



Evaluation of passive immunity absorption in Holstein Heifers

Avaliação da absorção de imunidade passiva em Bezerras da Raça Holandesa

Joyce Ramos da Silva⁽¹⁾; Maria do Carmo Carneiro⁽²⁾; Ariane Loudemila Silva de Albuquerque⁽³⁾; Chiara Rodrigues de Amorim Lopes⁽⁴⁾

⁽¹⁾ 0000-0003-4081-9515; Discente do Curso de Zootecnia. Olho D'água das Flores, AL, Brasil. joyceramosdasilva1998@outlook.com

⁽²⁾ 0000-0002-0895-7566; Professora Assistente do Curso de Zootecnia da UNEAL Campus II. João Pessoa, PB, Brasil. maria.carneiro@uneal.edu.br

⁽³⁾ 0000-0002-6220-8486; Professora Adjunta do Curso de Zootecnia da UNEAL Campus II. Maceió, AL, Brasil. ariane@uneal.edu.br

⁽⁴⁾ 0000-0003-4622-4213; Professora Adjunta do Curso de Medicina Veterinária, Unidade Viçosa - UFAL. Maceió, AL, Brasil.

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

Colostrums considered of good and very high quality are considered colostrums with a BRIX of $\geq 25\%$, so the first weeks of a neonate's life are considered critical, showing a greater susceptibility to diseases. In this sense, the objective was to evaluate the quality of colostrum and the transfer of passive immunity in Holstein heifers. The experiment was carried out on a milk producing property, located in the municipality of Olho D'água das Flores, Alagoas, from October 2021 to April 2022, where 181 crossbred heifers were used. To measure the quality of the colostrum, an optical Brix refractometer was used, if it showed a quality lower than 25% BRIX, this colostrum was corrected and offered to the calf. The collected blood was stored in a tube without anticoagulant and left to rest until the serum was obtained, later, a drop of this serum was applied to the refractometer prism and, similarly to colostrum, a reading was performed to determine the concentrations of proteins. totals. For Pearson's correlation study, correlation coefficient analysis (r) was performed, assuming intervals of -1 (negative linear association) and 1 (positive linear association). Serum protein showed a negative correlation with the time of colostrum supply after birth ($r = -0.16$) and positive with calf weight at birth ($r = 0.15$). The adequate program of colostrum and evaluation of transfer of passive immunity allied to the proper management collaborate for the success in the productive indexes of the properties.

RESUMO

Colostros considerados de boa e altíssima qualidade são considerados colostros com um BRIX de $\geq 25\%$, com isso as primeiras semanas de vida de um neonato é considerada crítica, manifestando uma maior susceptibilidade às doenças. Neste sentido, objetivouse avaliar a qualidade do colostro e a transferência de imunidade passiva em bezerras da raça holandesa. O experimento foi realizado em uma propriedade produtora de leite, localizada no município de Olho D'água das Flores, Alagoas, no período de outubro de 2021 a abril de 2022, onde foram utilizadas 181 bezerras mestiças. Para aferição da qualidade do colostro, utilizou-se o refratômetro de Brix óptico, caso demonstrasse qualidade inferior a 25% BRIX esse colostro era corrigido e ofertado a bezerra. O sangue coletado foi armazenado em um tubo sem anticoagulante e deixado em repouso até a obtenção do soro, posteriormente, uma gota desse soro foi aplicado ao prisma do refratômetro e, de modo semelhante ao colostro, foi realizado uma leitura determinando-se as concentrações de proteínas totais. Para o estudo de correlação de Pearson foi realizado análise de coeficiente de correlação (r), assumindo intervalos de -1 (associação linear negativa) e 1 (associação linear positiva). A proteína sérica apresentou correlação negativa com o tempo de fornecimento do colostro após o nascimento ($r = -0,16$) e positiva com o peso da bezerra ao nascer ($r = 0,15$). O programa adequado de colostragem e avaliação de transferência de imunidade passiva aliado ao manejo adequado colaboram para o sucesso nos índices produtivos das propriedades.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Submetido: 30/11/2022

Aprovado: 10/03/2023

Publicação: 10/04/2023



Keywords:

Bovine, colostrum, colostrum, immunoglobulin, ruminants

Palavras-Chave:

Bovino, colostragem, colostro, imunoglobulina, ruminantes

Introdução

As primeiras semanas de vida de um recém-nascido é considerada crítica, manifestando uma maior susceptibilidade às doenças. Segundo Bittar e Paula (2014), um colostro de boa e altíssima qualidade são aqueles que apresentam um BRIX superior a 21% e 31% respectivamente, valores inferiores a 21% indicam uma qualidade inferior do colostro, com isso não é recomendado seu fornecimento aos bezerros. Azevedo et al. (2015), ressalta que a maior parte das proteínas consumidas através do colostro são imunoglobulinas e a sua quantificação deve se dar em até 48h após o nascimento.

Hulbert e Moisés (2016) relataram que, os anticorpos maternos provenientes do colostro permanecem no sistema circulatório dos bezerros até as primeiras 3 semanas de vida, mas de acordo com Heinrichs e Jones (2003), a partir do quinto dia de vida a imunidade passiva adquirida a partir do colostro diminui, ao mesmo tempo que ainda não há maturação completa do sistema imune ativo do bezerro, sendo este o período crítico para o desenvolvimento de doenças.

A qualidade do colostro é determinada por sua concentração de imunoglobulinas, principalmente IgG. Sendo estas adquiridas através do contato da mãe com patógenos ou via vacinação previa no período seco. Diante disso, é essencial garantir o fornecimento do colostro, sendo possível a realização de testes para verificar sua qualidade e eficiência de absorção (RODRIGUES, 2012).

Aliado ao que foi dito anteriormente, deve-se destacar que há uma variação individual capaz de influenciar na eficiência absorptiva do colostro, mas os fatores a ela relacionados ainda não estão bem claros (HALLERAN et al., 2017). A eficiência absorptiva (do inglês Apparent Efficiency of IgG Absorption - AEA) é baseada no peso dos bezerros, volume de colostro ofertado e concentrações de IgG no colostro e soro dos neonatos. Ghoreishi et al. (2015) compararam o efeito do fornecimento oral de substâncias que alteram a motilidade gastrointestinal (cisapride, betanechol e eritromicina) frente a absorção aparente de Igs. Neste estudo, concluíram que o fornecimento oral de cisapride (substância que acelera a motilidade) aumentou a absorção de colostro via trato gastrointestinal, demonstrando que a taxa de esvaziamento abomasal influencia na passagem de IgG até o intestino delgado, seu sítio de absorção.

Lembrando que, para se obter sucesso na criação de bezerras e manejo alimentar dos neonatos deve levar em consideração diversos fatores como: manejo correto das fêmeas prenhas, manejo pós-parto proporcionando uma baia seca e limpa, ordenha e fornecimento do colostro ao bezerro em menor tempo possível, pois sua composição vai se alterando ao passar das horas e a absorção de imunoglobulinas vai sendo reduzida gradativamente após o nascimento.

O sucesso na transferência de imunidade passiva aos bezerros também depende de outros fatores como, por exemplo: volume ingerido, intervalo entre o nascimento e a ingestão, qualidade sanitária do colostro e capacidade de absorção, segundo Silper et al. (2012). Um método rápido e barato para se avaliar a qualidade do colostro é a quantificação dos sólidos solúveis através do refratômetro de grau BRIX, que pode ser encontrado nas versões óptica e digital.

Para utilização deste instrumento é necessária sua calibragem com água destilada, seguida da aplicação de uma gota do colostro no prisma do refratômetro, realizando-se a leitura que infere as concentrações de imunoglobulinas G (IgG), através da estimativa do percentual de sólidos totais presentes no conteúdo (BITTAR e PAULA, 2015).

Por fim, a qualidade do colostro relaciona-se diretamente com a concentração de Igs (em especial, IgG) e ausência de bactérias, podendo variar em função de fatores como o número de lactações, raça, período seco da vaca, os quais podem influenciar tanto no volume quanto na concentração de IgG no colostro (LORENZ et al., 2011). Um colostro de qualidade é definido por apresentar concentrações de IgG acima de 50 g/L (JEZEK et al., 2012; MCGUIRK; COLLINS, 2004).

A média de concentração de IgG no colostro de vacas da raça Holandês em sua primeira lactação é entorno de 42,3±11 g/L (JEZEK et al., 2012), sendo que Franklin et al. (1998) encontraram média de 77,6 g/L e Bartier et al. (2015) encontraram uma média de 65,1 g/L. Estudo conduzido por Chigerwe et al. (2008) avaliou colostro proveniente de 160 vacas Holandês e observou que cerca de 32% apresentaram produção de um colostro de má qualidade e (<50 g/L), valores próximos aos 29,1% encontrados por Bertier et al. (2015).

Objetivou-se avaliar a qualidade do colostro e a transferência de imunidade passiva em bezerras da raça holandesa, através da aferição da proteína sérica.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Fazenda YBY Poranga, localizada no município de Olho d'água das Flores, Alagoas precisamente na região oeste (Latitude: 9° 32' 12" Sul, Longitude: 37° 17' 39" Oeste). Região essa considerada como médio sertão, por conta dos longos períodos de chuvas e seu clima seco e quente.

O material coletado para a realização das análises foram: o colostro das vacas e o sangue das bezerras fêmeas todas da raça holandesa. O sangue foi coletado após 24 horas da colostragem totalizando 181 fêmeas ao todo, no período de outubro de 2021 até abril de 2022. O sangue coletado foi armazenado em um tubo sem anticoagulante e deixado em repouso até a obtenção do soro, posteriormente, uma gota desse soro é aplicada ao prisma do refratômetro e, de modo semelhante ao colostro, é feita a leitura se determinando as concentrações de proteínas totais.

Para a execução do estudo foi utilizado modelos distintos de refratômetros ópticos, sendo um capaz de observar os teores de sólidos solúveis totais através do refratômetro de grau BRUX, avaliando assim a qualidade do colostro, podendo além disso avaliar a Proteína Sérica através da utilização do refratômetro de proteínas.

Os partos variaram de um a cinco por dia, as matrizes foram secas sessenta dias antes do parto sendo levadas para o piquete pré-parto trinta dias antecedendo a parição (Figura 1), permanecendo no ambiente até o parto, não havendo a separação entre novilhas e vacas. A partir do momento em que elas são retiradas para o pré-parto, iniciou-se uma dieta específica, vacinações contra verminose, diarreia neonatal e pneumonia, proporcionando aos recém-nascidos anticorpos do colostro ingerido.

Tabela 1 –

Composição do colostro, leite de transição e leite integral

		Número de ordenhas (vacas ordenhadas duas vezes ao dia)					
		1	2	3	4	5	11
Componente	Unidade	Colostro	Leite de Transição				Leite Integral
Sólidos Totais	%	23,9	17,9	14,1	13,9	13,6	12,9
Proteínas	%	14	14	8,4	5,1	4,2	4
Caseínas	%	4,8	4,3	3,8	3,2	2,9	2,5
Anticorpos	%	6	4,2	2,4	0,2	0,1	0,09
Gordura	%	6,7	5,4	3,9	4,4	4,3	4
Lactose	%	2,7	3,9	4,4	4,6	4,7	4,9
Minerais	%	1,11	0,95	0,87	0,82	0,81	0,74
Vitamina A	UI/dl	295	113			74	34
Universidade de Minnesota						Autora: Cintia Almeida	
Fonte: Departamento Técnico da Nutival						Publicado no ano de 2011	

A diferença entre o colostro e o leite de transição está de acordo com sua composição entre as secreções. Como pode ser observado na tabela 1. Vale ressaltar que, só é considerado colostro a primeira ordenha da matriz, as próximas ordenhas é considerado leite de transição.

Após o parto as matrizes foram direcionadas a ordenha para a retirada do colostro e em seguida direcionadas para os lotes de recém paridas, elas permanecem no período de um mês até a mudança de lote, na qual é direcionada para um lote específico de acordo com sua produção.

Figura 1.

Vacas em fase de pré-parto.



Nota: SILVA, J. R., 2021)

As bezerras foram separadas de suas mães logo após o nascimento, realizando assim, a cura do umbigo, posteriormente foram levadas para o bezerreiro e pesadas. A ingestão do colostro foi feita de forma artificial uma única vez, através de mamadeira ou sonda nasogástrica (Figura 2), a quantidade fornecida foi padronizada independente do peso da bezerra.

Figura 2.

Colostragem via sonda nasogástrica



Nota: SILVA, J. R., 2021)

As matrizes foram ordenhadas logo após o parto, com o objetivo de coletar o colostro. Em seguida foi avaliado o teor de sólidos solúveis totais através do refratômetro de grau BRIX, para corrigi-lo caso apresentasse um teor abaixo de 25%. Para a coleta do plasma, as amostras de sangue foram coletadas após 24 horas de colostragem do neonato, mediante a punção da veia jugular com tubos de coleta a vácuo, sendo utilizado os mesmos para o acelerador de coágulo jateado na parede, para processo de coagulação. Em seguida as amostras foram mantidas em repouso para a obtenção do soro.

Para determinar as análises por meio de refratometria, foi utilizado o refratômetro de BRIX e de Proteína Sérica, no qual foi calibrado de acordo com suas recomendações, ou seja, com o auxílio de água destilada usando de uma a duas gotas para ajustar a escala zero no prisma de refração. Foi aplicada uma gota da amostra para cada leitura com auxílio de uma seringa de 3ml (Figura 3), a gota foi colocada sob a superfície do prisma, posteriormente a tampa foi fechada para a observação contra a luz, que em seguida o valor depositado no menisco entre as tonalidades azul e branca foram anotados.

Figura 3.

Mensuração dos teores de proteínas totais com refratômetro.



Nota: SILVA, J. R., 2022)

Para determinação de imunoglobulinas G, foi observado nas amostras de colostro, utilizando o refratômetro com escala de BRIX (Figura 4), que determinou a porcentagem de sólidos totais, onde os valores acima de 25% de grau Brix indicavam colostro de boa qualidade, e valores inferiores a 25% foi considerado de qualidade inferior sendo corrigido com o colostro em pó.

Figura 4.

Escala em BRIX interna devidamente calibrada com zero de refração.



Nota: SILVA, J. R., 2022)

A determinação dos teores de proteínas séricas foi realizada após o repouso das amostras de sangue até a obtenção do soro, durante 60 a 120 minutos. Em seguida, uma gota foi adicionada no prisma do refratômetro de proteínas séricas para leitura. Esses valores foram utilizados na estimativa da transferência de imunidade passiva, de modo que as amostras do plasma que apresentaram valores superiores a 5,5 g dl⁻¹ (Figura 5) indicam sucesso na transferência de imunidade passiva, no qual pode observar o sucesso na colostragem.

Em relação aos valores entre 5,0 e 5,4 g dl⁻¹ demonstram transferência de imunidade passiva moderada; e valores inferiores a 5,0 g dl⁻¹ demonstram falha na transferência de imunidade passiva (BITTAR e PAULA, 2014).

Figura 5.

Concentração de proteínas totais presentes no plasma



Nota: SILVA, J. R., 2022)

Os dados foram analisados através do teste t de Student e a análise de correlação de Pearson, ao nível mínimo de significância de 0,05, mediante o pacote Rcommander do programa estatístico R.

Resultados e Discussões

Observa-se na tabela 2, que a concentração de proteínas totais, presente no plasma sanguíneo das bezerras avaliadas, teve resultado positivo em relação a qualidade do colostro (Brix 25%) e a quantidade ofertada as bezerras, obtendo assim uma alta absorção de IgG. No geral, os dados apresentaram baixos desvios padrão e coeficientes de variação (CV% < 20%), indicando boa uniformidade dos dados. Todas as amostras de plasma para análise indicaram o seu sucesso, apresentando em todas as amostras concentrações de proteínas totais superiores a 5,5g dl⁻¹.

Tabela 2.

Média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV) e número de observações (n) das variáveis proteína sérica, quantidade de colostro ofertado, grau brix (%) e peso da bezerra ao nascer.

Variável	Média ± Desvio Padrão	CV (%)	N
Proteína sérica (%)	9,93 ± 0,93	9,40	181
Quantidade (litros)	4,0 ± 0,04	1	181
Grau Brix (%)	25,28 ± 0,85	3,4	181
Peso da bezerra (Kg)	35,08 ± 3,61	10,3	181

Coeficiente de variação (CV); Número de amostras(N).

Segundo Soberon et al. (2012) as bezerras que receberam quatro litros de colostro tiveram maior eficiência alimentar que os demais tratamentos que não receberam colostro em quantidade suficiente. Bezerras com falha na transfêrencia de imunidade passiva (FTIP), tiveram redução na produção de leite e gordura na primeira lactação e atraso na idade ao primeiro parto (Godden et al. (2009). Para cada unidade de IgG maior que 12 mg/ml existe aumento de 9 kg de aumento na energia metabolizável do leite (Osaka et al., 2014).

De acordo com Jones et al. (2004) demonstraram que as bezerras alimentadas com o colostro materno apresentaram maior eficiência alimentar, maior ganho de peso e menor idade a puberdade do que as que foram tratadas com substituição de colostro de derivados de soro. Reber et al., (2008) verificaram que a utilização de colostro acelular característico de colostro congelado, pode comprometer o desenvolvimento do sistema imune dos bezerros em comparação com a utilização de colostro fresco.

A proteína sérica apresentou correlação negativa com o tempo de fornecimento do colostro após o nascimento ($r = -0,16$) e positiva com o peso da bezerra ao nascer ($r = 0,15$).

Para o estudo de correlação de Pearson foi realizado análise de coeficiente de correlação (r), assumindo intervalos de -1 (associação linear negativa) e 1 (associação linear positiva). Os dados foram analisados usando o PROC GLM e PROC CORR do Software Statistical Analysis System University (SAS 2015) em nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”. O congelamento é um método de conservação que impede o crescimento bacteriano significativo, o que permite uma maior conservação do produto. Não há efeito do congelamento nas concentrações de Ig, porém apresenta efeito sobre a imunidade celular, uma vez que os cristais de gelo formados são responsáveis em romper a membrana das células presentes no colostro (Kryzer et al., 2015).

De acordo com Raboisson et al., (2016) a falha na transferência de imunidade passiva (FTIP) é o principal fator que contribui para a mortalidade de bezerras, sendo associado a 39 - 50% da mortalidade de bezerras Holandês (Bartier et al., 2015). Na tabela 3 observa-se que não houve diferença significativa em relação ao colostro fresco ou congelado, mantendo suas propriedades sem que houvesse alteração.

Tabela 3.

Proteína sérica de acordo com o estado do leite (fresco/congelado) e com a categoria do animal (vaca/novilha).

Proteína sérica	Média ± Desvio Padrão	CV (%)	N
Leite			
Fresco	9,93 ± 0,91 ^a	9,13	147
Congelado	9,91 ± 1,05 ^a	10,63	34
Categoria animal			
Novilha	10,16 ± 0,91 ^a	8,95	59
Vaca	9,81 ± 0,93 ^b	9,45	122

Coeficiente de variação (CV); Número de amostras(N).

A FTIP está associada a elevados riscos de mortalidade, diminuição da saúde e longevidade das bezerras, o que impacta diretamente nos custos durante a fase de criação desses animais. A correta realização da colostragem (qualidade, quantidade e tempo de fornecimento ideal) é responsável em aumentar o tamanho, largura e número das vilosidades intestinais, a profundidade das criptas e espessura da mucosa, a síntese de enzimas da borda em escova, a captação da glicose, a síntese de DNA intestinal, as atividades antioxidantes contra o estresse oxidativo e os fatores de crescimento presentes no soro. Segundo Yang et al., (2015) afirmam que os fatores que auxiliam após o nascimento no estabelecimento do mecanismo de defesa imunológico e no sistema antioxidante, reduzindo morbidade e mortalidade.

As células epiteliais do intestino formam uma barreira físico-química potente que limita o crescimento microbiano e o acesso à superfície do intestino. Elas também podem recrutar leucócitos para complementar a função de barreira ou de participar de respostas

imunitárias. O desenvolvimento de tecidos linfoides associados ao intestino (GALTs) é iniciado antes do nascimento.

No entanto, a maturação desse sistema e o recrutamento de células IgA e células T ativadas ocorre após o nascimento e é dependente de sinais derivados da microbiota; estes sinais influenciam as células epiteliais intestinais e as células dendríticas, modulando a natureza e a intensidade das células T. A maior parte desta população de células é constituída de macrófagos, neutrófilos, linfócitos T e B, com capacidade imunoreativa e imunomoduladora, que contribuem para proteção contra rotavírus.

Os animais que recebem colostro contendo leucócitos maternos desenvolvem células apresentadoras de antígeno mais rapidamente, as quais são essenciais para o desenvolvimento da resposta imune adquirida aos patógenos e vacinas. Os leucócitos aumentam a resposta dos linfócitos a substâncias mitogênicas não específicas aumentando a fagocitose e a habilidade de matar bactérias, e aumentam a formação de Ig nas bezerras (Bensussan e Routhiau 2010; Langel et al., 2015).

Conclusão

Diante dos resultados obtidos podemos considerar que, para animais em estado de experimento, existiu variação na quantidade de imunoglobolinas absorvidas pelas bezerras, mostrando resultado superior para fornecimento de colostro (BRIX 25%) em maior quantidade e melhor qualidade.

Estudos posteriores podem ser considerados para definir com exatidão quais parâmetros ideais do colostro, em qualidade, quantidade e período de fornecimento e seu arrançamento, para atingir picos de absorção de imunoglobolinas (IgG) por bezerras e sua rentabilidade para execução nos diversos modelos de produção e criação de bezerras.

REFERÊNCIAS

- Azevedo, R. A. D., Coelho, S. G., Silper, B. F., Machado, F. S., Campos, M. M. (2015). Cria e Recria de Precisão. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*. (79), (p. 110-114).
- Bartier, A. L., Windeyer, M. C., Doepel, L. (2015). Evaluation of on-farm tools for colostrum quality measurement. *Journal of Dairy Science*. 98(3). (p. 1878-1884).
- Bensussan, N. C., Routhiau, V. G. (2010). The immune system and the gut microbiota: friends or foes?. *Nat. Rev. Im.* 10. (p. 735-744).
- Bittar, C. M. M., Paula, M. R. (Jun, 2014). Uso do colostrômetro e do refratômetro para avaliação da qualidade do colostro e da transferência de imunidade passiva. *MilkPoint*. <https://www.milkpoint.com.br/colunas/carla-bittar/uso-do-colostrometro-e-do-refratometro-para-avaliacao-da-qualidade-do-colostro-e-da-transferencia-de-imunidade-passiva-89692n.aspx>
- Bittar, C. M. M., Paula, M. R. (mar, 2015). Utilização do refratômetro para avaliação do colostro de animais da raça Jersey. *MilkPoint*. <https://www.milkpoint.com.br/colunas/carla-bittar/utilizacao-do-refratometro-para-avaliacao-do-colostro-de-animais-da-raca-jersey-93694n.aspx>

- Chigerwe, M., Tyler, J. W., Middleton, J. R., Spain, J. N., Dill, J. S., Steevens, B. J. (2008). Comparison of four methods to assess colostral IgG concentration in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 23(5). (p. 761-766).
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18764714/>
- Collins, M. (2004). Managing the production, storage, and delivery of colostrum. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 233(5). (p. 593-603).
- Franklin, S. T., Sorenson, C. E., Hammell, D. C. (1998). Influence of vitamin A supplementation in milk on growth, health, concentrations of vitamins in plasma, and immune parameters of calves. *Journal of Dairy Science*. 81(10). (p. 2623-2632). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9812268/>
- Ghoreishi, S. M., Nouri, M., Rasooli, A., Ghorbanpour, M., Mokhber-Dezfouli, M. R., Constable, P. D. (2015). Effect of orally administered cisapride, bethanechol, and erythromycin on the apparent efficiency of colostral IgG absorption in neonatal Holstein-Friesian calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 29(2). (p. 714-720).
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25641234/>
- Godden, S. M., Haines, D. M., Konkol, K., Peterson, J. (2009). Improving passive transfer of immunoglobulins in calves II: Interaction between feeding method and volume of colostrum fed. *J. Dairy Sci*. 92. (p. 714-720). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19307658/>
- Halleran, J., Sylvester, H. J., Foster, D. M. (2017). Apparent efficiency of colostral immunoglobulin G absorption in Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*. 100(4), p. 3282-3286.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28189325/>
- Heinrichs, A. J., Jones, C. M. (2003). Feeding the newborn dairy calf. College of Agricultural Sciences. Agricultural Research and Cooperative Extension. *The Pennsylvania State University*, p. 1-24.
<https://extension.psu.edu/feeding-the-newborn-dairy-calf>
- Hulbert, L. E., Moisés, S. J. (2016). Stress, immunity, and the management of calves. *Journal of Dairy Science*. 99(4), p. 3199-3216.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030216000655>
- Jezek, J., Malovrh, T., Klinkon, M. (2012). Serum Immunoglobulin (IgG, IgM, IgA) concentration in cows and their calves. *Acta Agriculturae Slovenica. Supplement 3*, p. 295-298. <http://aas.bf.uni-lj.si/zootehnika/supl/3-2012/PDF/3-2012-295-298.pdf>
- Jones, C. M., James, R. E., Quigley, J. D., Mcgilliard, M. L. (2004). Influence of pooled colostrum or colostrum replacement on IgG and evaluation of animal plasma in milk replacer. *J. Dairy Sci*. 87, p.1806-1814. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15453496/>
- Kryzer, A. A., Godden, S. M., SCHELL, R. (2015). Heat-treated (in single aliquot or batch) colostrum outperforms non-heat-treated colostrum in terms of quality and transfer of immunoglobulin G in neonatal Jersey calves. *J. Dairy Sci*. 98, p.1870-1877.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25597970/>
- Lorenz, I., Mee, J. F., Earley, B., JMais, S. (2011). Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. *Irish Veterinary Journal*. 64(1), p. 10.
<https://irishvetjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2046-0481-64-10>
- Osaka, I., Matsui, Y., Terada, F. (2014). Effect of the mass of immunoglobulin (Ig) G intake and age at first colostrum feeding on serum IgG concentration in Holstein calves. *J. Dairy Sci*. 97. p. 6608-6612.
- Raboisson, D., Trillat, P., Cahuzac, C. (2016). Failure of Passive Immune Transfer in Calves: A Meta-Analysis on the Consequences and Assessment of the Economic Impact. *Journal of Dairy Science*.
- Reber, A.J., Donovan, D. C., Gabbard, J., Galland, K., Aceves-Avila, M., Holbert, K. A., Marshall, L., Hurley, D. J. (2008). Transfer of maternal colostral leukocytes promotes development of the neonatal immune system: II. Effects on neonatal lymphocytes. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 123. p.305-313. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18394715/>
- Rodrigues, F. C. (2012). *Administração de colostro ao bezerro neonato e as concentrações séricas de proteína total e imunoglobulina G*. [Dissertação Mestrado em Ciências Veterinárias] Programa

de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.
<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/13023/1/d.pdf>

Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R.W., Van Amburgh, M.E. (2012). Early life milk replacer intake and effects on long term productivity of dairy calves. *J. Dairy Sci.*, 95. p.783-793. https://www.researchgate.net/publication/221781194_Early_life_milk_replacer_intake_and_effects_on_long_term_productivity_of_dairy_calves.

Yang, M., Zou, Y., Wu, Z. H., Li, S. L., Cao, Z. J. (2015). Colostrum quality affects immune system establishment and intestinal development of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*, 98(10), p. 7153-7163. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26233454/>