seguintes variáveis: (TIP): banco de dados, estação do ano do nascimento, Brix do colostro, volume de colostro (quantidade absoluta ou como % do peso ao nascer); (Ganho de peso aos 30 e 60 dias): banco de dados, estação do ano do nascimento, Brix do colostro, volume de colostro (quantidade absoluta ou como % do peso ao nascer, Brix soro, proteína sérica, peso ao nascer.

A fim de verificar a associação múltipla entre as variáveis, foi realizada análise de fatores principais com o procedimento FACTOR, com 3 fatores (aqueles com eigenvalues ≥ 1,0), scree msa rotação = varimax. Foram incluídas no modelo as variáveis estação de nascimento, Brix colostro, volume fornecido de colostro, volume fornecido de colostro % do peso ao nascer, Brix soro, concentração de proteína sérica e peso aos 60 dias. Foram excluídas do modelo variáveis com valor de msa ≤ 0,4.

As diferenças entre as médias foram consideradas significativas quando $P < 0,05$ e consideradas como tendência quando $0,05 > P > 0,10$.

Resultados

Do total de 364 dados obtidos, 267 (73,4%) e 97 (26,6%) bezerros foram provenientes dos bancos de dados, respectivamente, de SP e do RS. A quantidade de bezerros analisados para cada variável foi distinta, devido aos dados faltantes. Os bezerros incluídos no estudo, da raça Holandês, foram 151 machos (41,5%) e 213 fêmeas (58,5%), nascidos entre novembro de 2017 e março de 2022. A maioria dos bezerros (40,1%) nasceu na estação do outono, seguido do verão (36,1%), inverno (18,2%) e primavera (5,6%). A qualidade do colostro fornecido na primeira refeição foi de qualidade alta para 94,5% dos bezerros.

O valor da proteína sérica aumentou linearmente com o incremento da qualidade do colostro, podendo ser estimado pela equação: $Y_{\text{Proteína sérica}} = 5,29 + 0,68 \text{ qualidade colostro}$, $P = 0,0128$, $R^2 = 0,06$, $n = 102$.

O valor de Brix do soro sanguíneo dos bezerros aumentou linearmente com a qualidade do colostro, porém reduziu com o peso ao nascer. Dessa forma $Y_{\text{Brix soro sanguíneo}} = 9,09 + 0,86 \text{ qualidade colostro} - 0,03 \text{ peso ao nascer}$, $P = 0,0003$, $R^2 = 0,11$, $n = 102$.

O peso corporal aos 30 dias pode ser estimado pela equação: $Y_{\text{Peso 30}} = 0,003 + 2,30 \text{ volume de colostro fornecido na primeira refeição} + 1,32 \text{ peso ao nascer}$, $P < 0,0001$, $R^2 = 0,55$, $n = 102$. O peso corporal aos 60 dias pode ser estimado pela equação: $Y_{\text{Peso 60}} = 21,19 + 2,76 \text{ volume de colostro fornecido na primeira refeição} + 1,3 \text{ peso ao nascer}$, $P < 0,0001$, $R^2 = 0,48$, $n = 102$.

O ganho de peso dos bezerros aos 30 dias variou conforme a equação: $Y_{\text{ganho de peso 30}} = 0,43 + 0,10 \text{ volume de colostro fornecido na primeira refeição} - 0,05 \text{ volume de colostro fornecido na primeira refeição expresso como \% do peso ao nascer}$, $P < 0,0004$, $R^2 = 0,14$, $n =$

102. Nenhuma variável explicativa foi retida no modelo para explicar a variação do ganho de peso aos 60 dias.

O valor do Brix do soro sanguíneo aumentou linearmente com o valor do Brix do colostro, conforme a equação: $Y_{\text{Brix soro sanguíneo}} = 6,52 + 0,11 \text{ qualidade colostro}$, $P < 0,0001$, $R^2 = 0,23$, $n = 78$. Já o valor da proteína sérica aumentou linearmente com o aumento do Brix do colostro, podendo ser estimado pela equação: $Y_{\text{Proteína sérica}} = 3,86 + 0,11 \text{ Brix colostro}$, $P < 0,0001$, $R^2 = 0,24$, $n = 78$. Nesse conjunto de dados (somente aqueles com Brix do colostro), o peso corporal aos 30 dias foi estimado pela equação: $Y_{\text{Peso 30}} = 17,55 + 3,64 \text{ volume de colostro fornecido na primeira refeição} + 0,82 \text{ peso ao nascer}$, $P < 0,0001$, $R^2 = 0,36$. O volume de colostro fornecido na primeira refeição explicou 23% da variação do peso aos 30 dias. O peso corporal aos 60 dias pode ser estimado pela equação: $Y_{\text{Peso 60}} = 47,49 + 4,23 \text{ volume de colostro fornecido na primeira refeição} + 0,63 \text{ peso ao nascer}$, $P < 0,0001$, $R^2 = 0,31$. O volume de colostro fornecido na primeira refeição explicou 25% da variação do peso aos 60 dias.

A análise de variância revelou que os valores de peso corporal aos 30 dias, aos 60 dias, o ganho de peso médio diário (GMD) aos 30 e aos 60 dias foram significativamente maiores ($P < 0,0001$) para os bezerros de origem do estado do RS comparados com os de SP (Tabela 2). Nesta análise de variância foram utilizadas 312 observações.

O peso aos 30 dias e o ganho de peso (GP) aos 30 dias tenderam a ser maior ($P = 0,0868$) em bezerros que receberam colostro de qualidade alta comparado com o de baixa qualidade. O volume de colostro expresso como % do peso ao nascer (PN) para bezerros que receberam valores igual ou maior que 10% do PN, levaram a maiores peso e GP aos 60 dias ($P = 0,0122$). Já

volumes de colostro igual ou superior que 3 l/dia ou 10% do peso ao nascer levaram a maiores peso e GP dos bezerros aos 30 dias ($P < 0,05$).

A maior qualidade do colostro ($P = 0,0065$) e o maior VCPR ($P = 0,0019$) levaram a maiores valores de Brix do soro sanguíneo. Por outro lado, a qualidade do colostro ($P = 0,0197$) foi determinante para a maior concentração de proteína sérica.

Na Tabela 3 estão os valores de probabilidade e médias da interação entre a “origem do banco de dados” e a estação de nascimento sobre o Brix do colostro. O valor médio de Brix do colostro foi significativamente maior no verão no estado de SP e na primavera em relação ao RS. Já nas estações outono e inverno, o Brix do colostro, no RS apresentou valor médio foi maior, em relação à SP.

A regressão logística mostrou que as chances da concentração de proteína sérica ser adequada ($\geq 5,2$) foram menores no verão (odds ratio = 0,38, $P < 0,05$). As chances do Brix do soro sanguíneo apresentar valor adequado ($\geq 8,4$) aumentaram ($P < 0,025$) em 1,31 vezes com o incremento do Brix do colostro e 1,33 vezes com o aumento do volume de colostro expresso como % do peso ao nascimento.

O incremento do volume de colostro expresso como a % do peso ao nascimento aumentou ($P < 0,05$) em 1,98 e em 1,31 vezes as chances dos bezerros apresentarem ganho de peso diário $\geq 0,4$ kg até 30 dias e $\geq 0,6$ kg até 60 dias de idade.

As correlações entre as variáveis podem ser vistas na Tabela 4. Destacam-se as correlações negativas entre GMD30 e o brix do colostro ($r = -0,27$, $P < 0,05$) e entre GMD60 e volume do colostro expresso como % do peso

ao nascer ($r = -0,15$, $P < 0,05$). Por outro lado, se destacam as correlações positivas ($P < 0,05$) entre peso ao nascimento e peso aos 30 e 60 dias de idade, respectivamente $r = 0,74$ e $0,61$. O brix do sangue foi positivamente correlacionado ($P < 0,05$) com o brix do colostro ($r = 0,41$), volume do colostro ingerido na 1ª refeição ($r = 0,22$), volume do colostro ingerido na 1ª refeição e expresso como % do peso ao nascimento ($r = 0,33$). A concentração de proteína sérica foi positivamente correlacionada com o brix do colostro ($r = 0,50$, $P < 0,0001$).

A análise de fatores principais mostra que 3 fatores principais foram significativos (eigenvalues igual ou maiores que 1,0) e explicaram 65% da variância total das observações. As variáveis originais com maiores cargas vetoriais foram estação de nascimento, idade da vaca, paridade e brix do colostro para o fator principal 1 (FP1); brix do colostro, quantidade oferecida de colostro, ECC vaca e duração do aleitamento para o FP2 e horário da colostragem e origem do colostro para o FP3. Além disso, a análise de fatores principais evidencia a associação positiva entre o Brix do soro sanguíneo, a concentração de proteína sérica e o Brix do colostro. O volume de leite expresso como % do peso ao nascer e em quantidade absoluta e o peso aos 60 dias foram associados entre si, porém apresentaram associação negativa e fraca com o valor de %Brix do soro sanguíneo e da proteína sérica. Os nascimentos que ocorreram no verão apresentaram associação negativa com os valores de proteína sérica, Brix do soro e do colostro.

A associação entre os escores dos fatores principais e o brix de soro pode ser expressa pela equação: $Y_{\text{brix soro}} = 9,36 + 0,3 \text{ PF1} - 0,4 \text{ PF2} - 0,1 \text{ PF3}$, $P = 0,0002$. A associação entre os escores dos fatores principais e os

valores de Peso30 e Peso60 pode ser expressa pela equações $Y_{\text{peso30}} = 61,6 - 0,23 \text{ PF1} + \mathbf{5,67 \text{ PF2}} - 0,21 \text{ PF3}$, $P < 0,0001$ e $Y_{\text{peso60}} = 85,5 - 0,22 \text{ PF1} + \mathbf{6,55 \text{ PF2}} - 1,24 \text{ PF3}$, $P < 0,0001$.

Discussão

Este estudo mostra resultados referentes às práticas de colostragem, transferência de imunidade passiva e desenvolvimento ponderal de bezerros até os 60 dias de vida, oriundos de dois bancos de dados. A prevalência de bezerros com TIP adequada, ou seja, concentração de proteína sérica $\geq 5,2$ g/dl (90%) e Brix do sangue $\geq 8,4$ (81%) observada no presente estudo é superior ao valor de 68%, reportado por Morin et al. (2021), em estudo realizado na região de Quebec, no Canadá. Por outro lado, Shivley et al., (2018), nos Estados Unidos da América, relataram valores semelhantes aos nosso, com TIP de 88%, e associaram positivamente a concentração sérica de IgG com o volume de colostro fornecido nas primeiras 24 h e à concentração de IgG no colostro. Embora o presente estudo não tenha avaliado a concentração de IgG, a concentração de proteína sérica foi positivamente relacionada ao brix do colostro, mas sem relação com o volume de colostro fornecido na primeira refeição. Por outro lado, apenas 50,28% dos bezerros receberam ≥ 3 L de colostro na primeira refeição (Godden et al., 2019), indicando que a TIP provavelmente foi mais dependente da qualidade do colostro do que da quantidade fornecida (Godden et al., 2019).

Em princípio a qualidade do colostro não deve ter sido limitante, uma vez que 80% dos bezerros receberam um colostro que pode ser considerado como de alta qualidade, com %Brix $\geq 22\%$ (Godden et al., 2019), compatível com

maiores concentrações de imunoglobulinas (Buczinski and Vandeweerd, 2016). Lora et al. (2017) afirmam que o risco de ocorrência de FTIP diminuiu em 59% e 3%, respectivamente, a cada litro adicional de colostro fornecido e a cada grama adicional de Ig por litro contido no colostro fornecido. Para evitar a FTIP, os bezerros devem receber pelo menos 2,5 l de colostro de alta qualidade (concentração de Ig > 87,6 g/l) dentro de 1,0 h após o nascimento, evidenciando que as diferenças de TIP entre os estudos podem ser explicadas por práticas de manejo distintas, envolvendo a quantidade de colostro ministrada, a sua concentração em imunoglobulinas o intervalo entre o nascimento e a primeira refeição (Lora et al., 2017).

Ainda que o colostro tenha sido de boa qualidade, o Brix do soro e a concentração de proteína sérica foram positivamente influenciados pela qualidade do colostro (Brix ou colostrômetro). É importante mencionar que a estação de nascimentos, especialmente na ausência de adoção de práticas/instalações para mitigação do estresse térmico pode afetar a qualidade do colostro (Seyed Almoosavi et al., 2021). No RS, as fazendas avaliadas não adotam práticas de mitigação do estresse térmico de vacas secas e bezerros. A análise de fatores principais evidenciou os maiores desafios de bezerros nascidos na estação quente, com associações negativas entre a estação quente com os valores de Brix do colostro, soro e concentração de proteínas séricas (Figura 1). Os menores valores de Brix do colostro durante a primavera e verão ocorreram no RS, enquanto em SP os maiores valores de Brix do colostro ocorreram no verão. Isso pode ser explicado pelo sistema de criação. No RS, o principal sistema é o semiconfinamento, enquanto em SP é o confinamento, e nesse último, a adoção de medidas mitigadoras do estresse

térmico pode ser mais eficiente. De forma semelhante, a regressão logística evidenciou menores chances se obter TIP adequada durante a estação quente.

A regressão logística evidenciou a ação complementar e diferencial do incremento do volume de colostro e da sua qualidade sobre os valores de proteína sérica e Brix do soro sanguíneo, mostrando que apesar dessas duas variáveis serem altamente associadas ($Y_{\text{proteína sérica}} = -1,43 + 0,84 \text{ brix sangue}$, $P < 0,0001$, $R^2 = 0,91$, $n = 116$) e usadas para caracterizar a TIP, elas podem ser afetadas de forma diferente pela quantidade e qualidade do colostro.

O volume de colostro ingerido pelo bezerro na sua primeira refeição recomendado atualmente é de 10 a 12% do peso corporal (4 L para uma bezerra de 43 kg; Godden et al., 2019). Entretanto, no presente estudo, 53,59% dos bezerros receberam quantidade inferior a 10% do peso corporal de colostro na primeira refeição, indicando que estes bezerros podem ter ingerido quantidades limitadas de colostro, e, portanto, de imunoglobulinas.

Em relação ao desenvolvimento ponderal, se observa que 33% e 31% dos bezerros apresentaram ganhos de pesos inferiores, respectivamente, a 0,4 e 0,6kg/dia nos primeiros 30 e 60 dias de vida (Bazeley et al., 2016), indicando que 1/3 dos bezerros podem ser recebido nutrição insuficiente. Embora não se disponha dos dados das quantidades de leite fornecidas durante o aleitamento, é prática muito comum entre os produtores o fornecimento de quantidades restritas de leite (3 a 4 l/dia). Efetivamente, os valores de peso aos 30 e 60 dias assim como os ganhos de peso, quando submetidos à análise de regressão linear, foram influenciados apenas pelo volume do colostro na 1ª refeição, não estando disponíveis os volumes médios de leite ministrados durante o aleitamento nem a duração do aleitamento, ou a quantidade e aporte

nutricional dos concentrados iniciais. Os resultados das análises de regressão são corroborados pelos resultados encontrados na análise de correlação (Tabela 2) e dos fatores principais (Figura 1), em que houve associação positiva entre o peso aos 60 dias e o volume de colostro na primeira refeição. Os resultados da análise de variância mostram que além do volume de colostro, outras variáveis influenciaram o desenvolvimento ponderal, ainda que não de forma linear. A qualidade do colostro influenciou positivamente o desenvolvimento ponderal aos 30 dias. A origem dos bezerros (SP x RS) influenciou o desenvolvimento ponderal aos 30 e 60 dias, muito provavelmente por os bezerros do RS terem um peso ao nascer maior e serem manejados em fazendas comerciais. Também se evidenciou que Brix do soro sanguíneo foi positivamente influenciado pela qualidade do colostro (em concordância com análise de regressão) e pelo volume de colostro ministrado na 1ª refeição.

Conclusão

A transferência de imunidade passiva foi influenciada pelas práticas de colostragem, em especial a qualidade do colostro e o volume de colostro fornecido na primeira refeição do bezerro. A qualidade do colostro influenciou positivamente o desenvolvimento ponderal aos 30 e 60 dias. O nascimento durante o verão, no RS, pode prejudicar a qualidade do colostro e a transferência de imunidade passiva.

Contribuição dos Autores

G. Heisler foi o investigador principal conduzindo a coleta de dados, conceituação do projeto, edição e redação; D.B. dos Santos foi o investigador

secundário que conduziu a busca de propriedades parceiras com o estudo; C.M.M. Bittar investigadora que contribuiu com um banco de dados e edição do manuscrito, e V. Fischer foi a responsável pela análise estatística, investigador principal responsável pela administração do projeto e edição do manuscrito.

Declaração de Interesse

Sem competição de interesses.

Financiamento

Esta pesquisa não recebeu nenhum subsídio específico de agências de financiamento nos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa pelas bolsas, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas, e a cada produtor rural que colaborou com este estudo.

Declarações de ética

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sobre Uso de Animais da Fazenda da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, protocolo número 39572.

Referências

Abuelo, A., Havrlant, P., Wood, N., Hernandez-Jover, M., 2019. An investigation of dairy calf management practices, colostrum quality, failure of transfer of passive immunity, and occurrence of enteropathogens among Australian

- dairy farms. *J. Dairy Sci.* 102, 8352–8366. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16578>
- Addis, M.F., Tanca, A., Uzzau, S., Oikonomou, G., Bicalho, R.C., Moroni, P., 2016. The bovine milk microbiota: Insights and perspectives from -omics studies. *Mol. Biosyst.* 12, 2359–2372. <https://doi.org/10.1039/c6mb00217j>
- Ahmed, B.M.S., Younas, U., Asar, T.O., Monteiro, A.P.A., Hayen, M.J., Tao, S., Dahl, G.E., 2021. Maternal heat stress reduces body and organ growth in calves: Relationship to immune status. *JDS Commun.* 2, 295–299. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2021-0098>
- Akers, R.M., Ellis, S.E., Berry, S.D., 2005. Ovarian and IGF-I axis control of mammary development in prepubertal heifers. *Domest. Anim. Endocrinol.* 29, 259–267. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2005.02.037>
- Anand, G., Kodali, R., 2008. Benchmarking the benchmarking models. *Benchmarking An Int. J.* 15, 257–291. <https://doi.org/10.1108/14635770810876593>
- Arnett, D.W., Holland, G.L., Totusek, R., 1971. Some effects of obesity in beef females. *J. Anim. Sci.* 33, 1129–1136. <https://doi.org/10.2527/jas1971.3351129x>
- Atkinson, D.J., von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M., 2017. Benchmarking passive transfer of immunity and growth in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 100, 3773–3782. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11800>
- Bach, A., 2011. Associations between several aspects of heifer development and dairy cow survivability to second lactation. *J. Dairy Sci.* 94, 1052–1057. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3633>
- Bach, A., Ahedo, J., 2008. Record Keeping and Economics of Dairy Heifers.

- Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract. 24, 117–138.
<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.001>
- Barrington, G.M., Parish, S.M., 2001. Bovine neonatal immunology. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 17, 463–476. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30001-3](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30001-3)
- Barry, J., Bokkers, E.A.M., Berry, D.P., de Boer, I.J.M., McClure, J., Kennedy, E., 2019. Associations between colostrum management, passive immunity, calf-related hygiene practices, and rates of mortality in preweaning dairy calves. J. Dairy Sci. 102, 10266–10276. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16815>
- Baumrucker, C.R., Bruckmaier, R.M., 2014. Colostrogenesis: IgG1 transcytosis mechanisms. J. Mammary Gland Biol. Neoplasia 19, 103–117. <https://doi.org/10.1007/s10911-013-9313-5>
- Bazeley, K.J., Barrett, D.C., Williams, P.D., Reyher, K.K., 2016. Measuring the growth rate of UK dairy heifers to improve future productivity. Vet. J. 212, 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.10.043>
- Beam, A.L., Lombard, J.E., Koprak, C.A., Garber, L.P., Winter, A.L., Hicks, J.A., Schlater, J.L., 2009. Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations. J. Dairy Sci. 92, 3973–3980. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2225>
- Borghesi, J., Mario, L.C., Rodrigues, M.N., Favaron, P.O., Miglino, M.A., 2014. Immunoglobulin Transport during Gestation in Domestic Animals and Humans—A Review. Open J. Anim. Sci. 04, 323–336. <https://doi.org/10.4236/ojas.2014.45041>

- Bragg, R., Macrae, A., Lycett, S., Burrough, E., Russell, G., Corbishley, A., 2020. Prevalence and risk factors associated with failure of transfer of passive immunity in spring born beef suckler calves in Great Britain. *Prev. Vet. Med.* 181, 105059. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105059>
- Brickell, J.S., Bourne, N., McGowan, M.M., Wathes, D.C., 2009a. Effect of growth and development during the rearing period on the subsequent fertility of nulliparous Holstein-Friesian heifers. *Theriogenology* 72, 408–416. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.03.015>
- Brickell, J.S., McGowan, M.M., Pfeiffer, D.U., Wathes, D.C., 2009b. Mortality in holstein-friesian calves and replacement heifers, in relation to body weight and IGF-I concentration, on 19 farms in England. *Animal* 3, 1175–1182. <https://doi.org/10.1017/S175173110900456X>
- Brickell, J.S., Wathes, D.C., 2011. A descriptive study of the survival of Holstein-Friesian heifers through to third calving on English dairy farms. *J. Dairy Sci.* 94, 1831–1838. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3710>
- Brólio, M.P., Vidane, A.S., Zomer, H.D., Wenceslau, C. V., Ozório, J.J., Martins, D.S., Miglino, M.A., Ambrósio, C.E., 2012. Morphological characterization of the progenitor blood cells in canine and feline umbilical cord. *Microsc. Res. Tech.* 75, 766–770. <https://doi.org/10.1002/jemt.21123>
- Bučková, K., Šárová, R., Moravcsíková, Á., Špínka, M., 2021. The effect of pair housing on dairy calf health, performance, and behavior. *J. Dairy Sci.* 104, 10282–10290. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19968>
- Buczinski, S., Vandeweerd, J.M., 2016. Diagnostic accuracy of refractometry for assessing bovine colostrum quality: A systematic review and meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 99, 7381–7394. <https://doi.org/10.3168/jds.2016->

- Campbell, J.M., Russell, L.E., Crenshaw, J.D., Weaver, E.M., Godden, S., Quigley, J.D., Coverdale, J., Tyler, H., 2007. Impact of irradiation and immunoglobulin G concentration on absorption of protein and immunoglobulin G in calves fed colostrum replacer. *J. Dairy Sci.* 90, 5726–5731. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0151>
- Carson, A.F., Dawson, L.E.R., McCoy, M.A., Kilpatrick, D.J., Gordon, F.J., 2002. Effects of rearing regime on body size, reproductive performance and milk production during the first lactation in high genetic merit dairy herd replacements. *Anim. Sci.* 74, 553–565. <https://doi.org/10.1017/S1357729800052711>
- Catoia, J., Bianchi, P.K.F.C., Bruno, C.E.M., Carniatto, C.H.O., Leandro, R.M., Poscai, A.N., de Lima, A.R., Kfoury, J.R., 2016. Imunofenotipagem dos linfócitos positivos para indoleamina 2,3 dioxigenase (IDO) em cultura de células de placenta bovina. *Pesqui. Vet. Bras.* 36, 345–350. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000400015>
- Cavirani, S., Taddei, S., Cabassi, C.S., Donofrio, G., Toni, F., Ghidini, F., Piancastelli, C., Schiano, E., Flammini, C.F., 2005. Deficit di IgG colostrali e di trasferimento di immunità passiva colostrale in allevamenti bovini da latte ad alta produzione. *Large Anim. Rev.* 11, 17–21.
- Chase, C.C.L., Hurley, D.J., Reber, A.J., 2008. Neonatal Immune Development in the Calf and Its Impact on Vaccine Response. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 24, 87–104. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.11.001>
- Cortese, V.S., 2009. Neonatal Immunology. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 25, 221–227. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.10.003>

- Costa, J.H.C., Hötzel, M.J., Longo, C., Balcão, L.F., 2013. A survey of management practices that influence production and welfare of dairy cattle on family farms in southern Brazil. *J. Dairy Sci.* 96, 307–317. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5906>
- Couto, A.T., 2003. Agricultura Familiar e Produção Leiteira: Análise do Setor Cooperativo Leiteiro da Região Norte de Portugal e do Setor Familiar Produtor de Leite no Sul do Brasil. *Bol. Goiano Geogr.* 23, 153–171.
- Cuttance, E.L., Mason, W.A., Laven, R.A., McDermott, J., Phyn, C.V.C., 2017. Prevalence and calf-level risk factors for failure of passive transfer in dairy calves in New Zealand. *N. Z. Vet. J.* 65, 297–304. <https://doi.org/10.1080/00480169.2017.1361876>
- Davidson, B.D., Dado-Senn, B., Ouellet, V., Dahl, G.E., Laporta, J., 2021. Effect of late-gestation heat stress in nulliparous heifers on postnatal growth, passive transfer of immunoglobulin G, and thermoregulation of their calves. *JDS Commun.* 2, 165–169. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2020-0069>
- De Passillé, A.M., Borderas, T.F., Rushen, J., 2011. Weaning age of calves fed a high milk allowance by automated feeders: Effects on feed, water, and energy intake, behavioral signs of hunger, and weight gains. *J. Dairy Sci.* 94, 1401–1408. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3441>
- Deelen, S.M., Ollivett, T.L., Haines, D.M., Leslie, K.E., 2014. Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 97, 3838–3844. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7939>
- Denholm, K.S., Hunnam, J.C., Cuttance, E.L., McDougall, S., 2017. Associations between management practices and colostrum quality on

- New Zealand dairy farms. *N. Z. Vet. J.* 65, 257–263.
<https://doi.org/10.1080/00480169.2017.1342575>
- DeNise, S.K., Robison, J.D., Stott, G.H., Armstrong, D. V., 1989. Effects of Passive Immunity on Subsequent Production in Dairy Heifers. *J. Dairy Sci.* 72, 552–554. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79140-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79140-2)
- Dewell, R.D., Hungerford, L.L., Keen, J.E., Laegreid, W.W., Griffin, D.D., Rupp, G.P., Grotelueschen, D.M., 2006. Association of neonatal serum immunoglobulin G1 concentration with health and performance in beef calves. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 228, 914–921.
<https://doi.org/10.2460/javma.228.6.914>
- Doepel, L., Bartier, A., 2014. Colostrum Management and Related to Poor Calf Immunity. *WCDS Adv. Dairy Technol.* 26, 137–149.
- Donovan, G.A., Dohoo, I.R., Montgomery, D.M., Bennett, F.L., 1998. Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA. *Prev. Vet. Med.* 34, 31–46.
[https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(97\)00060-3](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(97)00060-3)
- dos Santos, G., Bittar, C.M.M., 2015. A survey of dairy calf management practices in some producing regions in Brazil. *Rev. Bras. Zootec.* 44, 361–370. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902015001000004>
- Eckert, E., Brown, H.E., Leslie, K.E., DeVries, T.J., Steele, M.A., 2015. Weaning age affects growth, feed intake, gastrointestinal development, and behavior in Holstein calves fed an elevated plane of nutrition during the preweaning stage. *J. Dairy Sci.* 98, 6315–6326.
<https://doi.org/10.3168/jds.2014-9062>
- Elsohaby, I., McClure, J.T., Waite, L.A., Cameron, M., Heider, L.C., Keefe, G.P.,

2019. Using serum and plasma samples to assess failure of transfer of passive immunity in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 102, 567–577. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15070>
- Faber, S.N., Faber, N.E., McCauley, T.C., Ax, R.L., 2005. Case Study: Effects of Colostrum Ingestion on Lactational Performance. *Prof. Anim. Sci.* 21, 420–425.
- Fischer-Tlustos, A.J., Hertogs, K., van Niekerk, J.K., Nagorske, M., Haines, D.M., Steele, M.A., 2020. Oligosaccharide concentrations in colostrum, transition milk, and mature milk of primi- and multiparous Holstein cows during the first week of lactation. *J. Dairy Sci.* 103, 3683–3695. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17357>
- Fischer, A.J., Song, Y., He, Z., Haines, D.M., Guan, L.L., Steele, M.A., 2018. Effect of delaying colostrum feeding on passive transfer and intestinal bacterial colonization in neonatal male Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 101, 3099–3109. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13397>
- Fleenor, W.A., Stott, G.H., 1980. Hydrometer Test for Estimation of Immunoglobulin Concentration in Bovine Colostrum. *J. Dairy Sci.* 63, 973–977. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83034-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83034-7)
- Freetly, H.C., Vonnahme, K.A., McNeel, A.K., Camacho, L.E., Amundson, O.L., Forbes, E.D., Lents, C.A., Cushman, R.A., 2014. The consequence of level of nutrition on heifer ovarian and mammary development. *J. Anim. Sci.* 92, 5437–5443. <https://doi.org/10.2527/jas2014-8086>
- Fruscalso, V., Antillón, G.O., Hötzel, M.J., 2017. Smallholder family farmers' perceptions, attitudes and choices regarding husbandry practices that influence performance and welfare of lactating dairy calves. *Ciência Rural*

47, 1–7. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170184>

Fruscalso, V., Olmos, G., Hötzel, M.J., 2020. Dairy calves' mortality survey and associated management practices in smallholding, pasture-based herds in southern Brazil. *Prev. Vet. Med.* 175, 104835. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104835>

Furman-Fratczak, K., Rzasa, A., Stefaniak, T., 2011. The influence of colostral immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth. *J. Dairy Sci.* 94, 5536–5543. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3253>

Ghaffari, M.H., Kertz, A.F., 2021. REVIEW: Effects of different forms of calf starters on feed intake and growth rate: A systematic review and Bayesian meta-analysis of studies from 1938 to 2021. *Appl. Anim. Sci.* 37, 273–293. <https://doi.org/10.15232/aas.2021-02150>

Godden, S., 2008a. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 24, 19–39. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.005>

Godden, S., 2008b. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 24, 19–39. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.005>

Godden, S.M., Haines, D.M., Hagman, D., 2009. Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. I: Dose effect of feeding a commercial colostrum replacer. *J. Dairy Sci.* 92, 1750–1757. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1846>

Godden, S.M., Lombard, J.E., Woolums, A.R., 2019. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 35, 535–556. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>

- Godden, S.M., Smith, S., Feirtag, J.M., Green, L.R., Wells, S.J., Fetrow, J.P., 2003. Effect of on-farm commercial batch pasteurization of colostrum on colostrum and serum immunoglobulin concentrations in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 86, 1503–1512. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73736-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73736-9)
- Godden, S.M., Smolenski, D.J., Donahue, M., Oakes, J.M., Bey, R., Wells, S., Sreevatsan, S., Stabel, J., Fetrow, J., 2012. Heat-treated colostrum and reduced morbidity in preweaned dairy calves: Results of a randomized trial and examination of mechanisms of effectiveness. *J. Dairy Sci.* 95, 4029–4040. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5275>
- Gulliksen, S.M., Lie, K.I., Østerås, O., 2009. Calf health monitoring in Norwegian dairy herds. *J. Dairy Sci.* 92, 1660–1669. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1518>
- Hammon, H.M., Liermann, W., Frieten, D., Koch, C., 2020. Review: Importance of colostrum supply and milk feeding intensity on gastrointestinal and systemic development in calves. *Animal* 14, S133–S143. <https://doi.org/10.1017/S1751731119003148>
- Hang, B.P.T., Wredle, E., Dicksved, J., 2021. Analysis of the developing gut microbiota in young dairy calves—impact of colostrum microbiota and gut disturbances. *Trop. Anim. Health Prod.* 53. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02535-9>
- Heinrichs, A.J., Heinrichs, B.S., 2011. A prospective study of calf factors affecting first-lactation and lifetime milk production and age of cows when removed from the herd¹. *J. Dairy Sci.* 94, 336–341. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3170>

- Heinrichs, A.J., Losinger, W.C., 1998. Growth of Holstein Dairy Heifers in the United States. *J. Anim. Sci.* 76, 1254–1260. <https://doi.org/10.2527/1998.7651254x>
- Hermansen, J.E., Kristensen, T., 2011. Management options to reduce the carbon footprint of livestock products. *Anim. Front.* 1, 33–39. <https://doi.org/10.2527/af.2011-0008>
- Hoffman, P.C., 1997. Optimum Body Size of Holstein Replacement Heifers. *J. Anim. Sci.* 75, 836–845. <https://doi.org/10.2527/1997.753836x>
- Hötzel, M.J., Longo, C., Balcão, L.F., Cardoso, C.S., Costa, J.H.C., 2014. A survey of management practices that influence performance and welfare of dairy calves reared in southern Brazil. *PLoS One* 9, 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114995>
- James, R.E., Polan, C.E., Cummins, K.A., 1981. Influence of Administered Indigenous Microorganisms on Uptake of [Iodine-125] γ -Globulin In Vivo by Intestinal Segments of Neonatal Calves. *J. Dairy Sci.* 64, 52–61. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(81\)82528-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(81)82528-3)
- Jansen, J., Steuten, C.D.M., Renes, R.J., Aarts, N., Lam, T.J.G.M., 2010. Debunking the myth of the hard-to-reach farmer: Effective communication on udder health. *J. Dairy Sci.* 93, 1296–1306. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2794>
- Jasper, J., Weary, D.M., 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *J. Dairy Sci.* 85, 3054–3058. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74391-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74391-9)
- Jaster, E.H., 2005. Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin G1 absorption in Jersey calves. *J. Dairy Sci.*

- 88, 296–302. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72687-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72687-4)
- Kampen, A.H., Olsen, I., Tollersrud, T., Storset, A.K., Lund, A., 2006. Lymphocyte subpopulations and neutrophil function in calves during the first 6 months of life. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 113, 53–63. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2006.04.001>
- Kayano, M., Kadohira, M., Stevenson, M.A., 2016. Risk factors for stillbirths and mortality during the first 24 h of life on dairy farms in Hokkaido, Japan 2005-2009. *Prev. Vet. Med.* 127, 50–55. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.03.012>
- Kertz, A.F., Hill, T.M., Quigley, J.D., Heinrichs, A.J., Linn, J.G., Drackley, J.K., 2017. A 100-Year Review: Calf nutrition and management. *J. Dairy Sci.* 100, 10151–10172. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13062>
- Khan, M.A., Weary, D.M., Von Keyserlingk, M.A.G., 2011. Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 94, 1071–1081. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3733>
- Klein-Jöbstl, D., Quijada, N.M., Dzieciol, M., Feldbacher, B., Wagner, M., Drillich, M., Schmitz-Esser, S., Mann, E., 2019. Microbiota of newborn calves and their mothers reveals possible transfer routes for newborn calves' gastrointestinal microbiota. *PLoS One* 14, 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220554>
- Le Cozler, Y., Lollivier, V., Lacasse, P., Disenhaus, C., 2008. Rearing strategy and optimizing first-calving targets in dairy heifers: A review. *Animal* 2, 1393–1404. <https://doi.org/10.1017/S1751731108002498>
- Lima, S.F., Teixeira, A.G.V., Lima, F.S., Ganda, E.K., Higgins, C.H.,

- Oikonomou, G., Bicalho, R.C., 2017. The bovine colostrum microbiome and its association with clinical mastitis. *J. Dairy Sci.* 100, 3031–3042. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11604>
- Lombard, J., Urie, N., Garry, F., Godden, S., Quigley, J., Earleywine, T., McGuirk, S., Moore, D., Branan, M., Chamorro, M., Smith, G., Shivley, C., Catherman, D., Haines, D., Heinrichs, A.J., James, R., Maas, J., Sterner, K., 2020. Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. *J. Dairy Sci.* 103, 7611–7624. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955>
- Lopez, A.J., Heinrichs, A.J., 2022. Invited review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf. *J. Dairy Sci.* 105, 2733–2749. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20114>
- Lopez, A.J., Steele, M.A., Nagorske, M., Sargent, R., Renaud, D.L., 2021. Hot topic: Accuracy of refractometry as an indirect method to measure failed transfer of passive immunity in dairy calves fed colostrum replacer and maternal colostrum. *J. Dairy Sci.* 104, 2032–2039. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18947>
- Lopez, J.W., Allen, S.D., Mitchell, J., Quinn, M., 1988. Rotavirus and Cryptosporidium Shedding in Dairy Calf Feces and Its Relationship to Colostrum Immune Transfer. *J. Dairy Sci.* 71, 1288–1294. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79685-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79685-X)
- Lora, I., Barberio, A., Contiero, B., Paparella, P., Bonfanti, L., Brscic, M., Stefani, A.L., Gottardo, F., 2017. Factors associated with passive immunity transfer in dairy calves: Combined effect of delivery time, amount and quality of the first colostrum meal. *Animal* 12, 1041–1049.

<https://doi.org/10.1017/S1751731117002579>

- Lora, I., Gottardo, F., Contiero, B., Dall'Avà, B., Bonfanti, L., Stefani, A., Barberio, A., 2018. Association between passive immunity and health status of dairy calves under 30 days of age. *Prev. Vet. Med.* 152, 12–15. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.01.009>
- Lorenz, I., Earley, B., Gilmore, J., Hogan, I., Kennedy, E., More, S.J., 2011. Calf health from birth to weaning. III. Housing and management of calf pneumonia. *Ir. Vet. J.* 64, 1–6. <https://doi.org/10.1186/2046-0481-64-14>
- Mahendran, S.A., Wathes, D.C., Booth, R.E., Blackie, N., 2022. A survey of calf management practices and farmer perceptions of calf housing in UK dairy herds. *J. Dairy Sci.* 105, 409–423. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20638>
- Malmuthuge, N., Chen, Y., Liang, G., Goonewardene, L.A., Guan, L.L., 2015. Heat-treated colostrum feeding promotes beneficial bacteria colonization in the small intestine of neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 98, 8044–8053. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9607>
- Martín, M.J., Martín-Sosa, S., Hueso, P., 2002. Binding of milk oligosaccharides by several enterotoxigenic *Escherichia coli* strains isolated from calves. *Glycoconj. J.* 19, 5–11. <https://doi.org/10.1023/A:1022572628891>
- Maunsell, F., Donovan, G.A., 2008. Biosecurity and Risk Management for Dairy Replacements. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 24, 155–190. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.007>
- McGrath, B.A., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Kelly, A.L., 2016. Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Sci. Technol.* 96, 133–158. <https://doi.org/10.1007/s13594-015-0258-x>
- McGuirk, S.M., Collins, M., 2004. Managing the production, storage, and

- delivery of colostrum. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 20, 593–603. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.005>
- Monteiro, A.P.A., Tao, S., Thompson, I.M., Dahl, G.E., 2014. Effect of heat stress during late gestation on immune function and growth performance of calves: Isolation of altered colostrum and calf factors. *J. Dairy Sci.* 97, 6426–6439. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7891>
- Monteiro, A.P.A., Tao, S., Thompson, I.M.T., Dahl, G.E., 2016. In utero heat stress decreases calf survival and performance through the first lactation. *J. Dairy Sci.* 99, 8443–8450. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11072>
- Morin, M.P., Dubuc, J., Freycon, P., Buczinski, S., 2021a. A calf-level study on colostrum management practices associated with adequate transfer of passive immunity in Québec dairy herds. *J. Dairy Sci.* 104, 4904–4913. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19475>
- Morin, M.P., Dubuc, J., Freycon, P., Buczinski, S., 2021b. A herd-level study on colostrum management factors associated with the prevalence of adequate transfer of passive immunity in Québec dairy herds. *J. Dairy Sci.* 104, 4914–4922. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19476>
- Morrill, K.M., 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.* 95, 3997–4005. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5174>
- Morrill, K.M., Robertson, K.E., Spring, M.M., Robinson, A.L., Tyler, H.D., 2015. Validating a refractometer to evaluate immunoglobulin G concentration in Jersey colostrum and the effect of multiple freeze-thaw cycles on evaluating colostrum quality. *J. Dairy Sci.* 98, 595–601.

<https://doi.org/10.3168/jds.2014-8730>

Moya, S., Chan, K.W.R., Hinchliffe, S., Buller, H., Espluga, J., Benavides, B., Diéguez, F.J., Yus, E., Ciaravino, G., Casal, J., Tirado, F., Allepuz, A., 2021. Influence on the implementation of biosecurity measures in dairy cattle farms: Communication between veterinarians and dairy farmers. *Prev. Vet. Med.* 190, 105329.

<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105329>

Murray, C.F., Fick, L.J., Pajor, E.A., Barkema, H.W., Jelinski, M.D., Windeyer, M.C., 2015. Calf management practices and associations with herd-level morbidity and mortality on beef cow-calf operations. *Animal* 10, 468–477.

<https://doi.org/10.1017/S1751731115002062>

Murray, C.F., Leslie, K.E., 2013. Newborn calf vitality: Risk factors, characteristics, assessment, resulting outcomes and strategies for improvement. *Vet. J.* 198, 322–328.

<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.06.007>

Neto, R.M., Faroni, C.E., Pauletti, P., Bessi, R., 2004. Levantamento do manejo de bovinos leiteiros recém-nascidos: Desempenho e aquisição de proteção passiva. *Rev. Bras. Zootec.* 33, 2323–2329. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982004000900019>

Ollhoff, R.D., Rogalsky, A.D., Grebogi, A.M., Almeida, R. De, Ostrensky, A., Souza, F.P. de, 2008. Causas De Descarte E Óbito De Bovinos Leiteiros Entre 2000-2006 Em Um Rebanho De Alta Produção. *Rev. Acadêmica Ciência Anim.* 6, 381–387.

<https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v6i3.10616>

Ouellet, V., Laporta, J., Dahl, G.E., 2020. Late gestation heat stress in dairy

- cows: Effects on dam and daughter. *Theriogenology* 150, 471–479.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.03.011>
- Peter, A.T., 2013. Bovine placenta: A review on morphology, components, and defects from terminology and clinical perspectives. *Theriogenology* 80, 693–705. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.06.004>
- Purup, S., Sejrsen, K., Foldager, J., Akers, R.M., 1993. Effect of exogenous bovine growth hormone and ovariectomy on prepubertal mammary growth, serum hormones and acute in-vitro proliferative response of mammary explants from Holstein heifers. *J. Endocrinol.* 139, 19–26.
<https://doi.org/10.1677/joe.0.1390019>
- Quigley, J.D., Drewry, J.J., 1998. Nutrient and Immunity Transfer from Cow to Calf Pre- and Postcalving. *J. Dairy Sci.* 81, 2779–2790.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75836-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75836-9)
- Quigley, J.D., Lago, A., Chapman, C., Erickson, P., Polo, J., 2013. Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. *J. Dairy Sci.* 96, 1148–1155.
<https://doi.org/10.3168/jds.2012-5823>
- Raboisson, D., Delor, F., Cahuzac, E., Gendre, C., Sans, P., Allaire, G., 2013. Perinatal, neonatal, and rearing period mortality of dairy calves and replacement heifers in France. *J. Dairy Sci.* 96, 2913–2924.
<https://doi.org/10.3168/jds.2012-6010>
- Raboisson, D., Trillat, P., Cahuzac, C., 2016a. Failure of passive immune transfer in calves: A meta-analysis on the consequences and assessment of the economic impact. *PLoS One* 11, 1–19.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150452>

- Raboisson, D., Trillat, P., Cahuzac, C., 2016b. Failure of Passive Immune Transfer in Calves: A Meta-Analysis on the Consequences and Assessment of the Economic Impact. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150452>
- Raboisson, D., Trillat, P., Cahuzac, C., 2016c. Failure of passive immune transfer in calves: A meta-analysis on the consequences and assessment of the economic impact. *PLoS One* 11, 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150452>
- Salmon, H., 1999. The mammary gland and neonate mucosal immunity. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 72, 143–155. [https://doi.org/10.1016/S0165-2427\(99\)00127-0](https://doi.org/10.1016/S0165-2427(99)00127-0)
- Santman-Berends, I.M.G.A., Nijhoving, G.H., van Wuijckhuise, L., Muskens, J., Bos, I., van Schaik, G., 2021. Evaluation of the association between the introduction of data-driven tools to support calf rearing and reduced calf mortality in dairy herds in the Netherlands. *Prev. Vet. Med.* 191, 105344. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105344>
- Schild, C.O., Caffarena, R.D., Gil, A., Sánchez, J., Riet-Correa, F., Giannitti, F., 2020. A survey of management practices that influence calf welfare and an estimation of the annual calf mortality risk in pastured dairy herds in Uruguay. *J. Dairy Sci.* 103, 9418–9429. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18177>
- Sejrsen, K., Huber, J.T., Tucker, H.A., Akers, R.M., 1982. Influence of Nutrition on Mammary Development in Pre- and Postpubertal Heifers. *J. Dairy Sci.* 65, 793–800. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82268-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82268-6)
- Seyed Almoosavi, S.M.M., Ghoorchi, T., Naserian, A.A., Khanaki, H., Drackley,

- J.K., Ghaffari, M.H., 2021. Effects of late-gestation heat stress independent of reduced feed intake on colostrum, metabolism at calving, and milk yield in early lactation of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 104, 1744–1758. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19115>
- Shivley, C.B., Lombard, J.E., Urie, N.J., Haines, D.M., Sargent, R., Kopral, C.A., Earleywine, T.J., Olson, J.D., Garry, F.B., 2018a. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part II. Factors associated with colostrum quality and passive transfer status of dairy heifer calves. *J. Dairy Sci.* 101, 9185–9198. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14008>
- Shivley, C.B., Lombard, J.E., Urie, N.J., Kopral, C.A., Santin, M., Earleywine, T.J., Olson, J.D., Garry, F.B., 2018b. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part VI. Factors associated with average daily gain in preweaned dairy heifer calves. *J. Dairy Sci.* 101, 9245–9258. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14022>
- Silper, B.F., Coelho, S.G., Reis, R.B., Saturnino, H.M., 2012. em animais mestiços Holandês Zebu 281–285.
- Silva-del-Río, N., Rolle, D., García-Muñoz, A., Rodríguez-Jiménez, S., Valdecabres, A., Lago, A., Pandey, P., 2017. Colostrum immunoglobulin G concentration of multiparous Jersey cows at first and second milking is associated with parity, colostrum yield, and time of first milking, and can be estimated with Brix refractometry. *J. Dairy Sci.* 100, 5774–5781. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12394>
- Sinha, Y.N., Tucker, H.A., 1969. Mammary Development and Pituitary Prolactin Level of Heifers from Birth through Puberty and during the Estrous Cycle. *J. Dairy Sci.* 52, 507–512. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(69\)86595-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(69)86595-1)

- Sinnott, A.M., Kennedy, E., Bokkers, E.A.M., 2021. The effects of manual and automated milk feeding methods on group-housed calf health, behaviour, growth and labour. *Livest. Sci.* 244, 104343. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104343>
- Song, Y., Li, F., Fischer-Tlustos, A.J., Neves, A.L.A., He, Z., Steele, M.A., Guan, L.L., 2021. Metagenomic analysis revealed the individualized shift in ileal microbiome of neonatal calves in response to delaying the first colostrum feeding. *J. Dairy Sci.* 104, 8783–8797. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20068>
- Stanton, A.L., Kelton, D.F., LeBlanc, S.J., Millman, S.T., Wormuth, J., Dingwell, R.T., Leslie, K.E., 2010. The effect of treatment with long-acting antibiotic at postweaning movement on respiratory disease and on growth in commercial dairy calves. *J. Dairy Sci.* 93, 574–581. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2414>
- Stanton, A.L., Kelton, D.F., LeBlanc, S.J., Wormuth, J., Leslie, K.E., 2012. The effect of respiratory disease and a preventative antibiotic treatment on growth, survival, age at first calving, and milk production of dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 95, 4950–4960. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5067>
- Sweeney, B.C., Rushen, J., Weary, D.M., de Passillé, A.M., 2010. Duration of weaning, starter intake, and weight gain of dairy calves fed large amounts of milk. *J. Dairy Sci.* 93, 148–152. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2427>
- Tao, S., Dahl, G.E., 2013. Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *J. Dairy Sci.* 96, 4079–4093. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6278>
- Tao, S., Monteiro, A.P.A., Thompson, I.M., Hayen, M.J., Dahl, G.E., 2012.

- Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 95, 7128–7136. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5697>
- Thies, V.F., Schneider, E.P., Matte, A., 2023. Trajetórias familiares na pecuária leiteira no sul do Brasil: entre a especialização e o fim da atividade. *Rev. Econ. e Sociol. Rural* 61, 1–21. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.265911>
- Todd, C.G., McGee, M., Tiernan, K., Crosson, P., O’Riordan, E., McClure, J., Lorenz, I., Earley, B., 2018. An observational study on passive immunity in Irish suckler beef and dairy calves: Tests for failure of passive transfer of immunity and associations with health and performance. *Prev. Vet. Med.* 159, 182–195. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.07.014>
- Toscano, M., Grandi, R. De, Grossi, E., Drago, L., 2017. Role of the human breast milk-associated microbiota on the newborns’ immune system: A mini review. *Front. Microbiol.* 8, 1–5. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02100>
- Tozer, P.R., Heinrichs, A.J., 2001. What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A multiple-component analysis. *J. Dairy Sci.* 84, 1836–1844. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74623-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74623-1)
- Trotz-Williams, L.A., Leslie, K.E., Peregrine, A.S., 2008. Passive immunity in Ontario dairy calves and investigation of its association with calf management practices. *J. Dairy Sci.* 91, 3840–3849. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0898>
- Tyler, J.W., Hancock, D.D., Thorne, J.G., Gay, C.C., Gay, J.M., 1999. Partitioning the mortality risk associated with inadequate passive transfer of colostral immunoglobulins in dairy calves. *J. Vet. Intern. Med.* 13, 335–337.

<https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1999.tb02191.x>

Urie, N.J., Lombard, J.E., Shivley, C.B., Koprak, C.A., Adams, A.E., Earleywine, T.J., Olson, J.D., Garry, F.B., 2018a. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. *J. Dairy Sci.* 101, 9229–9244. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14019>

Urie, N.J., Lombard, J.E., Shivley, C.B., Koprak, C.A., Adams, A.E., Earleywine, T.J., Olson, J.D., Garry, F.B., 2018b. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part I. Descriptive characteristics of preweaned heifer raising practices. *J. Dairy Sci.* 101, 9168–9184. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14010>

Van Amburgh, M.E., Galton, D.M., Bauman, D.E., Everett, R.W., Fox, D.G., Chase, L.E., Erb, H.N., 1998. Effects of Three Prepubertal Body Growth Rates on Performance of Holstein Heifers during First Lactation. *J. Dairy Sci.* 81, 527–538. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75604-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75604-8)

Van Amburgh, M.E., Soberon, F., Meyer, M.J., Molano, R.A., 2019. Symposium review: Integration of postweaning nutrient requirements and supply with composition of growth and mammary development in modern dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 102, 3692–3705. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15270>

Van Hese, I., Goossens, K., Ampe, B., Haegeman, A., Opsomer, G., 2022. Exploring the microbial composition of Holstein Friesian and Belgian Blue colostrum in relation to the transfer of passive immunity. *J. Dairy Sci.* 105, 7623–7641. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-21799>

Vasseur, E., Borderas, F., Cue, R.I., Lefebvre, D., Pellerin, D., Rushen, J., Wade, K.M., de Passillé, A.M., 2010. A survey of dairy calf management

- practices in Canada that affect animal welfare. *J. Dairy Sci.* 93, 1307–1316.
<https://doi.org/10.3168/jds.2009-2429>
- Vasseur, E., Rushen, J., de Passillé, A.M., 2009. Does a calf's motivation to ingest colostrum depend on time since birth, calf vigor, or provision of heat? *J. Dairy Sci.* 92, 3915–3921. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1823>
- Ventura, B.A., Von Keyserlingk, M.A.G., Wittman, H., Weary, D.M., 2016. What difference does a visit make? Changes in animal welfare perceptions after interested citizens tour a dairy farm. *PLoS One* 11, 1–18.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154733>
- Vogels, Z., Chuck, G., Morton, J., 2013. Failure of transfer of passive immunity and agammaglobulinaemia in calves in south-west Victorian dairy herds: Prevalence and risk factors. *Aust. Vet. J.* 91, 150–158.
<https://doi.org/10.1111/avj.12025>
- Waldner, C.L., Leigh, B.R., 2009. Factors associated with serum immunoglobulin levels in beef calves from Alberta and Saskatchewan and association between passive transfer and health outcomes. *Can. Vet. J.* 50, 275–281.
- Walker, W.A., Iyengar, R.S., 2015. Breast milk, microbiota, and intestinal immune homeostasis. *Pediatr. Res.* 77, 220–228.
<https://doi.org/10.1038/pr.2014.160>
- Wallace, M.M., Jarvie, B.D., Perkins, N.R., Leslie, K.E., 2006. A comparison of serum harvesting methods and type of refractometer for determining total solids to estimate failure of passive transfer in calves. *Can. Vet. J.* 47, 573–575.
- Wathes, D.C., Brickell, J.S., Bourne, N.E., Swali, A., Cheng, Z., 2008. Factors

- influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. *Animal* 2, 1135–1143. <https://doi.org/10.1017/S1751731108002322>
- Weaver, D.M., Tyler, J.W., VanMetre, D.C., Hostetler, D.E., Barrington, G.M., 2000a. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *J. Vet. Intern. Med.* 14, 569–577. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x>
- Weaver, D.M., Tyler, J.W., VanMetre, D.C., Hostetler, D.E., Barrington, G.M., 2000b. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *J. Vet. Intern. Med.* 14, 569–577. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x>
- Weiller, M.A.A., Moreira, D.A., Bragança, L.F., Farias, L.B., Lopes, M.G., Bruhn, F.R.P., Brauner, C.C., Schmitt, E., Corrêa, M.N., Rabassa, V.R., Del Pino, F.A.B., 2020. The occurrence of diseases and their relationship with passive immune transfer in Holstein dairy calves submitted to individual management in southern Brazil. *Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec.* 72, 1075–1084. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11482>
- Wells, S.J., Dargatz, D.A., Ott, S.L., 1996. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. *Prev. Vet. Med.* 29, 9–19. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(96\)01061-6](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(96)01061-6)
- Williams, D.R., Pithua, P., Garcia, A., Champagne, J., Haines, D.M., Aly, S.S., 2014. Effect of three colostrum diets on passive transfer of immunity and preweaning health in calves on a California dairy following colostrum management training. *Vet. Med. Int.* 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/698741>
- Wilm, J., Costa, J.H.C., Neave, H.W., Weary, D.M., von Keyserlingk, M.A.G.,

2018. Technical note: Serum total protein and immunoglobulin G concentrations in neonatal dairy calves over the first 10 days of age. *J. Dairy Sci.* 101, 6430–6436. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13553>
- Windeyer, M.C., Leslie, K.E., Godden, S.M., Hodgins, D.C., Lissemore, K.D., LeBlanc, S.J., 2014. Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. *Prev. Vet. Med.* 113, 231–240. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.10.019>
- Yeoman, C.J., Ishaq, S.L., Bichi, E., Olivo, S.K., Lowe, J., Aldridge, B.M., 2018. Biogeographical Differences in the Influence of Maternal Microbial Sources on the Early Successional Development of the Bovine Neonatal Gastrointestinal tract. *Sci. Rep.* 8, 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21440-8>
- Zanton, G.I., Heinrichs, A.J., 2005. Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein Heifers on first-lactation production. *J. Dairy Sci.* 88, 3860–3867. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73071-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73071-X)

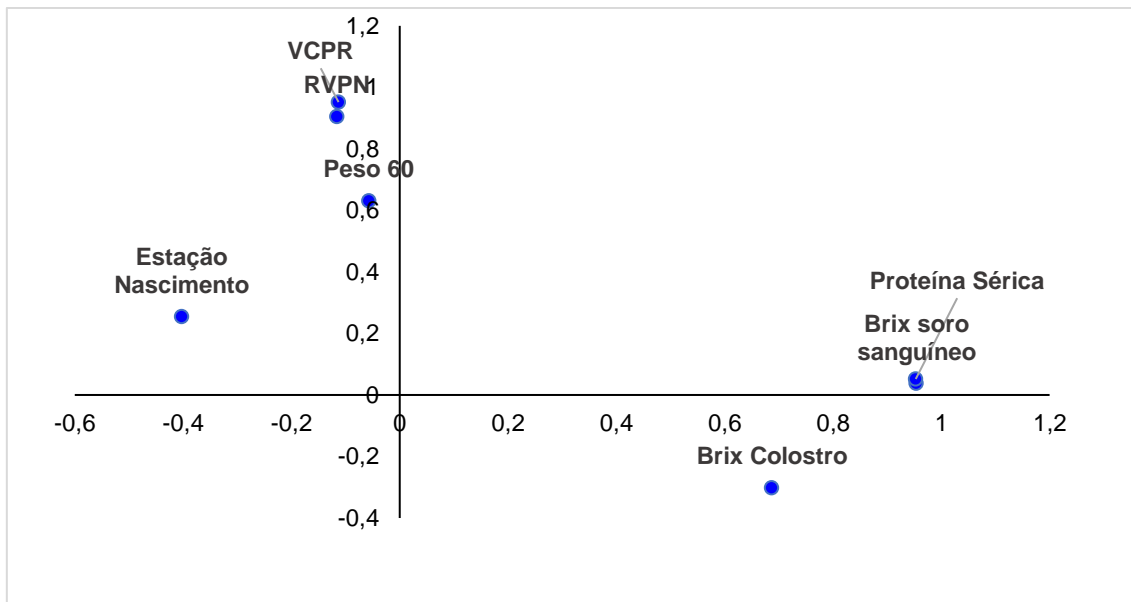


Figura 1 Plano ortogonal dos fatores principais (FP) 1 e 2 com a distribuição das variáveis originais relacionados à transferência de imunidade passiva: Estação de nascimento, Brix do colostro, Brix soro sanguíneo, Proteína sérica, Peso aos 60 dias de vida, VCPR (volume de colostro fornecido na primeira refeição) e RVPM (relação entre volume de colostro fornecido na primeira refeição e o peso ao nascer).

Tabela 1 Estatísticas descritivas de dados individuais de bezerros leiteiros da raça Holandês (n = 364) em um estudo sobre práticas de manejo de colostro para a primeira refeição de colostro e seu acompanhamento ponderal dos primeiros 60 dias de vida.

Variável		Frequência	%	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Proteína sérica g/dL				6.50	1.00	6.43	4.29	9.20
	Excelente (≥ 6.2)	67	57.26					
	Boa (5.8 – 6.1)	16	13.68					
	Regular (5.1 – 5.7)	28	23.93					
	Ruim (< 5.1)	6	5.13					
Volume de colostro				3.22	0.86	3.09	0.50	6.00
alimentado na primeira	≤ 2	58	16.02					
refeição (L)	De 2,1 a 3	122	33.70					
	De 3,1 a 4	136	37.57					
	$\geq 4,1$	46	12.71					
Brix do colostro (% Brix)				26.16	3.95	25.40	13.00	33.30
	≤ 22	24	14.20					
	> 22	145	85.80					
Colostrômetro	-	122	33.52	97.01	11.00	100.00	70.00	130.00
Brix do soro sanguíneo				9.59	1.41	9.60	4.20	13.60
(% Brix)	Excelente ($\geq 9,4$)	205	56.60					

	Boa (8,9 – 9,3)	42	11.60								
	Regular (8,1 – 8,8)	62	17.10								
	Ruim (< 8,1)	53	14.60								
Peso ao Nascimento (kg)				36.72	6.75	38.00	19.50	54.40			
	≤ 35	138	37.90								
	De 36 a 40	118	32.40								
	De 41 a 45	79	21.70								
	≥ 46	29	8.00								
Peso aos 30 dias (kg)				-	357	98.08	50.89	10.23	49.50	26.40	77.00
Peso aos 60 dias (kg)				-	340	93.41	71.23	14.83	71.55	36.50	107.00
Ganho de peso até os 30 dias (kg)				< 0.50	206	56.59					
				≥ 0.50	158	43.41					
Ganho de peso até os 60 dias (kg)				< 0.75	235	64.56					
				≥ 0.75	129	35.44					
RVPN (%)				< 10	194	53.59					
				≥ 10	168	46.41					

RVPN = relação entre volume de colostro fornecido na primeira refeição e o peso ao nascer.

Tabela 2 Análise de variância das variáveis de desenvolvimento ponderal, qualidade do colostro e sangue.

Variável	Qualidade de colostro			Origem do dado			Estação do ano					Sexo			VCPR		RVPN				
	Alto	Baixo	P > F	SP	RS	P > F	O	I	P	V	P > F	F	M	P > F	< 3 L	≥ 3 L	P > F	< 10%	≥ 10%	P > F	
Peso ₃₀ (kg)	54.01c	51.14d	0.0868	46.98b	58.17a	<0.0001	51.90	52.06	52.57	53.77	0.2174	52.62	52.53	0.917	51.79d	53.36 c	0.0685	51.52b	53.63a	0.0337	
GMD ₃₀ (kg/d)	0.57c	0.47d	0.0866	0.33b	0.71a	<0.0001	0.50	0.50	0.52	0.56	0.2162	0.52	0.52	0.918	0.49d	0.55c	0.0688	0.49b	0.56a	0.0335	
Peso ₆₀ (kg)	75.46	74.72	0.7995	67.47b	82.71a	<0.0001	73.71	75.69	73.81	77.15	0.1401	76.03	74.15	0.212	75.06	75.12	0.9658	72.72b	77.46a	0.0050	
GMD ₆₀ (kg/d)	0.71	0.79	0.1810	0.69b	0.81a	0.0161	0.73	0.77	0.71	0.78	0.2822	0.78c	0.72d	0.072	0.78c	0.72d	0.0730	0.70b	0.79a	0.0122	
Brix Sangue (%)	9.73a	8.68b	0.0065	9.05	9.36	0.2268	9.01	9.08	9.43	9.31	0.3994	-	-	-	8.92b	9.50a	0.0019	8.88b	9.54a	0.0017	
Proteína Sérica (g/dl)	6.64a	5.90b	0.0197	6.21	6.34	0.7391	6.31	6.21	6.72	5.86	0.3116	-	-	-	6.34	6.20	0.5112	6.12	6.43	0.4369	
Brix Colostro (%)	-	-	-	26.09a	23.54b	0.0004	25.37 c	25.52 c	22.52 d	25.84 c	0.0568	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

VCPR = volume de colostro fornecido na primeira refeição; RVPN = relação entre volume de colostro fornecido na primeira refeição e o peso ao nascer; L = litros; SP = São Paulo; RS = Rio Grande do Sul; O = outono; I = inverno; P = primavera; V = verão; F = fêmea; M = macho; GMD = ganho médio diário.

($P < 0.05$) = letras a e b.

($0.05 < P < 0.10$) = letras c e d.

Tabela 3 Valores de probabilidade e médias da interação entre a “origem do dado” e a estação de nascimento sobre o Brix do colostro.

Origem	Brix do Colostro			
	Estação do ano			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
São Paulo	25,25	24,00	29,84	25,26
Rio Grande do Sul	25,79	21,04	21,84	25,48
<i>p</i> -valor	0,6236	0,1713	<0.0001	0,9950

BC = Brix de colostro.

Tabela 4 Coeficientes de Correlação de Spearman entre as variáveis de bezerros durante o aleitamento.

Variável	Brix do Colostro	Colostrômetro	VCPR	RVPN	Brix do sangue	Proteína sérica	Peso ao nascimento
Brix do sangue	0.41*	-0.27*	0.22*	0.33*	1	0.95*	-0.29*
Proteína sérica	0.50*	0.28	-0.00	0.06	0.95*	1	0.02
Peso aos 30 dias	-0.14*	0.25*	0.05	-0.42*	-0.18*	-0.12	0.74*
Peso aos 60 dias	-0.12**	0.19*	-0.01	-0.39*	-0.15*	-0.15	0.62*
GMD até os 30 dias	-0.27*	0.10	0.07	0.04	0.03	-0.13	0.05
GMD até os 60 dias	0.01	0.07	-0.05	-0.15*	0.02	-0.13	0.19*

VCPR = volume de colostro fornecido na primeira refeição; RVPN = relação entre volume de colostro fornecido na primeira refeição e o peso ao nascer;

*($P < 0.05$) **($0.05 < P < 0.10$).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contribuição do presente estudo foi avaliar os efeitos das práticas de colostragem de bezerras leiteiras e características das vacas e das fazendas sobre a transferência de imunidade passiva, morbidade e o seu desenvolvimento corporal até os 90 dias de idade. Também traçou o perfil das práticas de manejo associadas a transferência de imunidade passiva (TIP) e ao desenvolvimento corporal de bezerras em propriedades leiteiras do Sul do Brasil.

Os dados dos questionários mostram que as pequenas e médias propriedades rurais que criam bovinos leiteiros na região Sul do Brasil, necessitam de extensão rural qualificada e atuante. O que demonstra o importante o papel da extensão rural nas pequenas e médias propriedades rurais, para auxiliarem os criadores a manejar mais eficientemente os animais, assim obtendo maior eficiência na sua atividade. Uma vez que estas propriedades demonstraram não efetuarem um eficiente manejo com as bezerras, estas que são as vacas do futuro.

A avaliação dos efeitos de fatores relacionados ao ambiente, vacas e bezerros além de práticas de colostragem sobre a transferência de imunidade passiva e o desenvolvimento ponderal de bezerras leiteiras até os 90 dias de idade, demonstrou que o valor de Brix do colostro aumentou com a idade da vaca, mas foi reduzido pelo escore de condição corporal da vaca e nascimentos no verão. O valor de Brix do soro sanguíneo aumentou linearmente com o aumento do Brix do colostro.

A quantidade fornecida de colostro na primeira refeição foi correlacionada positivamente com os pesos corporais das bezerras aos 30, 60 e 90 dias de idade, mas o intervalo de tempo entre o nascimento e a 1ª ingestão de colostro exerceu efeito negativo sobre o peso aos 60 dias. Sendo assim, a restrição da quantidade de leite na primeira refeição de colostro e durante o aleitamento (período de aleitamento) pode ser um fator limitante no manejo das bezerras, prejudicando, respectivamente, a transferência de imunidade passiva e o desenvolvimento ponderal até 90 dias. Além de o nascimento durante o verão pode prejudicar a qualidade do colostro e a transferência de imunidade passiva.

Quando se avaliou dois bancos de dados, a relação entre volume de colostro fornecido na primeira refeição e o peso ao nascer igual ou maior que 10%, levou os bezerros a terem maiores peso e ganho de peso aos 60 dias de idade. Uma maior qualidade do colostro e o volume de colostro fornecido na primeira refeição levaram a um maior valor de Brix do soro sanguíneo. Uma maior concentração de proteína sérica foi afetada por uma maior qualidade do colostro.

Isso demonstra a real execução do que acontece no “dentro da porteira” das propriedades rurais do Sul do Brasil. Aqui quero destacar o quão é importante os criadores de bovinos leiteiros dar a atenção para estas fases de crescimento das bezerras, uma vez que elas são as vacas do futuro da propriedade.

REFERÊNCIAS

- ADDIS, M. F. *et al.* The bovine milk microbiota: insights and perspectives from -omics studies. **Molecular BioSystems**, Cambridge, v. 12, n. 8, p. 2359–2372, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/c6mb00217j>. Acesso em: 15 set. 2022.
- AHMED, B. M. S. *et al.* Maternal heat stress reduces body and organ growth in calves: relationship to immune status. **JDS Communications**, New York, v. 2, p. 295–299, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jdsc.2021-0098>. Acesso em: 8 set. 2022.
- AKERS, R. M.; ELLIS, S. E.; BERRY, S. D. Ovarian and IGF-I axis control of mammary development in prepubertal heifers. **Domestic Animal Endocrinology**, Stoneham, v. 29, p. 259–267, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2005.02.037>. Acesso em: 8 set. 2022.
- ANAND, G.; KODALI, R. Benchmarking the benchmarking models. **Benchmarking: An International Journal**, Bradford, v. 15, p. 257–291, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/14635770810876593>. Acesso em: 1º set. 2022.
- ARNETT, D. W.; HOLLAND, G. L.; TOTUSEK, R. Some effects of obesity in beef females. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 33, p. 1129–1136, 1971. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas1971.3351129x>. Acesso em: 6 set. 2022.
- ATKINSON, D. J.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; WEARY, D. M. Benchmarking passive transfer of immunity and growth in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, p. 3773–3782, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11800>. Acesso em: 15 set. 2022.
- AZEVEDO, R. A. *et al.* **Alta cria 2018**. Uberaba: Alta Genetics, 2018.
- BACH, A. Associations between several aspects of heifer development and dairy cow survivability to second lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, p. 1052–1057, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3633>. Acesso em: 8 mar. 2022.
- BACH, A.; AHEDO, J. Record keeping and economics of dairy heifers. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 24, p. 117–138, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.001>. Acesso em: 8 abr. 2022.
- BAMN - BOVINE ALLIANCE ON MANAGEMENT AND NUTRITION. **A guide to colostrum and colostrum management for dairy calves**. Washington, DC: Animal and Plant Health Inspection Service, 1998.

BARRINGTON, G. M.; PARISH, S. M. Bovine neonatal immunology. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 17, p. 463–476, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30001-3](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30001-3). Acesso em: 12 set. 2022.

BARTIER, A. L.; WINDEYER, M. C.; DOEPEL, L. Evaluation of on-farm tools for colostrums quality measurement. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, p. 8882-8888, 2015.

BAUMRUCKER, C. R. *et al.* Colostrogenesis: mass transfer of immunoglobulin G1 into colostrum. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 3031-3038, 2010.

BAUMRUCKER, C. R.; BRUCKMAIER, R. M. Colostrogenesis: IgG1 transcytosis mechanisms. **Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia**, New York, v. 19, p. 103–117, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10911-013-9313-5>. Acesso em: 8 jul. 2022.

BAZELEY, K. J. *et al.* Measuring the growth rate of UK dairy heifers to improve future productivity. **The Veterinary Journal**, London, v. 212, p. 9–14, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.10.043>. Acesso em: 10 set. 2021.

BEAM, A. L. *et al.* Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, p. 3973–3980, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2225>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BESSER, T. E.; SZENCI, O.; GAY, C. C. Decreased colostrum immunoglobulin absorption in calves with postnatal respiratory acidosis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Toronto, v. 196, p. 1239-1243, 1990.

BIELMANN, V. *et al.* Na evaluation of brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 3713-3721, 2010.

BORGHESI, J. *et al.* Immunoglobulin transport during gestation in domestic animals and humans - Review. **Open Journal of Animal Sciences**, Irvine, v. 4, p. 323–336, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/ojas.2014.45041>. Acesso em: 10 maio 2022.

BREEN, J. *et al.* Restoring the dairy herd: rearing youngstock and replacing cows. *In*: GREEN, M. R. (ed.). **Dairy herd health**. Boston: CABI, 2012. p. 35-72.

BRICKELL, J. S. *et al.* Effect of growth and development during the rearing period on the subsequent fertility of nulliparous Holstein-Friesian heifers. **Theriogenology**, New York, v. 72, p. 408–416, 2009a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.03.015>. Acesso em: 10 set. 2021.

BRICKELL, J. S. *et al.* Mortality in holstein-friesian calves and replacement heifers, in relation to body weight and IGF-I concentration, on 19 farms in England. **Animal**, Cambridge, v. 3, p. 1175–1182, 2009b. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S175173110900456X>. Acesso em: 10 out. 2022.

BRICKELL, J. S.; WATHES, D. C. A descriptive study of the survival of Holstein-Friesian heifers through to third calving on English dairy farms. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, p. 1831–1838, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3710>. Acesso em: 10 out. 2022.

BRÓLIO, M. P. *et al.* Morphological characterization of the progenitor blood cells in canine and feline umbilical cord. **Microscopy Research and Technique**, New York, v. 75, p. 766–770, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jemt.21123>. Acesso em: 10 nov. 2022.

CARSON, A. F. *et al.* Effects of rearing regime on body size, reproductive performance and milk production during the first lactation in high genetic merit dairy herd replacements. **Animal Science**, Cambridge, v. 74, p. 553–565, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1357729800052711>. Acesso em: 10 set. 2021.

CATOIA, J. *et al.* Imunofenotipagem dos linfócitos positivos para indoleamina 2,3 dioxigenase (IDO) em cultura de células de placenta bovina. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 36, p. 345–350, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000400015>. Acesso em: 10 set. 2022.

CAVIRANI, S. *et al.* Deficit di IgG colostrali e di trasferimento di immunità passiva colostrale in allevamenti bovini da latte ad alta produzione. **Large Animals Review**, Cremona, ano 2, n. 3, p. 17–21, 2005.

CHASE, C. C. L.; HURLEY, D. J.; REBER, A. J. Neonatal immune development in the calf and its impact on vaccine response. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 24, p. 87–104, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.11.001>. Acesso em: 15 maio 2022.

CONNELLY, B. M. D. P. *et al.* Effect of feeding colostrum at different volumes and subsequent number of transition milk feeds on the serum immunoglobulin G concentration and health status of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, p. 6991-7000, 2014.

CORTESE, V. S. Neonatal immunology. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 25, p. 221–227, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.10.003>. Acesso em: 10 jun. 2022.

DAVIDSON, B. D. *et al.* Effect of late-gestation heat stress in nulliparous heifers on postnatal growth, passive transfer of immunoglobulin G, and thermoregulation of their calves. **JDS Communications**, New York, v. 2, p.

165–169, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jdsc.2020-0069>. Acesso em: 10 jan. 2023

DAVIS, C. L.; DRACKLEY, J. K. **The development, nutrition and management of the young calf**. Ames: Iowa State University, 1998.

DENISE, S. K. *et al.* Effects of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, p. 552–554, 1989.

DEELEN, S. M. *et al.* Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, p. 3838–3844, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7939>. Acesso em: 10 set. 2021

DEWELL, R. D. *et al.* Association of neonatal serum immunoglobulin G1 concentration with health and performance in beef calves. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Toronto, v. 228, p. 914–921, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.2460/javma.228.6.914>. Acesso em: 10 ago. 2022.

DOEPEL, L.; BARTIER, A. Colostrum management and related to poor calf immunity. **WCDS Advances in Dairy Technology**, Edmonton, v. 26, p. 137–149, 2014.

DONOVAN, G. A. *et al.* Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 34, p. 31–46, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(97\)00060-3](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(97)00060-3). Acesso em: 17 jul. 2022.

ECKERT, E. *et al.* Weaning age affects growth, feed intake, gastrointestinal development, and behavior in Holstein calves fed an elevated plane of nutrition during the preweaning stage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, p. 6315–6326, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9062>. Acesso em: 18 jul. 2021.

ELSOHABY, I. *et al.* Rapid assessment of bovine colostrum quality: How reliable are transmission infrared spectroscopy and digital and optical refractometers? **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, p. 1427–1435, 2017.

ELSOHABY, I. *et al.* Using serum and plasma samples to assess failure of transfer of passive immunity in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 102, p. 567–577, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15070>. Acesso em: 12 jan. 2023.

FABER, S. N. *et al.* Case study: effects of colostrum ingestion on lactational performance. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 21, p. 420–425, 2005.

FISCHER-TLUSTOS, A. J. *et al.* Oligosaccharide concentrations in colostrum, transition milk, and mature milk of primi- and multiparous Holstein cows during the first week of lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 103, p. 3683–3695, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17357>. Acesso em: 20 jan. 2023.

FISCHER, A. J. *et al.* Effect of delaying colostrum feeding on passive transfer and intestinal bacterial colonization in neonatal male Holstein calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 101, p. 3099–3109, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13397>. Acesso em: 20 jan. 2023.

FLEENOR, W. A., STOTT, G. H. Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, p. 973–977, 1980. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83034-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83034-7). Acesso em: 12 maio 2022.

FREETLY, H. C. *et al.* The consequence of level of nutrition on heifer ovarian and mammary development. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, p. 5437–5443, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas2014-8086>. Acesso em: 15 maio 2022.

FRUSCALSO, V.; ANTILLÓN, G. O.; HÖTZEL, M. J. Smallholder family farmers' perceptions, attitudes and choices regarding husbandry practices that influence performance and welfare of lactating dairy calves. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, p. 1–7, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170184>. Acesso em: 14 jun. 2022.

FURMAN-FRATCZAK, K.; RZASA, A.; STEFANIAK, T. The influence of colostrum immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, p. 5536–5543, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3253>. Acesso em: 14 jun 2022.

GAVIN, K. *et al.* Low colostrum yield in Jersey cattle and potential risk factors. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 101, p. 6388-6398, 2018.

GODDEN, S. Colostrum management for dairy calves. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 24, p. 19–39, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.005>. Acesso em: 12 maio 2022.

GODDEN, S. M.; HAINES, D. M.; HAGMAN, D. Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. I: Dose effect of feeding a commercial colostrum replacer. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, p. 1750–1757, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1846>. Acesso em: 12 maio 2022.

GODDEN, S. M.; LOMBARD, J. E.; WOOLUMS, A. R. Colostrum management for dairy calves. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 35, p. 535–556, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>. Acesso em: 12 maio 2022.

GODDEN, S. M. *et al.* Effect of on-farm commercial batch pasteurization of colostrum on colostrum and serum immunoglobulin concentrations in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 1503–1512, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73736-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73736-9). Acesso em: 12 maio 2022.

GODDEN, S. M. *et al.* Heat-treated colostrum and reduced morbidity in preweaned dairy calves: results of a randomized trial and examination of mechanisms of effectiveness. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, p. 4029–4040, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5275>. Acesso em: 12 maio 2022.

GULLIKSEN S. M. *et al.* Risk factors associated with colostrum quality in Norwegian dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 704–712, 2008.

HAMMON, H. M. *et al.* Review: Importance of colostrum supply and milk feeding intensity on gastrointestinal and systemic development in calves. **Animal**, Cambridge, v. 14, S133–S143, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1751731119003148>. Acesso em: 14 jan. 2023.

HANG, B. P. T.; WREDLE, E.; DICKSVED, J. Analysis of the developing gut microbiota in young dairy calves—impact of colostrum microbiota and gut disturbances. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 53, [art.] 50, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02535-9>. Acesso em: 12 jan. 2023.

HEINRICHS, A. J.; HEINRICHS, B. S. A prospective study of calf factors affecting first-lactation and lifetime milk production and age of cows when removed from the herd¹. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, p. 336–341, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3170>. Acesso em: 9 jul. 2021.

HEINRICHS, A. J.; LOSINGER, W. C. Growth of holstein dairy heifers in the United States. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 1254–1260, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/1998.7651254x>. Acesso em: 9 dez. 2021.

HERMANSEN, J. E.; KRISTENSEN, T. Management options to reduce the carbon footprint of livestock products. **Animal Frontiers**, London, v. 1, n. 1, p. 33–39, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/af.2011-0008>. Acesso em: 10 dez. 2022.

HOFFMAN, P. C. Optimum body size of holstein replacement heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 836–845, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/1997.753836x>. Acesso em: 20 ago. 2022.

HOGAN, I. *et al.* Comparison of rapid laboratory test for failure of passive transfer in the bovine. **Irish Veterinary Journal**, London, v. 3, p. 1–10, 2015.

JAMES, R. E.; POLAN, C. E.; CUMMINS, K. A. Influence of administered indigenous microorganisms on uptake of [Iodine-125] γ -globulin in vivo by intestinal segments of neonatal calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, p. 52–61, 1981. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(81\)82528-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(81)82528-3). Acesso em: 10 abr. 2022.

JASPER, J.; WEARY, D. M. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p. 3054–3058, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74391-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74391-9). Acesso em: 24 ago. 2021.

JASTER, E. H. Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin G1 absorption in Jersey calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 296–302, 2005. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72687-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72687-4). Acesso em: 24 ago. 2021.

KAMPEN, A. H. *et al.* Lymphocyte subpopulations and neutrophil function in calves during the first 6 months of life. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, Amsterdam, v. 113, n. 1/2, p. 53–63, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2006.04.001>. Acesso em: 20 mar. 2022.

KERTZ, A. F. *et al.* A 100-year review: calf nutrition and management. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, p. 10151–10172, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13062>. Acesso em: 25 fev. 2022.

KHAN, M. A. *et al.* Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, p. 1071–1081, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3733>. Acesso em: 21 fev. 2022.

KLEIN-JÖBSTL, D. *et al.* Microbiota of newborn calves and their mothers reveals possible transfer routes for newborn calves' gastrointestinal microbiota. **PLoS One**, San Francisco, v. 14, p. 1–18, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220554>. Acesso em: 21 jun. 2022.

LE COZLER, Y. *et al.* Rearing strategy and optimizing first-calving targets in dairy heifers: a review. **Animal**, Cambridge, v. 2, p. 1393–1404, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1751731108002498>. Acesso em: 10 jun. 2022.

LENZER, F. T. B. **Carbonatação do leite de colostro bovino**: alterações físico-químicas, microbiológicas e viabilidade das imunoglobulinas IgG. 2012. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

LIMA, S. F. *et al.* The bovine colostrum microbiome and its association with clinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, p. 3031–3042, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11604>. Acesso em: 11 dez. 2022.

LOMBARD, J. *et al.* Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 103, p. 7611–7624, 2020. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955>. Acesso em: 16 maio 2022.

LOPEZ, A. J.; HEINRICHS, A. J. Invited review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 105, p. 2733–2749, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20114>. Acesso em: 15 jan. 2023.

LOPEZ, J. W. *et al.* Rotavirus and cryptosporidium shedding in dairy calf feces and its relationship to colostrum immune transfer. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, p. 1288–1294, 1988. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79685-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79685-X). Acesso em: 12 abr. 2022.

LORA, I. *et al.* Factors associated with passive immunity transfer in dairy calves: combined effect of delivery time, amount and quality of the first colostrum meal. **Animal**, Cambridge, v. 12, p. 1041–1049, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1751731117002579>. Acesso em: 8 mar. 2022.

LORENZ, I. *et al.* Calf health from birth to weaning. III. Housing and management of calf pneumonia. **Irish Veterinary Journal**, London, v. 64, p. 1–6, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/2046-0481-64-14>. Acesso em: 7 mar. 2022.

MADSEN, B. D. *et al.* Physical properties of mammary secretions in relation to chemical changes during transition from colostrum to milk. **Journal of Dairy Research**, London, v. 71, p. 263-272, 2004.

MALMUTHUGE, N. *et al.* Heat-treated colostrum feeding promotes beneficial bacteria colonization in the small intestine of neonatal calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, p. 8044–8053, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9607>. Acesso em: 12 jul. 2022.

MARTÍN, M. J.; MARTÍN-SOSA, S.; HUESO, P. Binding of milk oligosaccharides by several enterotoxigenic *Escherichia coli* strains isolated from calves. **Glycoconjugate Journal**, Norwell, v. 19, p. 5–11, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1022572628891>. Acesso em: 19 fev. 2022.

MAUNSELL, F.; DONOVAN, G. A. Biosecurity and risk management for dairy replacements. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 24, p. 155–190, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.007>. Acesso em: 29 maio 2022.

MAYASARI, N. *et al.* Effect of maternal dry period length on colostrum immunoglobulin content and on natural and specific antibody titers in calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, p. 3969-3979, 2015.

MCGRATH, B. A. *et al.* Composition and properties of bovine colostrum: a review. **Dairy Science & Technology**, Les Ulis, v. 96, p. 133–158, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13594-015-0258-x>. Acesso em: 14 jul. 2022.

MCGUIRK, S. M. Colostrum: quality and quantity. **Cattle Practice**, Gloucestershire, v. 6, p. 63-66, 1998.

MCGUIRK, S. M.; COLLINS, M. Managing the production, storage, and delivery of colostrum. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 20, p. 593–603, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.005>. Acesso em: 14 jul. 2022.

MEADE, P. H. **A guide to benchmarking**. Dunedin: University of Otago, 1994.

MONTEIRO, A. P. A. *et al.* Effect of heat stress during late gestation on immune function and growth performance of calves: isolation of altered colostrum and calf factors. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, p. 6426–6439, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7891>. Acesso em: 12 abr. 2022.

MONTEIRO, A. P. A. *et al.* In utero heat stress decreases calf survival and performance through the first lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 99, p. 8443–8450, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11072>. Acesso em: 12 abr. 2022

MOORE, D. A. *et al.* Quality assessments of waste milk at a calf ranch. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 3503-3509, 2009.

MORRILL, K. M. *et al.* Nationwide evaluation of quality and composition of colostrum on dairy farms in the United States. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, p. 3997–4005, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5174>. Acesso em: 18 maio 2022.

MORRILL, K. M. *et al.* Validating a refractometer to evaluate immunoglobulin G concentration in Jersey colostrum and the effect of multiple freeze-thaw cycles on evaluating colostrum quality. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, p. 595–601, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8730>. Acesso em: 18 maio 2022.

MURRAY, C. F. *et al.* Calf management practices and associations with herd-level morbidity and mortality on beef cow-calf operations. **Animal**, Cambridge, v. 10, p. 468–477, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1751731115002062>. Acesso em: 27 maio 2022.

MURRAY, C. F.; LESLIE, K. E. Newborn calf vitality: risk factors, characteristics, assessment, resulting outcomes and strategies for improvement. **The Veterinary Journal**, London, v. 198, p. 322–328, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.06.007>. Acesso em: 27 maio 2022.

NAYLOR, J. M.; KRONFELD, D. S. Refractometry as a measure of the immunoglobulin status of the newborn dairy calf: comparison with the zinc turbidity test and single radial immunodiffusion. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v. 38, p. 1331-1334, 1997.

OUELLET, V.; LAPORTA, J.; DAHL, G. E. Late gestation heat stress in dairy cows: effects on dam and daughter. **Theriogenology**, New York, v. 150, p. 471–479, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.03.011>. Acesso em: 14 jan. 2023.

PASSILLÉ, A. M.; BORDERAS, T. F.; RUSHEN, J. Weaning age of calves fed a high milk allowance by automated feeders: effects on feed, water, and energy intake, behavioral signs of hunger, and weight gains. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, p. 1401–1408, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3441>. Acesso em: 10 set. 2022.

PETER, A. T. Bovine placenta: a review on morphology, components, and defects from terminology and clinical perspectives. **Theriogenology**, New York, v. 80, p. 693–705, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.06.004>. Acesso em: 7 ago. 2022.

PURUP, S. *et al.* Effect of exogenous bovine growth hormone and ovariectomy on prepubertal mammary growth, serum hormones and acute in-vitro proliferative response of mammary explants from Holstein heifers. **Journal of Endocrinology**, Bristol, v. 139, p. 19–26, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1677/joe.0.1390019>. Acesso em: 23 out. 2021.

QUIGLEY, J. D.; DREWRY, J. J. Nutrient and immunity transfer from cow to calf pre- and postcalving. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 2779–2790, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75836-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75836-9). Acesso em: 19 mar. 2022.

QUIGLEY, J. D. *et al.* Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, p. 1148–1155, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5823>. Acesso em: 19 mar. 2022.

RĂDUCAN, G. G. *et al.* The dynamics of immunoglobulin IgG, IgA and IgM type concentration in milk colostrum. **Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies**, Timis, v. 46, n. 1, p. 309-311, 2013.

SACERDOTE, P. *et al.* Biological components in a standardized derivative of bovine colostrum. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, p. 1745-1754, 2013.

SALMON, H. The mammary gland and neonate mucosal immunity. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, Amsterdam, v. 72, p. 143–155, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0165-2427\(99\)00127-0](https://doi.org/10.1016/S0165-2427(99)00127-0). Acesso em: 14 ago. 2022.

SANTOS, G.; BITTAR, C. M. M. A survey of dairy calf management practices in some producing regions in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 44, p. 361–370, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-92902015001000004>. Acesso em: 17 jul. 2022.

SEJRSEN, K. *et al.* Influence of nutrition on mammary development in pre- and postpubertal heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, p. 793–800, 1982. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82268-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82268-6). Acesso em: 15 ago. 2021.

SEYED ALMOOSAVI, S. M. M. *et al.* Effects of late-gestation heat stress independent of reduced feed intake on colostrum, metabolism at calving, and milk yield in early lactation of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 104, p. 1744–1758, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19115>. Acesso em: 20 jan. 2023.

SILPER, B. F. *et al.* Avaliação da qualidade do colostro e transferência de imunidade passiva em animais mestiços Holandês Zebu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, p. 281–285, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000200005>. Acesso em: 16 jul. 2022.

SILVA-DEL-RÍO, N. *et al.* Colostrum immunoglobulin G concentration of multiparous Jersey cows at first and second milking is associated with parity, colostrum yield, and time of first milking, and can be estimated with Brix refractometry. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 100, p. 5774–5781, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12394>. Acesso em: 12 jan. 2023.

SINGH, A. K. *et al.* Bovine colostrum and neonate immunity - A Review. **Agricultural Reviews**, Karnal, v. 32, p. 79-90, 2011.

SINHA, Y. N.; TUCKER, H. A. Mammary development and pituitary prolactin level of heifers from birth through puberty and during the estrous cycle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 52, p. 507–512, 1969. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(69\)86595-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(69)86595-1). Acesso em: 19 maio 2021.

SOARES FILHO, P. M. *et al.* Concentrações de imunoglobulinas G em colostro de vacas mestiças holandês-zebu. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, p. 1033-1037, 2001.

SONG, Y. *et al.* Metagenomic analysis revealed the individualized shift in ileal microbiome of neonatal calves in response to delaying the first colostrum feeding. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 104, p. 8783–8797, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20068>. Acesso em: 7 jan. 2023.

STANTON, A. L. *et al.* The effect of treatment with long-acting antibiotic at postweaning movement on respiratory disease and on growth in commercial dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 574–581, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2414>. Acesso em: 8 out. 2022.

STANTON, A. L. *et al.* The effect of respiratory disease and a preventative antibiotic treatment on growth, survival, age at first calving, and milk production of dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, p. 4950–4960, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5067>. Acesso em: 8 out. 2022.

STELWAGEN, K. *et al.* Immune components of bovine colostrum and milk. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 3-9, 2009.

SWEENEY, B. C. *et al.* Duration of weaning, starter intake, and weight gain of dairy calves fed large amounts of milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 148–152, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2427>. Acesso em: 14 dez. 2021.

TAO, S.; DAHL, G. E. Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, p. 4079–4093, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6278>. Acesso em: 12 maio 2021.

TAO, S. *et al.* Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, p. 7128–7136, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5697>. Acesso em: 12 maio 2021.

TOSCANO, M. *et al.* Role of the human breast milk-associated microbiota on the newborns' immune system: a mini review. **Frontiers in Microbiology**, Lausanne, v. 8, [art.] 2100, [p. 1–5], 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02100>. Acesso em: 10 jan. 2023.

TOZER, P. R.; HEINRICHS, A. J. What affects the costs of raising replacement dairy heifers: a multiple-component analysis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p. 1836–1844, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74623-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74623-1). Acesso em: 10 mar. 2022.

TROTZ-WILLIAMS, L. A.; LESLIE, K. E.; PEREGRINE, A. S. Passive immunity in Ontario dairy calves and investigation of its association with calf management practices. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 3840–3849, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0898>. Acesso em: 15 mar. 2022.

TYLER, J. W. *et al.* Partitioning the mortality risk associated with inadequate passive transfer of colostrum immunoglobulins in dairy calves. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 13, p. 335–337, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1999.tb02191.x>. Acesso em: 18 abr. 2022.

URIE, N. J. *et al.* Preweaned heifer management on US dairy operations: part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 101, p. 9229–9244, 2018.

Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14019>. Acesso em: 28 mar. 2022.

VAN AMBURGH, M. E. *et al.* *Symposium review: Integration of postweaning nutrient requirements and supply with composition of growth and mammary development in modern dairy heifers.* **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 102, p. 3692–3705, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15270>. Acesso em: 27 mar. 2021

VAN AMBURGH, M. E. *et al.* Effects of three prepubertal body growth rates on performance of holstein heifers during first lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 527–538, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75604-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75604-8). Acesso em: 27 mar. 2021.

VAN HESE, I. *et al.* Exploring the microbial composition of Holstein Friesian and Belgian Blue colostrum in relation to the transfer of passive immunity. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 105, p. 7623–7641, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2022-21799>. Acesso em: 15 jan. 2023.

VASSEUR, E. *et al.* A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 1307–1316, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2429>. Acesso em: 20 out. 2021.

VASSEUR, E.; RUSHEN, J.; PASSILLÉ, A. M. Does a calf's motivation to ingest colostrum depend on time since birth, calf vigor, or provision of heat? **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 8, p. 3915–3921, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1823>. Acesso em: 20 out. 2021.

VOGELS, Z.; CHUCK, G.; MORTON, J. Failure of transfer of passive immunity and agammaglobulinaemia in calves in south-west Victorian dairy herds: Prevalence and risk factors. **Australian Veterinary Journal**, Oxford, v. 91, n. 4, p. 150–158, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/avj.12025>. Acesso em: 25 mar. 2021.

WALDNER, C. L.; LEIGH, B. R. Factors associated with serum immunoglobulin levels in beef calves from Alberta and Saskatchewan and association between passive transfer and health outcomes. **Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v. 50, p. 275–281, 2009.

WALKER, W. A.; IYENGAR, R. S. Breast milk, microbiota, and intestinal immune homeostasis. **Pediatric Research**, New York, v. 77, p. 220–228, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/pr.2014.160>. Acesso em: 5 maio 2021.

WALLACE, M. M. *et al.* A comparison of serum harvesting methods and type of refractometer for determining total solids to estimate failure of passive transfer in calves. **Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v. 47, p. 573–575, 2006.

WATHES, D. C. *et al.* Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. **Animal**, Cambridge, v. 2, p. 1135–1143, 2008.

Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1751731108002322>. Acesso em: 10 maio 2021.

WATTIAUX, M. A. Essenciais em gado de leite: criação de novilhas – desmana ao primeiro parto: taxa de crescimento. *In: DAIRY essentials*. Madison: University of Wisconsin, Instituto Babcock para Pesquisa e Desenvolvimento da Pecuária Leiteira Internacional, 2011. cap. 34, p. 132-136.

WEAVER, D. M. *et al.* Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 14, p. 569–577, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x>. Acesso em: 18 maio 2021.

WELLS, S. J.; DARGATZ, D. A.; OTT, S. L. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 29, p. 9–19, 1996. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(96\)01061-6](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(96)01061-6). Acesso em: 18 maio 2021.

WILLIAMS, D. R. *et al.* Effect of three colostrum diets on passive transfer of immunity and preweaning health in calves on a California dairy following colostrum management training. **Veterinary Medicine International**, New York, v. 2014, [art.] ID 69874, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2014/698741>. Acesso em: 12 jun. 2022.

WINDEYER, M. C. *et al.* Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 113, p. 231–240, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.10.019>. Acesso em: 7 jul. 2022.

YEOMAN, C. J. *et al.* Biogeographical differences in the influence of maternal microbial sources on the early successional development of the bovine neonatal gastrointestinal tract. **Scientific Reports**, London, v. 8, [art.] 3197, [p. 1–14], 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21440-8>. Acesso em: 18 jun. 2022.

ZANTON, G. I.; HEINRICHS, A. J. Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein Heifers on first-lactation production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 3860–3867, 2005. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73071-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73071-X). Acesso em: 29 jun. 2022.

ANEXOS

QUESTIONÁRIO DE PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO DE BEZERRAS

1. Nome do Proprietário			
2. Idade		3. Cidade:	4. Estado:
5. Escolaridade?			
6. Há quanto tempo a propriedade está na atividade leiteira?			
7. Área destinada a produção de leite?			
8. Sistema de Produção?			
9. Qual a raça prevalente na propriedade?			
10. Qual o número médio de vacas no rebanho leiteiro?			
11. Com quantos meses antes do parto você seca a vaca?			
12. Qual manejo de mastite na hora da secagem da vaca você utiliza?		<input type="checkbox"/> Antibiótico intra mamário <input type="checkbox"/> Selante <input type="checkbox"/> Não utilizo nada <input type="checkbox"/> Outro: _____	
13. Como é o ambiente da vaca seca que você proporciona a ela?		<input type="checkbox"/> Piquete <input type="checkbox"/> Sistema de resfriamento <input type="checkbox"/> Confinamento <input type="checkbox"/> Sombra	
14. Possui local específico para o parto?		<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	
15. Quando um animal entra em trabalho de parto, com que frequência você verifica o trabalho de parto?			
16. Quanto tempo depois do nascimento você separa os bezerros de suas mães?		<input type="checkbox"/> Imediatamente após o parto <input type="checkbox"/> Nas primeiras 2 horas após o parto <input type="checkbox"/> Entre 2 a 6 horas após o parto <input type="checkbox"/> Entre 12 e 24 horas após o parto <input type="checkbox"/> Após o primeiro dia após o parto <input type="checkbox"/> Outro: _____	
17. Qual é o tipo de colostro fornecido as bezerras?		<input type="checkbox"/> Primeiro colostro da própria mãe <input type="checkbox"/> Colostro armazenado (como armazena: _____ quanto tempo: _____) <input type="checkbox"/> Colostro reunido (colostro misturado a partir de diferentes vacas) <input type="checkbox"/> Outro: _____	
18. Como o colostro é fornecido às bezerras?		<input type="checkbox"/> Os bezerros sugam de suas mães <input type="checkbox"/> Mamadeira <input type="checkbox"/> Balde <input type="checkbox"/> Sonda <input type="checkbox"/> Outros: _____	

19. Se o colostro é fornecido, quando e qual a quantidade as bezerras recebem do 1º colostro?	<input type="checkbox"/> Na primeira 1 hora <input type="checkbox"/> Dentro de 4 a 6 horas <input type="checkbox"/> Dentro 1 e 2 horas <input type="checkbox"/> Após 6 horas <input type="checkbox"/> Dentro de 2 a 4 horas Quantidade: <input type="checkbox"/> 1 litro <input type="checkbox"/> 3 litros <input type="checkbox"/> 2 litros <input type="checkbox"/> 4 litros <input type="checkbox"/> Outro: _____
20. Você verifica regularmente a qualidade do colostro antes de alimentá-lo as bezerras?	<input type="checkbox"/> Colostrometro <input type="checkbox"/> Refratômetro de brix <input type="checkbox"/> Não avalia <input type="checkbox"/> Outro: _____
21. Que tipo de leite é administrado as bezerras depois do colostro?	<input type="checkbox"/> Leite fresco <input type="checkbox"/> Leite descarte (que não pode ser vendido) <input type="checkbox"/> Leite em pó / substituto do leite <input type="checkbox"/> Outros: _____
22. Qual a quantidade de leite administrada a cada bezerra por dia (em litros)?	
23. Com que idade as bezerras são desaleitadas?	
24. Qual o critério para o desaleitamento das bezerras?	<input type="checkbox"/> Dobrar o peso ao nascer <input type="checkbox"/> Comer uma boa quantidade de concentrado <input type="checkbox"/> Idade <input type="checkbox"/> Outros: _____
25. Quem é / são os responsáveis pelo aleitamento?	<input type="checkbox"/> Proprietários <input type="checkbox"/> Colaboradores <input type="checkbox"/> Outros: _____
26. Você realiza a recria na propriedade?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim, só o aleitamento <input type="checkbox"/> Sim, o aleitamento e a recria <input type="checkbox"/> Outros: _____
27. Que sistema de criação é usado no aleitamento?	<input type="checkbox"/> Baias individuais <input type="checkbox"/> Abrigos individuais <input type="checkbox"/> Baias coletivas <input type="checkbox"/> Outros: _____
28. Sobre que piso ficam as bezerras durante o período do aleitamento?	<input type="checkbox"/> Serragem <input type="checkbox"/> Grama <input type="checkbox"/> Maravalha <input type="checkbox"/> Chão batido <input type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Outros: _____
29. Que tipo de sistema você realiza a recria?	
30. É utilizada vacinação preventiva na recria?	
31. Quais são utilizadas?	
32. Com que frequência realiza a desverminação?	<input type="checkbox"/> Não realizo <input type="checkbox"/> A cada 12 meses <input type="checkbox"/> A cada 6 meses <input type="checkbox"/> Outros: _____

33. Qual a porcentagem de mortes durante os 2 primeiros meses de vida das bezerras?	
34. Qual o principal motivo de mortes durante os primeiros 2 meses de vida das bezerras?	
35. Realiza o acompanhamento do desenvolvimento corporal das bezerras?	
36. Qual acompanhamento do desenvolvimento corporal você realiza?	<input type="checkbox"/> Peso <input type="checkbox"/> Altura <input type="checkbox"/> Ganho de Peso <input type="checkbox"/> Outros: _____
37. Quando faz o acompanhamento do desenvolvimento?	<input type="checkbox"/> 1 vez por mês <input type="checkbox"/> A cada 3 meses <input type="checkbox"/> A cada 6 meses <input type="checkbox"/> Momentos específicos (nascimento, desaleitamento, 1º serviço,) <input type="checkbox"/> Outro: _____
38. Critérios para inseminar ou colocar o touro?	<input type="checkbox"/> Idade <input type="checkbox"/> Peso <input type="checkbox"/> Outro: _____



UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA

Comissão De Ética No Uso De Animais



CARTA DE APROVAÇÃO

Comissão De Ética No Uso De Animais analisou o projeto:

Número: 39572

Título: Qualidade do colostro e transferência de imunidade passiva em bezerras leiteiras

Vigência: 01/12/2020 a 01/12/2023

Pesquisadores:

Equipe UFRGS:

VIVIAN FISCHER - coordenador desde 01/12/2020

GUILHERME HEISLER - desde 01/12/2020

JULIANY ARDENGHI GUIMARÃES - zzz Outra Função zzz desde 01/12/2020

Comissão De Ética No Uso De Animais aprovou o mesmo , em reunião realizada em 14/09/2020 - Reunião via webconferência - Sistema UFRGS - Mconf, em seus aspectos éticos e metodológicos, para a utilização de 300 bezerras oriundas de 25 propriedades rurais do Rio Grande do Sul, de acordo com os preceitos das Diretrizes e Normas Nacionais e Internacionais, especialmente a Lei 11.794 de 08 de novembro de 2008, o Decreto 6899 de 15 de julho de 2009, e as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), que disciplinam a produção, manutenção e/ou utilização de animais do filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) em atividade de ensino ou pesquisa.

Porto Alegre, Quinta-Feira, 24 de Setembro de 2020.

ALEXANDRE TAVARES DUARTE DE OLIVEIRA
Coordenador da comissão de ética

VITA

Guilherme Heisler, nascido em 09 de junho de 1993 no município de Lajeado, Rio Grande do Sul. Filho de Marcia Elisabete Schubert Heisler e Cesar Augusto Heisler. Viveu a infância na propriedade rural da família no interior do Município de Mato Leitão.

Cursou o Ensino Fundamental na escola Estadual Helena Bohn, no interior do município de Venâncio Aires. Já o Ensino Médio foi cursado na Escola Estadual Técnica Agrícola Guaporé, no município de Guaporé, Rio Grande do Sul, onde também se formou como técnico em Agropecuária.

Em 2011, ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), além de cumprir as disciplinas obrigatórias do curso de Agronomia, desenvolveu e colaborou em várias atividades extracurriculares, especialmente no setor de iniciação científica, atuando em unidades demonstrativas de fruticultura.

Fez o estágio curricular obrigatório em 2016, na área de produção e manejo de bovinos leiteiros. Sendo realizado em uma granja leiteira no município de Farroupilha/RS.

Em 2017 iniciou seu Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na área de concentração Sistema de Produção e Nutrição de Ruminantes, como bolsista CAPES.

Em 2019 iniciou seu Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na área de concentração Sistema de Produção e Nutrição de Ruminantes, como bolsista CAPES.