

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Influência do fornecimento do leite de transição materno ou formulado  
sobre a saúde e desempenho em bezerros leiteiros**

**Ana Paula da Silva**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em  
Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e  
Pastagens

**Piracicaba  
2022**

**Ana Paula da Silva**  
**Zootecnista**

**Influência do fornecimento do leite de transição materno ou formulado sobre a  
saúde e desempenho em bezerros leiteiros**

Orientadora:  
Profa. Dra. **CARLA MARIS MACHADO BITTAR**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em  
Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e  
Pastagens

**Piracicaba**  
**2022**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP**

Silva, Ana Paula da

Influência do fornecimento do leite de transição materno ou formulado sobre a saúde e desempenho em bezerros leiteiros / Ana Paula da Silva. - - Piracicaba, 2022.

93 p.

Tese (Doutorado) - - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Colostragem 2. Enriquecimento 3. Leite de transição 4. Neonato I. Título

## DEDICATÓRIA

A meus pais, Rose e Ademar e meus irmãos Claudinha e Marcio por todo amor e incentivo.

*“Cada sonho que você deixa pra trás, é um pedaço do seu futuro que deixa de existir” (Steve Jobs)*

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e a Nossa Sr.<sup>a</sup> Aparecida, que me permitiram cumprir mais esta etapa, que nunca me abandonaram e sempre me deram forças e coragem para enfrentar os momentos difíceis.

Aos meus pais amados que com toda humildade e simplicidade me ensinaram a ser uma pessoa digna e respeitar o próximo e também por me incentivarem a buscar meus sonhos de forma honesta, sem passar por cima de nenhum semelhante, obrigado por serem um exemplo de vida.

Aos meus irmãos em especial minha pequena Claudinha por ser meu porto seguro.

A professora Carla Bittar, pela orientação, pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional, pela paciência e amizade.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização do Doutorado.

À todos meus colegas e amigos do Clube de Criação de Bezerros (CCB-ESALQ) e todos os estagiários de conclusão de curso que passaram pelo CCB. Muito obrigada por toda a ajuda e aprendizados diários, mas principalmente pela amizade e pelos vários momentos de descontração, tornando alegres os dias difíceis.

Às minhas amigas do bezeireiro Idalina, Amandinha e Ary por auxiliar na condução dos experimentos, mas sobretudo pelo ombro amigo.

Agradeço ao Clube de Práticas Zootécnica (CPZ-ESALQ) pela colaboração, em especial o Tak.

Aos funcionários do Setor de Não Ruminantes, Ednesio e todos os demais, que sempre nos auxiliaram no trabalho com zelo e dedicação .

Aos meus queridos amigos Zé Matheus e Oc por tornarem os dias da pós mais leves e divertidos.

À fazenda Audax pela disponibilização dos animais e por sempre me receber de forma gentil.

Finalmente, gostaria de agradecer à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP; processo:2021/00028-9) pela concessão da bolsa e/ou apoio financeiro para este trabalho .

**MUITO OBRIGADA!**

*“Conviva com os sábios e será um deles”  
Provérbios 13.20*

## SUMÁRIO

RESUMO .....	7
ABSTRACT .....	9
1. INTRODUÇÃO.....	11
Referências .....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	15
2.1. Sistema imune de bezerros e importância da colostragem .....	15
2.2. Recomendação atual de colostragem.....	17
2.3. Leite de transição.....	19
2.4. Componentes bioativos do colostro e leite de transição.....	21
2.5. Importância do colostro e do leite de transição no desenvolvimento intestinal .....	23
Referências .....	25
3. AVALIAÇÃO DO EFEITO DO FORNECIMENTO DE LEITE DE TRANSIÇÃO MATERNO OU LEITE ENRIQUECIDO COM COLOSTRO EM PÓ NA SAÚDE E DESEMPENHO DE BEZERROS LEITEIROS .....	31
Resumo .....	
Abstract.....	
3.1. Introdução.....	32
3.2. Material e Métodos.....	34
3.3. Resultados.....	40
3.3.1. Transferência de imunidade passiva e consumo de LT.....	40
3.3.2. Contagem de eritrócitos e leucócitos de 0 a 72h de vida .....	40
3.3.3. Parâmetros sanguíneos de 0 a 72h de vida .....	42
3.3.4. Saúde .....	45
3.3.5. Consumo e desempenho .....	46
3.3.6. Parâmetros sanguíneos durante aleitamento.....	48
3.4. Discussão.....	49
3.5. Conclusão .....	55
Referências .....	
4. AVALIAÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO DO COLOSTRO DE MÉDIA QUALIDADE COM COLOSTRO EM PÓ, ASSOCIADO OU NÃO A LEITE DE TRANSIÇÃO NA SAÚDE GERAL E DESEMPENHO DE BEZERROS LEITEIROS .....	59
Resumo .....	

Abstract .....	
4.1. Introdução .....	61
4.2. Material e Métodos .....	62
4.3. Resultados .....	68
4.3.1. Transferência de imunidade passiva e consumo de LTF .....	68
4.3.2. Contagem de eritrócitos e leucócitos de 0 a 72h de vida .....	69
4.3.3. Parâmetros sanguíneos de 0 a 72h de vida.....	71
4.3.4. Saúde.....	74
4.3.5. Consumo e desempenho.....	77
4.3.6. Parâmetros sanguíneos durante aleitamento .....	79
4.4. Discussão .....	82
4.5. Conclusão.....	88
Referências.....	89
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93

## RESUMO

### **Influência do fornecimento do leite de transição materno ou formulado sobre a saúde e desempenho em bezerros leiteiros**

O objetivo do presente estudo foi avaliar como o fornecimento de leite de transição materno ou formulado utilizando-se colostro em pó (CP) afeta o desempenho e a saúde de bezerros leiteiros e entender como a correção do colostro de média qualidade utilizando-se CP, associado ou não ao leite de transição formulado (LTF) afeta a transferência de imunidade passiva, a saúde e o desempenho de bezerros leiteiros. No primeiro experimento foram utilizados 36 da raça holandesa, distribuído em três tratamentos: Leite: colostragem seguida do fornecimento de 4L/d de leite integral por três dias (n=12); 2) Leite de transição (LT): colostragem seguida do fornecimento de 4L/d de LT materno por três dias (n=12); 3) LTF: colostragem seguida do fornecimento 4L/d de leite integral enriquecido com 70g/L de CP (totalizando 280g/d), por três dias (n=12). Não houve diferenças nas concentrações de IgG e volume de LT ingerido ( $P>0,05$ ). As variáveis hematológicas não foram afetadas pelos tratamentos. A albumina e proteína total avaliados durante a transição não foram influenciados pelos tratamentos ( $P>0,05$ ), enquanto as concentrações de glicose e lactato tenderam ( $P<0,010$ ) ser maior para os tratamentos leite e LTF. Os tratamentos não afetaram os parâmetros de saúde ( $P>0,05$ ). O peso médio e as medidas corporais de largura de garupa e altura de cernelha foram maiores para os animais que receberam LTF e leite ( $P<0,005$ ). Os parâmetros sanguíneos avaliados durante o aleitamento, não foram afetados pelos tratamentos ( $P>0,05$ ). Todos os tratamentos resultaram em excelente desempenho e boas condições de saúde, contudo os potenciais benefícios do fornecimento de LT ou LTF não foram observados neste estudo. No segundo experimento foram utilizados 50 bezerros da raça holandesa, distribuídos em arranjo fatorial 2x2. Os animais foram divididos para receberem duas fontes de imunoglobulinas: 1) Controle: colostro bovino com 25% Brix, no volume correspondente a 12% do peso ao nascer; 2) Enriquecido: colostro bovino de média qualidade (20%) enriquecido com CP para alcançar 25% brix, no volume correspondente a 12% do peso ao nascer; e dois protocolos de fornecimento de LT: 1) Leite: sem o fornecimento de LTF, de forma que os animais receberam 4L/d de leite integral por três dias; e 2) LTF: fornecimento 4L/d de leite integral enriquecido com 70g/L de CP (totalizando 280g/d), por três dias. Os bezerros que receberam LTF ingeriram menor volume em relação ao protocolo com leite ( $P = 0,05$ ). Os protocolos de colostragem e os protocolos de transição não influenciaram variáveis hematológicas ( $P>0,05$ ). A concentração de proteína total e AGNE não foram afetadas por nenhum protocolo ( $P<0,05$ ). Enquanto a concentração de glicose apresentou efeito do protocolo de transição ( $P<0,05$ ). Houve interação entre protocolo de colostragem, protocolo de transição e hora de avaliação para o lactato ( $P = 0,02$ ). Os protocolos de colostragem e de leite de transição não influenciaram o as variáveis de saúde ( $P>0,05$ ), com exceção do hematócrito que apresentou efeitos dos protocolos de transição ( $P = 0,0072$ ). Os protocolos de colostragem e os protocolos de leite de transição não afetou as variáveis de desempenho ( $P>0,05$ ). No período de aleitamento não houve efeitos dos protocolos de colostragem nem dos protocolos de transição para proteína total. Houve efeito de interação entre protocolo de colostragem e protocolo de transição para concentração de glicose ( $P<0,02$ ). O fornecimento de colostro enriquecido com CP reduziu as concentrações de lactato ( $P<0,01$ ). O enriquecimento do colostro de média qualidade com CP é uma alternativa em situações de escassez de colostro materno, contudo o fornecimento de LTF por 3d não apresenta benefícios adicionais para saúde e desempenho de bezerros a curto prazo.

**Palavras-chaves:** Colostragem, Enriquecimento, Leite de transição, Neonato





## ABSTRACT

### **Influence of supply maternal or formulated transition milk on the health and performance of dairy calves**

The present study aimed to evaluate how the supply of maternal or formulated transition milk using colostrum powder (CP) affects the performance and health of dairy calves. moreover, to understand how the correction of medium-quality colostrum using CP, associated or not with formulated transition milk (FTM), affects the transfer of passive immunity, health, and performance of dairy calves. in the first experiment, 36 holsteins were used, divided into three treatments: whole milk: colostrum without transition milk (TM), so that the animals received 4l/d of whole milk for three days (n=12); 2) LT: colostrum followed by the supply of maternal tm for three days – 4l/d (n=12); 3) FTM: colostrum followed by supplying 4l/d of whole milk enriched with 70g/l of cp (totaling 280g/d), for three days (n=12). there were no differences in IgG concentrations and volume of TM intake ( $P>0.05$ ). hematological variables were not affected by treatments. albumin and total protein evaluated during the transition were not influenced by treatments ( $P>0.05$ ), while glucose and lactate concentrations tended ( $P<0.010$ ) to be higher for milk and FTM treatments. treatments did not affect health parameters ( $P>0.05$ ). mean weight and body measurements of hip width and wither height was higher for animals receiving FTM and milk ( $P<0.005$ ). treatments did not affect blood parameters evaluated during pre-weaning ( $P> 0.05$ ). All treatments resulted in excellent performance and good health; this short-term study did not observe the potential benefits of providing TM or FTM. In the second experiment, 50 Holstein calves were distributed in a 2x2 factorial arrangement. The animals were divided to receive two sources of immunoglobulins: 1) Control: bovine colostrum with 25% Brix, in the volume corresponding to 12% of birth weight; 2) Enriched: medium quality bovine colostrum (20%) enriched with CP to reach 25% brix, in a volume corresponding to 12% of birth weight; and two TM supply protocols: 1) Whole milk: without FTM supply, so that the animals received 4L/d of whole milk for three days; and 2) LTF: supply of 4L/d of whole milk enriched with 70g/L of CP (totaling 280g/d), for three days. Calves receiving FTM intake have less volume than the whole milk protocol ( $P = 0.05$ ). Colostrum and transition protocols did not influence hematological variables ( $P>0.05$ ). Total protein and NEFA concentrations were not affected by any protocol ( $P<0.05$ ). At the same time, the glucose concentration showed an effect of the transition protocol ( $P<0.05$ ). There was an interaction between colostrum protocol, transition protocol, and lactate assessment time ( $P = 0.02$ ). The colostrum and transition milk protocols did not influence the health variables ( $P>0.05$ ), except for hematocrit, which showed the effects of the transitional protocols ( $P = 0.0072$ ). Colostrum and transition milk protocols did not affect performance variables ( $P>0.05$ ). During the pré-weaning period, there were no effects of the colostrum protocols or the transition protocols to total protein. There was an interaction effect between colostrum protocol and transition protocol for glucose concentration ( $P<0.02$ ). Feeding CP-enriched colostrum reduced lactate concentrations ( $P<0.01$ ). The enrichment of medium-quality colostrum with CP is an alternative to maternal colostrum shortage; however, the supply of FTM by 3d does not present additional benefits for the health and performance of calves in the short term.

**Keywords:** Colostrum, Enrichment, Milk transition, Neonate



## 1. INTRODUÇÃO

A criação de bezerras saudáveis é um componente essencial para garantir que os rebanhos futuros sejam de alta produção. No entanto, o baixo desempenho na fase de cria tem grande influência na produção subsequente de leite. Com isso, a nutrição neonatal adequada é fundamental para contornar esse problema, e assim obter bezerras saudáveis e com bom desempenho lactacional futuro.

A morbidade e mortalidade por doenças infecciosas também é uma causa comum de perdas econômicas na criação de bezerros. Por conta disso, há elevado uso de antibióticos nos diferentes sistemas de produção (Holstege et al., 2018). Assim, práticas de manejo que reduzam a ocorrência de doenças, principalmente nas primeiras semanas de vida da bezerra, são fundamentais para tornar a criação eficiente e rentável. Neste contexto, o manejo alimentar no período pós-natal tem impacto importante no crescimento e desenvolvimento dos bezerros, influenciando a saúde e o bem-estar (Van Amburgh e Soberon, 2013). Além de um sistema digestório extremamente vulnerável, o bezerro neonato necessita de aporte energético extra para se ajustar a vida extrauterina.

Com isso, após o nascimento, o fornecimento imediato e suficiente de colostro é um pré-requisito para uma criação bem-sucedida de bezerro (Godden et al., 2019), uma vez que o colostro fornece, além de anticorpos importantes para a sobrevivência dos bezerros, grandes quantidades de nutrientes, bem como fatores não nutritivos que promovem o desenvolvimento do sistema imunológico e a maturação intestinal do bezerro (Blum e Hammon, 2000). Ainda que a literatura recomende o fornecimento de colostro com pelo menos 22% de Brix (Lombard et al., 2020), o que corresponde a 50 mg/mL de imunoglobulinas, as recomendações de consumo total de IgG pressionam a indústria para o fornecimento de uma segunda refeição ou de maior massa de IgG na primeira refeição de colostro, levando a busca por colostro com no mínimo 25% Brix.

O fornecimento de leite de transição, após o período de colostragem, tem sido bastante discutido como uma forma de manejo que também pode minimizar os riscos de doenças na criação de bezerras (Kargar et al., 2021). Além disso, pode melhorar o desempenho no período de aleitamento, pela sua composição apresentar grandes quantidades substâncias biologicamente ativas nutritivas e não nutritivas (Van Soest et al., 2022). Além do mais, o NASEM (2021) recomenda o fornecimento de leite de transição durante o segundo e terceiro dia de vida.

O leite de transição pode ser definido como a secreção produzida pela glândula mamária no período intermediário entre a produção de colostro e o leite integral. De acordo

com Godden (2008), após a primeira ordenha (definida como colostro), a produção entre a segunda até sexta ordenha pós-parto é considerada leite de transição, pois há um declínio gradual dos componentes nutricionais e bioativos após a primeira ordenha.

Em virtude da indiscutível importância do colostro para a criação de bezerras, o colostro em pó é alternativa na indisponibilidade de colostro materno, ou quando a qualidade é comprometida pelos baixos níveis de IgG ou ainda pela presença de patógenos transmitidos pela alimentação (Lopez et al., 2020). Além disso, o colostro em pó pode ser utilizado para enriquecer o colostro de média qualidade (18 a 21% brix), bem como para suplementar a dieta líquida nos primeiros dias de vida, mimetizando o leite de transição materno (Van Soest et al., 2020).

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar como o fornecimento de leite de transição materno ou formulado, utilizando-se colostro em pó, afeta o desempenho e a saúde de bezerros leiteiros. Além disso, entender como a correção do colostro de média qualidade utilizando-se colostro em pó, associado ou não ao leite de transição, afeta a transferência de imunidade passiva, a saúde e o desempenho de bezerros leiteiros.

## Referências

- Bartier, A. L., M. C. Windeyer, and L. Doepel. 2015. Evaluation of on-farm tools for colostrums quality measurement. *J. Dairy Sci.* 98:8882-8888. doi.org/10.3168/jds.2014-8415.
- Blum, J. W., and H. Hammon. 2000. Colostrum effects on the gastrointestinal tract, and on nutritional, endocrine and metabolic parameters in neonatal calves. *Livest. Prod. Sci.* 66:151–159. doi.org/ 10 .1016/ S0301 -6226(00)00222 -0.
- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 24:19–39. doi: 10.1016/j.cvfa.2007.10.005.
- Godden, S. M., J. E. Lombard, and A. R. Woolums. 2019. Colostrum management for dairy calves. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 35:535–556. Doi .org/ 10 .1016/ j.cvfa .2019 .07 .005.
- Holstege, m. M. C., bont-smolenaars, de a. J. G., santman-berends, i. M. G. A. Van der linde-witteveen, g. M., van schaik, g., velhuis, a. G. J. Lam, t. J. G. M. 2018. Factors associated with high antimicrobial use in young calves on dutch dairy farms: a case-control study. *J. Dairy sci.* 01:9259–9265. doi: 10.3168/JDS.2017-14252.
- Kargar, S. Bahadori-Moghaddama, M. Ghoreishi, S. M. Akhlaghi, A. Kanani, M. Pazoki, A. Ghaffari, M. H. 2021. Extended transition milk feeding for 3 weeks improves growth performance and reduces the susceptibility to diarrhea in newborn female Holstein calves. *Animal.* 15: 100151. doi.org/10.1016/j.animal.2020.100151.

- 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., James, R., Maas, J., & Sterner, K. (2020). Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. *Journal of Dairy Science*, 103(8), 7611-7624. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955>.
- Lopez, A. J., Jones, C. M., Geiger, A. J., Heinrichs, A. J. 2020. Comparison of immunoglobulin G absorption in calves fed maternal colostrum, a commercial whey-based colostrum replacer, or supplemented maternal colostrum. *J. Dairy Sci*103, 5:4838-4845. [doi.org/10.3168/jds.2019-17949](https://doi.org/10.3168/jds.2019-17949).
- NASEM (National Academy of Science, Engineering, and Medicine). 2021. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. National Academies Press.
- Van Amburgh, M. E. and Soberon, F. 2013. The role of calf nutrition and management on lifetime productivity of dairy cattle. In *Proceedings of the Cow Longevity Conference*, 28–29 August 2013, Hamra Farm, Tumba, Sweden, pp. 178–197.
- Van Soest, B. M., Weber Nielsen, A.J. Moeser, A. Abuelo, M.J. VandeHaar. 2022. Transition milk stimulates intestinal development of neonatal Holstein calves, *Journal of Dairy Science*, 105(8), 7011-7022. [doi.org/10.3168/jds.2021-21723](https://doi.org/10.3168/jds.2021-21723).
- Van Soest, B., F. Cullens, M. J. VandeHaar, and M. Weber Nielsen. 2020. Short communication: Effects of transition milk and milk replacer supplemented with colostrum replacer on growth and health of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 103. [Doi.org/10.3168/jds.2020-18361](https://doi.org/10.3168/jds.2020-18361).



## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Sistema imune de bezerros e importância da colostragem**

O sistema imunológico dos mamíferos é composto por vários mecanismos que minimizam a entrada e/ou ação de patógenos. Entre estes mecanismos, estão as barreiras físicas, que evitam a penetração de microrganismos invasores, a imunidade inata, responsável pela rápida proteção inicial, e a imunidade adaptativa, responsável pela imunidade eficaz prolongada (Tizard, 2014).

Embora o sistema imune esteja completamente formado ao nascimento, inicialmente a resposta imune pós-natal é lenta e de baixa intensidade, devido a imaturidade funcional das células imunes (Tizard 2014). Dessa forma, a defesa adaptativa não responde no mesmo nível observado em animais adultos por várias semanas. Por isso, há maior susceptibilidade a doenças infecciosas, não pela incapacidade do organismo em armar uma resposta imunológica, mas pelo estado não estimulado do sistema de defesa.

Após o desenvolvimento fetal em ambiente estéril, os bezerros recém-nascidos encontram, primeiramente, uma população diversificada de microrganismos ativos durante o nascimento, no canal vaginal (Virginio Júnior e Bittar, 2021). Esse período imediatamente após o nascimento é um momento crítico de adaptação às condições ambientais para o neonato, uma vez que as condições uterinas são extremamente controladas (Novo et al., 2017). Ao nascimento, o sistema imunológico do bezerro está funcionalmente limitado, resultando em forte dependência de funções inatas inespecíficas, enquanto as funções adaptativas específicas se desenvolvem com o avanço da idade dos animais (Vlasova and Saif, 2021).

As células do sistema imunológico podem ser divididas em células de defesa inatas, incluindo neutrófilos e macrófagos, e células de defesa adaptativas, como células B e células T (Gelsinger e Heinrichs, 2017). Cada um desses grupos de células é importante para reconhecer e remover organismos estranhos do hospedeiro. As células de defesa inatas reconhecem antígenos com base em padrões encontrados na superfície de células estranhas que não estão presentes nas células hospedeiras (Vlasova and Saif, 2021). Em contraste, as células imunes adaptativas produzem receptores que reconhecem antígenos específicos e, portanto, são capazes de distinguir e criar memória de espécies estranhas individuais, gerando diferentes tipos de respostas imunes em função do tipo de antígeno (Gelsinger e Heinrichs, 2017). Dessa forma, as células imunes adaptativas em bezerros neonatos são incapazes de reconhecer antígenos estranhos até que as células estranhas sejam primeiramente



reconhecidas, fagocitadas, digeridas, transportadas e os antígenos sejam apresentados por células imunes inatas em tecidos linfoides (Gelsinger e Heinrichs, 2017).

Além disso, em bovinos, em virtude da estrutura placentária sinepteliocorial, com três camadas maternas e três fetais, não ocorre passagem transplacentar de moléculas de imunoglobulinas para o feto (Blum e Baumrucker, 2008). Como resultado, os bezerros recém-nascidos são hipogamaglobulinêmicos (Weaver et al., 2000), sendo totalmente dependentes do consumo de colostro para que haja transferência passiva de imunoglobulinas maternas. Estas imunoglobulinas serão importantes para a proteção contra as infecções, até que o sistema imune do bezerro seja completamente funcional (Godden, 2019). O fornecimento de imunoglobulina G (IgG), principal imunoglobulina presente no colostro bovino, aumenta as respostas inatas, unindo-as à especificidade adaptativa fornecida pelo sistema imunológico materno (Gelsinger e Heinrichs, 2017).

A duração da imunidade conferida pelo colostro é influenciada pela concentração e a meia-vida das imunoglobulinas (Baintner, 2007). A maioria dos anticorpos maternos bovinos tem uma meia-vida de 16 a 28 dias (Chase et al., 2008). Com isso, os bezerros serão mais suscetíveis a infecções quando ocorre o declínio dos anticorpos colostrais, e os mesmos não oferecem mais proteção. No entanto, ainda exercem uma inibição no desenvolvimento da resposta imune do bezerro, pois é reconhecido que a imunidade passiva é um obstáculo para a indução da imunização ativa (Morein et al., 2002).

Assim, a colostragem é extremamente importante, pois a transferência de imunidade passiva (TIP) bem-sucedida reduz o risco de mortalidade e morbidade (Hulbert e Moisés, 2016). Além disso, a importância do fornecimento de colostro para o desenvolvimento e maturação do sistema imunológico de bezerros neonatos está muito além do fornecimento de imunoglobulinas (Hammon et al., 2020). O colostro pode apresentar efeitos potenciais positivos no microbioma intestinal no período neonatal (Malmuthuge e Guan, 2017), o qual desempenha papel crucial no desenvolvimento do sistema imunológico da mucosa e influencia a saúde do recém-nascido (Malmuthuge et al. 2015; Virginio Júnior e Bittar, 2021). Da mesma forma, o leite de transição também pode contribuir para o desenvolvimento e o estabelecimento da microbiota comensal em bezerros recém-nascidos (Hromadkova et al., 2020). Com isso, realizar a transição do colostro para a dieta líquida com leite de transição também pode beneficiar o microbioma intestinal e conseqüentemente a saúde e o desempenho dos animais.

## 2.2 Recomendação atual de colostragem

O fornecimento de colostro é o manejo mais importante na determinação da saúde e sobrevivência do bezerro (Godden et al., 2019). A absorção intestinal de imunoglobulinas colostrais durante as primeiras 24 horas após o nascimento é denominada de TIP (Quigley e Drewry, 1998). A TIP adequada é fundamental para proteger os bezerros nos primeiros dias de vida contra infecções, até que seu sistema imune imaturo se torne completamente funcional (Godden et al., 2019). Os benefícios adicionais de um manejo adequado de colostro incluem maior taxa de ganho e produtividade futura (Faber et al. 2005; Williams et al., 2014). Esses benefícios da colostragem podem ser atribuídos às imunoglobulinas protetoras, bem como aos altos níveis de nutrientes e compostos bioativos que fornecem combustível metabólico e estimulam o crescimento e o desenvolvimento pós-natal (DeNise et al., 1989). Por esses motivos, a concentração sérica de IgG é um excelente preditor de menor morbidade e mortalidade (Lombard et al., 2020)

Para obter uma TIP bem-sucedida, os bezerros devem consumir uma massa suficiente de IgG do colostro e, em seguida, absorver com sucesso quantidade suficiente de IgG que entra em circulação. A concentração sérica de IgG >10 g/L em bezerros entre 24 e 48 h de idade, foi tradicionalmente definida como TIP adequada por um longo período de tempo (Davis e Drackley, 1998; Quigley, 2002); para isso, era recomendado o fornecimento de 150 a 200 g de IgG colostrar logo após o nascimento (Godden et al., 2019). No entanto, essa definição foi reavaliada, uma vez que estudos recentes têm descrito que a redução da morbidade em bezerros está associada a níveis séricos de IgG mais elevado (Windeyer et al., 2014, Uriel et al., 2018).

O atual consenso de colostragem recomenda o consumo mínimo de 300g de IgG para obter TIP excelente (Lombard et al., 2020). A literatura recente recomenda que os animais devem receber colostro de alta qualidade ( $\geq 22\%$  brix), no volume correspondente a 10% do peso ao nascer nas primeiras 2h de vida, seguido de uma refeição adicional de 5% do peso ao nascer no período de até 6-8h após o nascimento (Godden et al., 2019; Lombard et al., 2020). A gestão da TIP é realizada através da classificação dos animais avaliados em 4 categorias (Tabela 1), de acordo com a concentração de IgG no sangue, o que está fortemente correlacionado com a concentração de proteína sérica total ou a % de brix no sangue (Godden et al., 2019). Esta sugestão de distribuição dos animais nas diferentes categorias tem como objetivo reduzir os índices de morbidade e mortalidade em bezerros na fase de aleitamento. No entanto, esta proposta também considera algumas falhas intrínsecas aos processos

biológicos, especialmente partos noturnos e partos distócicos, os quais estão associados a menor sucesso na TIP.

**Tabela 1.** Categorias de avaliação da transferência de imunidade passiva

Categoria de TIP	Concentração de IgG (g/L)	de Equivalente PTS (g/dL)	em Equivalente em % brix	% de bezerros
Excelente	≥ 25,0	≥ 6,2	≥ 9,4	> 40
Bom	18,0–24,9	5,8–6,1	8,9–9,3	~30
Regular	10,0–17,9	5,1–5,7	8,1–8,8	~20
Ruim	< 10,0	< 5,1	< 8,1	<10

Adaptado de Godden et al., (2019)

A concentração mínima de IgG para que o colostro seja considerado de qualidade permaneceu sendo de IgG  $\geq 50$  g/L ou Brix  $\geq 22\%$ , contagem bacteriana total (CBT)  $< 100.000$  UFC/mL, e contagem de coliformes  $< 10.000$  UFC/mL (Mc Guirk e Collins, 2004; Lombard et al., 2020). No entanto, outra pesquisa sugeriu elevar esse valor para 80 mg/mL de IgG (Bartier et al., 2015), o que corresponde a 25% de Brix no colostro.

A TIP é influenciada diretamente pela concentração de IgG presente no colostro e volume de colostro ingerido pelo bezerro, visto que esses dois fatores definem a massa de imunoglobulinas ingerida. Contudo, o tempo após o nascimento no qual a primeira ingestão de colostro é realizada é o principal fator que afeta a absorção de moléculas de imunoglobulinas na circulação (Godden, 2008). Isso porque, uma alta concentração de IgG circulante é alcançada pelo consumo de colostro de alta qualidade em alto volume logo após o nascimento (Lombard et al., 2020). O abomaso dos recém-nascidos apresenta pequena produção de ácido clorídrico, pouca atividade da pepsina gástrica, presença de fator inibidor da tripsina e baixa atividade proteolítica intestinal, estes fatores protegem as imunoglobulinas do processo de digestão. A transferência de imunoglobulinas colostrais para a corrente sanguínea do bezerro ocorre através da capacidade temporária do epitélio intestinal em absorver proteínas durante as primeiras horas de vida (Lopez et al., 2022). A absorção das imunoglobulinas colostrais ocorre somente durante as primeiras 24h de vida, via pinocitose não seletiva (Elizondo-Salazar e Heinrichs, 2009); posteriormente, passam pelo sistema linfático e finalmente entram na circulação sistêmica pelo ducto torácico (Besser e Gay, 1994). As imunoglobulinas no intestino se ligam a receptores Fc dos enterócitos neonatais

(FcRn) que são responsáveis pelo transporte ativo dessa substância do lúmen intestinal para a circulação sanguínea dos bezerros (Godden, 2008). A eficiência da transferência de imunoglobulinas através do epitélio intestinal é máxima nas primeiras 4 horas pós-parto, porém, a partir de 6 horas pós-parto ocorre um declínio gradativo na eficiência de absorção, cessando a absorção dessas macromoléculas com 24h de vida (Godden, 2008).

Para atender as novas recomendações de consumo de IgG colostrado e TIP, quando a disponibilidade de colostro materno é baixa, ou quando a qualidade é comprometida pelos baixos níveis de IgG ou ainda pela presença de patógenos transmitidos pela alimentação, o substituto de colostro, conhecido popularmente como colostro em pó é uma alternativa (Chamorro et al., 2017). Além do mais, o colostro em pó pode ser utilizado para enriquecer o colostro de média qualidade (18 a 21% brix), bem como para suplementar a dieta líquida nos primeiros dias de vida, mimetizando o leite de transição materno (Van Soest et al., 2020).

### **2.3 Leite de transição**

O leite de transição pode ser definido como a secreção produzida pela glândula mamária no período intermediário entre a produção de colostro e o leite integral. De acordo com Godden (2008), após a primeira ordenha (definida como colostro), o período entre a segunda até sexta ordenha pós-parto é considerado leite de transição, pois há um declínio gradual dos componentes nutricionais e bioativos após a primeira ordenha.

O leite de transição apresenta perfil nutricional e imunológico superior ao leite integral (Tabela 2). Apesar do declínio gradual dos componentes presentes no colostro a cada ordenha, o leite de transição ainda apresenta concentrações consideráveis de gordura, proteínas, aminoácido e compostos bioativos.

Além de um sistema digestório extremamente vulnerável, o bezerro neonato necessita de um aporte energético extra para se ajustar a vida extrauterina. Nutricionalmente, o leite de transição contém maior composição em sólidos que o leite integral. O declínio gradativo dos componentes nutricionais e imunológico durante a transição do colostro até o leite integral é biologicamente sincronizado com necessidades nutricionais e imunológicas do neonato.

**Tabela 2.** Composição do colostro e do leite de transição das cinco primeiras ordenhas, em comparação com o leite integral

Item	Ordenhas pós-parto					
	1	2	3	4	5	6
	Colostro	Leite de transição			Leite	
Imunoglobulinas (%)	6,0	4,2	2,4	-	-	0,9
IgG (g/100 ml)	3,2	2,5	1,5	-	-	0,6
Gordura (%)	6,7	5,4	3,9	4,4	4,3	4,0
Proteína (%)	14,0	8,4	5,1	4,2	4,1	3,1
Lactose	2,7	3,9	4,4	4,6	4,7	5,0
Lactoferrina (g/L)	1,84	0,86	0,46	0,36	-	-
Insulina (µg/L)	65	35	16	8	7	1
GH (µg/L)	1,5	0,5	-	-	-	-
IGF-1 (µg/L)	310	195	105	62	49	-

Adaptado de Blum e Hammon, 2000

A mudança abrupta do colostro para a dieta líquida exclui uma importante fase de transição nutricional, na qual as vacas ainda produzem uma secreção rica em nutrientes e energia, e que contem hormônios e bioativos importantes para o desenvolvimento animal. Segundo Steele (2019), a transição alimentar do colostro para a dieta líquida pode ser igualmente ou até mais importante do que outras transições críticas na vida de um bezerro leiteiro. No geral, o colostro bovino juntamente com o leite de transição fornece nutrientes e fatores não nutritivos que auxiliam o sistema imunológico a se tornar ativo, além de amadurecer o intestino e promover o desenvolvimento de órgãos (Hammon et al., 2020).

A ingestão de leite de transição promove consumo prologado de IgG, beneficiando a saúde dos animais. A presença das imunoglobulinas no intestino, 24 horas após o nascimento, proporciona proteção local formando uma camada que impede a ligação de microrganismos à parede intestinal (Snodgrass et al., 1982). A suplementação de 150g de colostro em pó ao sucedâneo (32 g de IgG) durante os primeiros 14 dias de vida resultou em redução de diarreia, doenças respiratórias, aumento umbilical e uso de antibióticos em bezerros leiteiros (Chamorro et al., 2017). Estudos recentes também mostram que os compostos bioativos

presente no leite de transição podem auxiliar a reduzir os riscos de doenças na criação de bezerras e assim aumentar o desempenho (Kargar et al., 2021; Van Soest et al. 2022). Os primeiros resultados, mostram que o fornecimento de duas ou quatro refeições adicionais de leite de transição em comparação com tratamento controle, sem leite de transição, reduziu as chances de receber um pior escore de secreção ocular/ouvido e nasal (Conneely et al., 2014). A inclusão de 33,33% de leite de transição na dieta líquida, nos primeiros 14 dias de vida resultou em menor probabilidade de bezerras apresentarem diarreia em comparação aos tratamentos que continham 0%, 8,3% ou 16,6% de inclusão de leite de transição, no mesmo período de fornecimento (Kargar et al., 2021).

Além dos composto bioativos, o fornecimento de leite de transição também proporciona maior consumo de nutrientes, influenciando positivamente no desempenho dos bezerras. Os benefícios do fornecimento de leite transição podem ser observados logo nos primeiros dias vida. Van Soest et al. (2022), avaliando o fornecimento de leite de transição materno vs. sucedâneo no período entre o 2º e 4º dia de vida, verificaram que os bezerras alimentados com leite de transição apresentaram maior GPD (640g/d) nos primeiros 5 dias de vida em relação aos animais alimentados com sucedâneo (340g/d). O uso do colostro em pó para mimetizar o leite de transição materno, também tem apresentado resultados positivos sobre as variáveis de desempenho.

#### **2.4 Componentes bioativos do colostro e leite de transição**

A morbidade e mortalidade por doenças infecciosas ainda é uma causa comum de perdas econômicas na criação de bezerras, muito em virtude de uma colostragem ineficaz. Por conta disso, há elevado uso de antibióticos nos diferentes sistemas de produção (Holstege et al., 2018). Assim, práticas de manejo que reduzam a ocorrência de doenças, principalmente nas primeiras semanas de vida da bezerra, são fundamentais para tornar a criação eficiente e rentável.

O fornecimento de leite de transição, após o período de colostragem, tem sido bastante discutido como uma forma de manejo que pode minimizar os riscos de doenças na criação de bezerras. Além disso, pode melhorar o desempenho na fase de cria, pela sua composição apresentar grandes quantidades substâncias biologicamente ativas nutritivas e não nutritivas (Van Soest et al., 2022). Além do mais, o NASEM (2021) recomenda o fornecimento de leite de transição durante o segundo e terceiro dia de vida.

Apesar de ocorrer o declínio gradual dos componentes presentes no colostro, o leite de transição ainda apresenta concentrações consideráveis de gordura, proteínas, aminoácido e

compostos bioativos. Os principais componentes bioativos que podem ser encontrados no colostro e no leite de transição bovino são imunoglobulinas, fatores de crescimento semelhante a insulina (IGF-I e IGF-II), insulina, lactoferrina, lisozima e lactoperoxidase (Blum e Hammon 2000). Embora estes compostos estejam em menores concentrações quando comparado ao colostro, o leite de transição ainda contém concentrações consideráveis destes componentes (Foley e Otterby 1978; Blum e Hammon; 2000; Conneely et al., 2014).

As imunoglobulinas representam a principal classe de proteínas no colostro. Além de sua indiscutível importância na transferência de imunidade passiva, têm efeitos antimicrobianos e neutralizantes de endotoxinas em todo o trato digestivo posterior, desempenhando papel direto na defesa do trato gastrointestinal (TGI) (Bühler et al., 1998). A IgG é a principal classe das imunoglobulinas bovinas e está em maior quantidade no colostro (85% a 90%), sendo esta responsável pela imunidade sistêmica do organismo do bezerro neonato (Baumrucker e Bruckmaier, 2014). A principal função da IgG é a neutralização e a opsonização dos microrganismos, além da sua participação na citotoxicidade celular dependente de anticorpos (Gomes et al., 2017). A IgG bovina pode se ligar a uma ampla gama de bactérias e vírus patogênicos, como *E. coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Cryptosporidium* e *Rotavirus* (Laurien et al., 2018). Além de reconhecer patógenos associados ao trato gastrointestinal, as imunoglobulinas também podem se ligar a patógenos do trato respiratório.

Apesar do consumo de imunoglobulinas em bezerros com 24 horas de vida não resultar em maior absorção de IgG, o fornecimento de leite de transição proporciona consumo prolongado de IgG, o que impede a infecção causada por vírus e bactérias entéricas (Snodgrass et al., 1982, Van Soest et al., 2022). A presença das imunoglobulinas no intestino 24 horas após o nascimento proporcionam proteção local passiva, através da formação de camada protetora que impede a ligação de microrganismos à parede intestinal, o que pode influenciar diretamente no desempenho de bezerros (Van Soest et al, 2022).

As citocinas também podem estar presentes no leite de transição, embora em menores concentrações em relação ao colostro. No entanto, as citocinas apresentam importante efeito biológico mesmo em baixas concentrações (10 a 1000 pg. mL<sup>-1</sup>; Gauthier et al. 2006).

Tanto o colostro quanto o leite de transição contêm vários fatores de crescimento que estimulam o crescimento e a diferenciação celular (Tripathi e Vashishtha, 2006), auxiliando o desenvolvimento intestinal de bezerros recém-nascidos (Donovan et al., 2007). Os fatores de crescimento mais abundantes e mais bem caracterizados no colostro e leite de transição bovino são os IGF-I e IGF-II (Fatores de crescimento semelhantes à insulina I e II) (Blum e

Hammon, 2000). O IGF-I proveniente das primeiras secreções mamárias pós-parto pode ser um regulador chave no desenvolvimento do TGI de bezerros recém-nascidos, incluindo estimulação do crescimento da mucosa, de enzimas presentes na borda em escova, da síntese de DNA intestinal, do aumento do tamanho das vilosidades e do aumento da captação de glicose (Bühler et al., 1998; Blum, 2006). Assim, os IGFs e a insulina, estimulam a captação de glicose, a síntese de glicogênio, proteína, RNA, DNA e lipídios e a proliferação celular em concentrações nanomolares *in vitro* (Tripathi e Vashishtha, 2006), bem como a inibição da morte celular por apoptose ou inflamação na mucosa intestinal (Blum, 2006).

Fatores antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos também podem ser encontrados no leite de transição. Entre os enzimáticos podem ser citados a lactoperoxidase e a lisozima. Entre os não enzimáticos estão as vitaminas A, C e E, o selênio e a lactoferrina (Pandey et al., 2011).

A lactoperoxidase é uma enzima que tem capacidade bactericida, contra bactérias patogênicas gram-negativas, e bacteriostática, contra muitas gram-positivas (Fox e Kelly 2006). A lisozima é uma enzima que se liga à camada de peptidoglicano da parede celular bacteriana, causando lise das bactérias (Pandey et al., 2011). Além disso, esta enzima interage com outros fatores do colostro, como a lactoperoxidase, ativando-a parcialmente (Hulea et al., 1989).

A lactoferrina é uma glicoproteína de ligação ao ferro, com atividade antimicrobiana, anti-inflamatória e antioxidante, sendo um componente da resposta imune inata e um potente imunomodulador (Legrand, 2016). A lactoferrina tem atividade antimicrobiana de amplo espectro contra bactérias, como *Escherichia coli*, fungos, vírus e protozoários (Gomez e Chamorro, 2017). Essas propriedades antimicrobianas da lactoferrina são atribuídas à sua capacidade de se ligar ao ferro do meio, indisponibilizando-o para as bactérias durante seu crescimento. A lactoferrina também tem um papel importante na modulação da diferenciação e proliferação de células intestinais (Gomez e Chamorro, 2017). Além disso, a lactoferrina modula a produção de citocinas e quimiocinas pelo tecido linfóide associado ao intestino, proporcionando um ambiente para o crescimento de bactérias benéficas no intestino (Valenti et al., 2005).

## **2.5 Importância do colostro e do leite de transição no desenvolvimento intestinal**

A maturação do intestino neonatal permite que o bezerro realize a digestão e absorção dos nutrientes presentes no colostro e leite. No entanto, o trato digestivo também possui a função de barreira para impedir a entrada de patógenos e toxinas na circulação do animal



(Gäbel et al., 2002). Portanto, entender e manter as funções do trato digestivo são imprescindíveis para favorecer o crescimento e a saúde do bezerro neonato.

O fornecimento de colostro auxilia no início dos processos anabólicos em vários tecidos, estimulando o crescimento corporal pós-natal e o desenvolvimento dos órgãos (Hammon et al., 2020). Os compostos bioativos presentes no colostro e leite de transição interagem ou estimulam programas biológicos no revestimento de enterócitos “*naïve*” ou imaturos de recém-nascidos, contribuindo na maturação intestinal (Ontsouka et. al., 2016).

A maioria dos fatores biologicamente ativos no colostro, como IGF-I, IGF-II e insulina, são pouco absorvidos e, portanto, provavelmente não têm função sistêmica (Blum, 2006; Hammon et al., 2013). Deste modo, os efeitos locais dos fatores colostrais na proliferação de células da cripta, crescimento epitelial intestinal e maturação intestinal podem ser predominantes em animais neonatos (Donovan e Odle, 1994; Xu, 1996; Blum, 2006).

Os componentes bioativos e nutricionais presentes no leite de transição podem beneficiar a saúde e o crescimento geral dos bezerros, pois o crescente desenvolvimento do trato digestivo, particularmente o intestino delgado, permite uma melhor absorção de nutrientes e de outras moléculas bioativas (Pyo et al., 2020). Pesquisa pioneira no fornecimento prolongado de colostro, mostrou que bezerros alimentados com colostro por seis refeições apresentaram aumento da altura das vilosidades e profundidade das criptas em comparação aos bezerros que receberam apenas substituto do leite no mesmo período (Bühler et al., 1998). Um estudo semelhante também demonstrou que o fornecimento de colostro por três dias após o nascimento aumentou o comprimento e a largura das vilosidades, quando comparada a uma dieta à base de leite com menor teor de nutrientes e fatores de crescimento (Blättler et al., 2001). Recentemente, Pyo et al. (2020) também mostraram que o fornecimento prolongado de colostro ou uma mistura de colostro e leite (50% colostro e 50% leite) por três dias após o nascimento, melhorou o desenvolvimento do intestino delgado, quando comparados com bezerros neonatos que receberam apenas leite logo após a colostragem. O fornecimento de leite de transição nos primeiros dias de vida, também melhorou o desenvolvimento do intestino de bezerros, proporcionando maior capacidade dos bezerros absorver percentual maior de nutrientes de sua dieta mais cedo e conseqüentemente maior desempenho e eficiência (Van Soest et al., 2022). Além disso, o crescimento no intestino delgado e subsequente melhora na absorção de glicose também podem beneficiar os bezerros, permitindo superar a hipoglicemia e o balanço energético negativo, comumente observado em bezerros recém-nascidos (Steinhoff-Wagner et al., 2014).

## Referências

- Baintner, K. 2007. Transmission of antibodies from mother to young: evolutionary strategies in a proteolytic environment. *Vet. Immunol. Immunop.*117:153-161.
- Bartier, A. L., M. C. Windeyer, and L. Doepel. 2015. Evaluation of on-farm tools for colostrums quality measurement. *J. Dairy Sci.*98:8882-8888. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8415>.
- Baumrucker, C. R., and Bruckmaier, R. M. 2014. Colostrogenesis: IgG1 Transcytosis Mechanisms. *J Mammary Gland Biol Neoplasia.* 19(1):103–117.doi: 10.1007/s10911-013-9313-5.
- Besser, T. E., and C. C. Gay. 1994. The importance of colostrum to the health of the neonatal calf. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 10:107-117. doi: 10.1016/s0749-0720(15)30591-0.
- Blättler, U. Et al. Feeding colostrum, its composition and feeding duration variably modify proliferation and morphology of the intestine and digestive enzyme activities of neonatal calves. *The Journal of Nutrition*, v. 131, n. 4, p. 1256-1263, 2001. <https://doi.org/10.1093/jn/131.4.1256>.
- Blum, J. W., and H. Hammon. 2000. Colostrum effects on the gastrointestinal tract, and on nutritional, endocrine and metabolic parameters in neonatal calves. *Livest. Prod. Sci.* 66:151–159. doi.org/ 10 .1016/ S0301 -6226(00)00222 -0.
- Blum, J., 2006. Nutritional physiology of neonatal calves. *J. Anim. Physiol. Anim Nutr.* 90:1-11. Doi: DOI: 10.1111/j.1439-0396.2005.00614.x.
- Blum, J.W. and Baumrucker, C. R. 2008. Insulin-like growth factors (IGFs), IGF binding proteins, and other endocrine factors in milk: role in the newborn. *Advances in Experimental Medicine and Biology* 606, 397–422. Doi: 10.1007/978-0-387-74087-4\_16.
- Bühler, C., H Hammon, G. L. Rossi, and J. W. Blum. 1998. Small intestinal morphology in eighth-day-old calves fed colostrums for different duration or only milk replacer and treated with long-R3-insulin-like growth factor I and growth hormone. *J ANIM SCI.* 76: 758–765. Doi: 10.2527/1998.763758x.
- Chamorro, M.F., N. Cernicchiaro, and D. M. Haines, D., M. 2017. Evaluation of the effects of colostrum replacer supplementation of the milk replacer ration on the occurrence of disease, antibiotic therapy, and performance of pre-weaned dairy calves. *J. Dairy Sci.*100:1378-1387. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11652>.
- Chamorro, M.F., N. Cernicchiaro, and D. M. Haines, D., M. 2017. Evaluation of the effects of colostrum replacer supplementation of the milk replacer ration on the occurrence of disease, antibiotic therapy, and performance of pre-weaned dairy calves. *J. Dairy Sci.*100:1378-1387. Doi: 10.3168/jds.2016-11652.
- Chase, C. C., D. J. Hurley and A. J. Reber.2008. Neonatal immune development in the calf and its impact on vaccine response. *Vet Clin Food Anim.* 24:87-104. Doi: 10.1016/j.cvfa.2007.11.001.
- Conneely, M. D.P. Berry, J.P. Murphy, I. Lorenz, M.L. Doherty, and E. Kennedy. 2014. 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. *J. Dairy Sci.* 97 :6991–7000. Doi: 10.3168/jds.2013-7494.

- DeNise SK, Robison JD, Stott GH, et al. Effects of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. *J Dairy Sci* 1989;72:552–4. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79140-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79140-2).
- Donovan, D. C., Reber, A. J., Gabbard, J., Aceves-Avila, M., Galland, K. L., Holbert, K., Ely, L. O., Hurley, D. J. 2007. Effect of maternal cells transferred with colostrum on cellular responses to pathogen antigens in neonatal calves. *Am J Vet Res* 68 :778–82. Doi: 10.2460/ajvr.68.7.778.
- Donovan, S. M. and Odle, J. 1994. Growth factors in milk as mediators of infant development. *Annual Review of Nutrition* 14, 147–167. <https://doi.org/10.1146/annurev.nu.14.070194.001051>.
- Elizondo-Salazar, J.A. Heinrichs, A, J. 2009. Feeding heat-treated colostrum to neonatal dairy heifers: effects on growth characteristics and blood parameters. *J. Dairy Sci.* 92(7):3265–3273. doi: 10.3168/jds.2008-1667.
- Faber, S. N., N. E. Faber, T. C. McCauley, and R. L. Ax. 2005. Case study: effects of colostrum ingestion on lactational performance. *The Professional Animal Scientist* 21:249 420-425. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31240-7](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31240-7).
- Foley, J. A. and Otterby, D. E. 1978. Availability, Storage, Treatment, Composition, and Feeding Value of Surplus Colostrum: A Review. *J. Dairy Sci.* 61: 1033-1060. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(78\)83686-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(78)83686-8).
- Fox, P.F. Kelly, A. L. 2006. Indigenous enzymes in milk: overview and historical aspects—part 1. *Int. Dairy. J.* 16:500–516. Doi: 10.1016/j.idairyj.2005.09.013.
- Gäbel, G., J.R. Achenbach and F. Muller. 2002. Transfer of energy substrates across the ruminal epithelium: Implications and limitations. *Anim. Health Res. Rev.* 3:15-30. DOI: 10.1079/ahrr200237.
- Gauthier, S.F. Pouliot, Y. Maubois, J.L. 2006. Growth factors from bovine milk and colostrum: composition, extraction and biological activities. *Lait* 86:99–125. <https://doi.org/10.1051/lait:2005048>.
- Gelsinger, S.L. and Heinrichs, A.J. 2017. A short review: the immune system of the dairy calf and the importance of colostrum IGG. *J Dairy Vet Anim* 5(3):104–107. Doi: 10.15406/jdvar.2017.05.00144.
- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 24:19–39. doi: 10.1016/j.cvfa.2007.10.005.
- Godden, S. M., J. E. Lombard, and A. R. Woolums. 2019. Colostrum management for dairy calves. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 35:535–556. Doi .org/ 10 .1016/ j .cvfa .2019 .07 .005.
- Gomes, V. Costa Baccili, C. Martin, C. Silva Ramos, J. Sobreira Basqueira, N. Nascimento Silva, K., and Medici Madureira, K. 2017. Colostro bovino: muito além das imunoglobulinas. *Ver. Acad. Ciênc. Anim.* 15(Suppl 2) 99 :108. Doi: <https://doi.org/10.7213/academica.15.S02.2017.A10>.
- Gomez, D. E. and Chamorro, M. F. 2017. The importance of colostrum for dairy calves. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 30 (Suppl):241-244.
- Hammon, H. M. Liermann, W. Frieten, D. and Koch, C. 2020. Review: Importance of colostrum supply and milk feeding intensity on gastrointestinal and systemic development in calves. *Animal*, 14:133–143. Doi:10.1017/S1751731119003148.

- Hammon, H.M. Steinhoff-Wagner, J. Flor, J. Schönhusen, U and Metges, C. C. 2013. Lactation biology symposium: role of colostrum and colostrum components on glucose metabolism in neonatal calves. *Journal of Animal Science* 91, 685–695. doi: 10.2527/jas.2012-5758.
- Holstege, M. M. C., Bont-Smolenaars, de A. J. G., Santman-Berends, I. M. G. A. van der Linde-Witteveen, G. M., van Schaik, G., Velthuis, A. G. J. Lam, T. J. G. M. 2018. Factors associated with high antimicrobial use in young calves on Dutch dairy farms: A case-control study. *J. Dairy Sci.* 01:9259–9265. Doi: 10.3168/jds.2017-14252.
- Hromádková, J., Suzuki, Y., Pletts, S., Pyo, J., Ma, T., Chen, Y., Steele, M. A., and Guan, Le, L. 2020. Effect of colostrum feeding strategies on the expression of neuroendocrine genes and active gut mucosa-attached bacterial populations in neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 103. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17710>.
- Hulbert, L. E. and Moisé, S. J. 2016. Stress, immunity, and the management of calves. *J. Dairy Sci.* 99:3199–3216. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10198>.
- Hulea, S. A., Mogos, S., Matei, L. 1989. Interaction of lactoperoxidase with enzymes and immunoglobulins in bovine milk. *Biochemistry International*. 19, n. 6, 1173–1781.
- Kargar, S. Bahadori-Moghaddama, M. Ghoreishi, S. M. Akhlaghi, A. Kanani, M. Pazoki, A. Ghaffari, M. H. 2021. Extended transition milk feeding for 3 weeks improves growth performance and reduces the susceptibility to diarrhea in newborn female Holstein calves. *Animal*. 15: 100151. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100151>.
- Laurien H. Ulfman, Jeanette H. W. Leusen, Huub F. J. Savelkoul, John O. Warner, R. J. 2018. *Front Nutr.* 5:52.10.3389/fnut.2018.00052.
- Legrand, D. 2016. Overview of Lactoferrin as a Natural Immune Modulator. *J. Pediatr.* 173 (Suppl): S10–S15. Doi: 10.1016/j.jpeds.2016.02.071.
- Lombard, J., Urie, N., Garry, F., Godden, S., Quigley, J., Earleywine, T., McGuirk, S., Moore, D., et al. 2020. Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. *Journal of Dairy Science*. In Press. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955>.
- Malmuthuge, N., and Luo Guan, le, L. 2017. Understanding the gut microbiome of dairy calves: Opportunities to improve early-life gut health. *J. Dairy Sci.* 100:5996–6005. Doi.org/10.3168/jds.2016-12239.
- Malmuthuge, N., Griebel, P. J., and Guan le, L. 2015. The Gut Microbiome and Its Potential Role in the Development and Function of Newborn Calf Gastrointestinal Tract. *Front Vet Sci*, 2, 36. Doi:10.3389/fvets.2015.00036.
- McGuirk, S., M. and M. Collins. 2004. Managing the production, storage and delivery of colostrum. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 284 20: 593. doi: 10.1016/j.cvfa.2004.06.005.
- Morein, B. Abusugra, I. Bomqvist, G. 2002. Immunity in neonates. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 87: 207-213. Doi: 10.1016/s0165-2427(02)00078-8.
- NASEM (National Academy of Science, Engineering, and Medicine). 2021. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. National Academies Press.
- Novo S.M.F. Costa, J.F.D.R. Baccili, C.C. Sobreira, N.M. Silva, B.T. Oliveira, P.L. et al. 2017. Effect of maternal cells transferred with colostrum on the health of neonate calves. *Res Vet Sci*. 112:97:104. Doi: 10.1016/j.rvsc.2017.01.025

- Ontsouka, E.C. Albrecht, C. Bruckmaier, R.M. 2016. Invited review: growth-promoting effects of colostrum in calves based on interaction with intestinal cell surface receptors and receptor-like transporters. *J Dairy Sci.* 2016;99(6):4111–23. Doi: 10.3168/jds.2015-9741.
- Pandey, N. N. et al. 2011. Bovine colostrum: A veterinary nutraceutical. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health.* 3:31–35.
- Pyo, J. Hare, K. Pletts, S. Inabu, Y. Haines, D. Sugino, T. Guan, L. L. and Steele, M. 2020. Feeding colostrum or a 1:1 colostrum: milk mixture for 3 days postnatal increases small intestinal development and minimally influences plasma glucagon-like peptide-2 and serum insulin-like growth factor-1 concentrations in Holstein bull calves. *J. Dairy Sci.* 103:4236–4251. Doi.org/10.3168/jds.2019-17219.
- Quigley, III, J. D. and J. J. Drewry.1998. Nutrient and immunity transfer from cow to calf pre- and postcalving. *J. Dairy Sci.*81:2779–2790. doi:10.3168/jds. S0022-0302(98)75836-9.
- Snodgrass, D. R. Stewart, J. Taylor, J. Krautil, F. L. Smith, M. L. 1982. Diarrhea in dairy calves reduced by feeding colostrum from cows vaccinated with rotavirus. *Research in veterinary Science.* 32:70-72. Doi: 10.1016/S0034-5288(18)32440-8.
- Steele, M. A. 2019. Transition Milk Boosts Calves' Digestive Development. Disponível em: <https://www.dairyherd.com/article/transition-milk-boosts-calves-digestive-development>.
- Steinhoff-Wagner, J., S. Görs, P. Junghans, R. M. Bruckmaier, E. Kanitz, C. C. Metges, and H. M. Hammon. 2011. Intestinal glucose absorption but not endogenous glucose production differs between colostrum and formula-fed neonatal calves. *J. Nutr.* 141:48–55. Doi: 10.3945/jn.110.128652.
- Tizard, I. R. *Imunologia veterinária.* 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 1217p.
- Tripathi, V. and Vashishtha, B. 2006. Bioactive Compounds of Colostrum and Its Application. *Food Reviews International.* 22:225-244. Doi: 10.1080/87559120600694606.
- Urie, N. J., J. E. Lombard, C. B. Shivley, C. A. Koprak, A. E. Adams T. J. Earleywine, J. D. Olson, and F. B. Garry. 2018. 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>.
- Valenti P, Antonini G. 2005. Lactoferrin: An important host defence against microbial and viral attack. *Cell Mol Life Sci.* 62:2576-2587. doi: 10.1007/s00018-005-5372-0.
- Van Soest, B. Weber Nielsen, M. Moeser, A. J. Abuelo, A. and VandeHaar, M. J. 2022. Transition milk stimulates intestinal development of neonatal Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 105:7011–7022. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21723>.
- Van Soest, B., F. Cullens, M. J. VandeHaar, and M. Weber Nielsen. 2020. Short communication: Effects of transition milk and milk replacer supplemented with colostrum replacer on growth and health of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 103. Doi.org/10.3168/jds.2020-18361.
- Virgínio Júnior, G. F., & Bittar, C. M. M. (2021). Microbial colonization of the gastrointestinal tract of dairy calves – a review of its importance and relationship to health and performance. *Animal Health Research Reviews*, 22(2), 97–108. <http://doi.org/10.1017/S1466252321000062>.

- Vlasova, A. N., and Saif, L. J. 2021. Bovine Immunology: Implications for Dairy Cattle. *Front. Immunol.* 12:643206. Doi: 10.3389/fimmu.2021.643206.
- Weaver, D. M., J. W. Tyler, D. C. VanMetre, D. E. Hostetler, and G. M. Barrington. 2000. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *J. Vet. Intern. Med.* 14:569–577. Doi: 10.1892/0891-6640(2000)014<0569:ptocii>2.3.co;2.
- Williams, R. D., P. Pithua, A. Garcia, J. Champagne, D. M. Haines and S. S. Aly. 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.* 6: 698-741. doi: 10.1155/2014/698741.
- Windeyer, M. C., K. E. Leslie, S. M. Godden, D. C. Hodgins, K. D. Lissemore, e S. J. LeBlanc. 2014. Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. *Prev. Vet. Med.* 113:231–240. doi: 10.1016/j.prevetmed.2013.10.019.
- Xu RJ 1996. Development of the newborn GI tract and its relation to colostrum milk intake: a review. *Reproduction Fertility and Development* 8, 35–48. Doi: 10.1071/rd9960035.



### 3 AVALIAÇÃO DO EFEITO DO FORNECIMENTO DE LEITE DE TRANSIÇÃO MATERNO OU LEITE ENRIQUECIDO COM COLOSTRO EM PÓ NA SAÚDE E DESEMPENHO DE BEZERROS LEITEIROS

#### Resumo

O objetivo do presente estudo foi avaliar como o fornecimento de leite de transição materno ou formulado utilizando-se colostro em pó afeta o desempenho e a saúde de bezerros leiteiros. Trinta e seis bezerros da raça holandesa (machos e fêmeas) foram alocados em blocos casualizados de acordo com sexo, peso e data ao nascer e distribuído em três tratamentos: 1) Leite: colostragem seguida do fornecimento de 4L/d de leite integral por três dias (n=12); 2) Leite de transição (LT): colostragem seguida de fornecimento 4L/d de leite de transição materno por três dias (n=12); 3) Leite de transição formulado (LTF): colostragem seguida do fornecimento 4L/d de leite integral enriquecido com 70g/L de colostro em pó (totalizando 280g/d), por três dias (n=12). A colostragem foi padronizada para os três tratamentos com fornecimento de colostro de alta qualidade (23% a 25% brix) nas primeiras 3h de vida no volume correspondente a 12% do peso ao nascer. Foram realizadas colheitas de sangue antes do fornecimento de colostro (0h), com 24, 48 e 72 horas de vida, para determinação de proteína total, albumina, glicose e AGNE. Nas primeiras 72h também foram coletadas amostras para contagem de hemácias, contagem global e diferencial de leucócitos. A transferência de imunidade passiva foi avaliada com 48h. Ao longo do período de aleitamento os bezerros receberam 6L/d de leite integral, tiveram acesso *ad libitum* à água e concentrado e foram alojados em baias suspensas individuais até os 14d de vida e posteriormente em casinhas tropicais até 56d. O consumo de concentrado foi avaliado diariamente, e semanalmente avaliou-se o peso e as medidas corporais. A saúde dos bezerros foi monitorada diariamente e a incidência ocorrência de diarreia foi avaliada através do escore fecal. Durante o aleitamento foram colhidas amostras de sangue semanalmente para determinação de proteína total, albumina, lactato e glicose. Os dados foram analisados através do PROC MIXED do pacote estatístico SAS (version 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC. Os três tratamentos apresentaram brix sérico  $\geq 9,4\%$  às 48h. Não houve diferenças nas concentrações de IgG e volume de LT ingerido após a colostragem ( $P>0,05$ ). A contagem média de eritrócitos, contagem global e diferencial de leucócitos do período de 0h até 72h de vida não foram afetadas pelos tratamentos. Os parâmetros metabólicos albumina e proteína total avaliados com 0h até 72h, não foram influenciados pelos tratamentos ( $P>0,05$ ), enquanto houve tendência para maiores concentrações de glicose ( $P=0,0964$ ) e lactato ( $P=0,0629$ ) em bezerros que receberam leite, quando comparados ao LT, sem diferenças com LTF. Os tratamentos não afetaram os parâmetros de saúde como escore fecal ( $P=0,3943$ ), dias com diarreia ( $P=0,3784$ ), dias com febre ( $P=0,1428$ ); número de tratamentos para diarreia ( $P=0,8907$ ), para doenças respiratórias ( $P= 0,6111$ ) e para TPB ( $P= 1,0000$ ). O peso médio e as medidas corporais de largura de garupa e altura de cernelha foram maiores para os animais que receberam LTF em relação aos animais que foram alimentados com LT, sem diferenças para os bezerros alimentados com leite integral ( $P<0,05$ ). Os parâmetros sanguíneos avaliados durante o aleitamento, não foram afetados pelos tratamentos ( $P> 0,05$ ). Todos os tratamentos resultaram em excelente desempenho e boas condições de saúde, contudo os potenciais benefícios do fornecimento de LT ou LTF não foram observados neste estudo.

**Palavras-chave:** Colostro em pó; Leite de transição; Recém-nascido



## Abstract

The present study aimed to evaluate how the supply of maternal or formulated transition milk, using colostrum powder, affects the performance and health of dairy calves. Thirty-six Holstein calves (males and females) were allocated in randomized blocks according to sex, weight, and birth date and distributed into three treatments: 1) Milk: colostrum followed by supplying 4L/d of whole milk for three days (n=12); 2) Transition milk (TM): colostrum followed by supplying 4L/d of maternal transition milk for three days (n=12); 3) Formulated transition milk (FTM): colostrum followed by supplying 4L/d of whole milk enriched with 70g/L of colostrum powder (totaling 280g/d), for three days (n=12). Colostrum was standardized for the three treatments with high-quality colostrum supply (23% to 25% brix) in the first 3 hours of life in a volume corresponding to 12% of birth weight. Blood samples were collected before colostrum feeding (0h), at 24, 48, and 72 hours of life, to determine total protein, albumin, glucose, and NEFA. In the first 72 hours, samples were collected for red blood cell count and global and differential white blood cell count. Transfer of passive immunity was evaluated at 48h. Throughout the pre-weaning period, the calves received 6L/d of whole milk, had ad libitum access to water and concentrate, and were housed in individual suspended pens until they were 14d of life and later in tropical hutches until 56d. Concentrate intake was evaluated daily, and weight and body measurements were evaluated weekly. The health of the calves was monitored daily, and the incidence of diarrhea was assessed using the fecal score. Blood samples were collected weekly during the pre-weaning to determine total protein, albumin, lactate, and glucose. Data were analyzed using PROC MIXED of the SAS statistical package (version 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC. There were no differences in IgG concentrations and volume of TM intake after colostrum ( $P>0.05$ ). Treatments did not affect mean erythrocyte count and global and differential leukocyte count from 0h to 72h of life. The metabolic parameters albumin and total protein evaluated from 0h to 72h were not influenced by treatments ( $P>0.05$ ), while there was a trend towards higher concentrations of glucose ( $P=0.0964$ ) and lactate ( $P=0.0629$ ) in calves that received milk when compared to LT, without differences with FTM. Treatments did not affect health parameters such as fecal score ( $P=0.3943$ ), days with diarrhea ( $P=0.3784$ ), days with fever ( $P=0.1428$ ), the number of treatments for diarrhea ( $P=0.8907$ ), respiratory diseases ( $P=0.6111$ ) and for tick fever ( $P=1.0000$ ). Mean weight and body measurements of rump width and height at withers were higher for animals that received FTM than animals that were fed TM, with no differences for calves fed whole milk ( $P<0.05$ ). Treatments did not affect blood parameters evaluated during pré-weaning ( $P>0.05$ ). All treatments resulted in excellent performance and good health; however, the potential benefits of providing TM or FTM were not seen in this study.

**Keywords:** Colostrum powder; Newborn calf; Transition milk

## 3.1 Introdução

A morbidade e mortalidade por doenças infecciosas ainda é uma causa comum de perdas econômicas na criação de bezerros. Por conta disso, há elevado uso de antibióticos nos diferentes sistemas de produção (Holstege et al., 2018). Assim, práticas de manejo que reduzam a ocorrência de doenças, principalmente nas primeiras semanas de vida da bezerra, são fundamentais para tornar a criação eficiente e rentável.

O fornecimento de leite de transição, após o período de colostragem, tem sido bastante discutido como uma estratégia de manejo alimentar que pode minimizar os riscos de doenças

na criação de bezerras (Kargar et al., 2021). Além disso, pode melhorar o desempenho na fase de cria, pela sua composição apresentar grandes quantidades substâncias biologicamente ativas nutritivas e não nutritivas, que beneficiam o desenvolvimento intestinal (Van Soest et al., 2020; Van Soest et al., 2022). Além disso, o NASEM (2021) recomenda o fornecimento de leite de transição durante o segundo e terceiro dia de vida para melhorar saúde e desempenho de bezerras.

O leite de transição pode ser definido como a secreção produzida pela glândula mamária no período intermediário entre a produção de colostro e o leite integral. De acordo com Godden (2008), após a primeira ordenha (definida como colostro), o período entre a segunda até sexta ordenha pós-parto é considerado leite de transição, pois há um declínio gradual dos componentes nutricionais e bioativos após a primeira ordenha.

Além de um sistema digestório extremamente vulnerável, o bezerro neonato necessita de um aporte energético extra para se ajustar a vida extrauterina. Nutricionalmente, o leite de transição contém maior composição em sólidos que o leite integral (Van Soest et al., 2020). Apesar do declínio gradual dos componentes presentes no colostro a cada ordenha, o leite de transição ainda apresenta concentrações consideráveis de gordura, proteínas, aminoácido e compostos bioativos (Blum e Hammon, 2000).

A ingestão de leite de transição promove consumo prolongado de IgG, beneficiando a saúde dos animais. Embora as imunoglobulinas presentes no leite de transição não resultem em maior absorção de IgG, em função do processo de fechamento intestinal (Gooden, 2008), as imunoglobulinas podem reduzir as infecções causada por vírus e bactérias entéricas. Isso ocorre através da formação de uma camada que impede a ligação de microrganismos à parede intestinal, proporcionando proteção local (Snodgrass et al., 1982).

A mudança abrupta do colostro para a dieta líquida exclui uma importante fase de transição nutricional, na qual as vacas ainda produzem uma secreção rica em nutrientes e energia, e que contem hormônios e bioativos importantes para o desenvolvimento animal. Os principais componentes bioativos que podem ser encontrados no colostro e no leite de transição bovino são imunoglobulinas, fatores de crescimento semelhante a insulina (IGF-I e IGF-II), insulina, lactoferrina, lisozima e lactoperoxidase (Blum e Hammon, 2000).

Diante da importância do fornecimento de leite de transição, o colostro em pó pode ser utilizado para o suplementar o leite integral ou sucedâneo nos primeiros dias de vida, para mimetizar o leite de transição materno (Van Soest et al., 2020). Além disso, o leite de transição formulado com colostro em pó pode ser uma alternativa para fornecer uma dieta mais nutritiva e rica em compostos bioativos nos primeiros dias de vida com fornecimento

padronizado de IgG, para produtores na indisponibilidade de leite de transição materno, ou que não querem afetar a logística e rotina da sala de ordenha.

Com base nestas informações, a hipótese da presente pesquisa é de que o fornecimento de dieta líquida com maiores teores de IgG e de compostos bioativos melhora saúde e o desempenho de bezerros leiteiros. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar como o fornecimento de leite de transição materno ou formulado, utilizando-se colostro em pó, afeta o desempenho e saúde de bezerros leiteiros.

### **3.2 Material e Métodos**

#### *Local do experimento e animais*

O experimento foi conduzido nas instalações do Bezerreiro Experimental “Evilásio de Camargo”, Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP, Piracicaba-SP, no período de fevereiro a julho de 2021. Para o estudo foram utilizados 36 bezerros (machos n=17 e fêmeas=19) Holandês provenientes do rebanho leiteiro da universidade. O Comitê de Ética em Pesquisa em Animais da ESALQ/USP aprovou todos os procedimentos envolvendo animais neste estudo (Protocolo nº64452602210).

Logo após o nascimento, os animais foram separados imediatamente de suas mães, para pesagem em balança mecânica (ICS-300, Coimma Ltda, Dracena - SP, Brasil) e cura e desinfecção do umbigo com iodo a 7%. A colostragem foi realizada com fornecimento de colostro de alta qualidade (23% a 25% brix) nas primeiras 3h de vida no volume correspondente a 12% do peso ao nascer. O colostro foi fornecido através de mamadeira ou sonda esofágica, quando houve necessidade

Os bezerros permaneceram alojados em baias suspensas individuais até os 14d de vida e depois foram alojados em casinhas tropicais até os 56 dias quando se encerrou o estudo. Diariamente as baias foram limpas com troca de cama e os abrigos foram trocados de lugar para evitar o acúmulo de fezes e manter os bezerros em local limpo. Os abrigos foram colocados com uma orientação lateral leste-oeste para garantir acesso à sombra.

#### *Grupos experimentais*

Após a colostragem, os animais foram aleitados com uma de três dietas de transição por três dias, quando passaram a receber leite integral:

1) Leite – colostragem sem o fornecimento de leite de transição, de forma que os bezerros receberam 4L/d de leite integral, divididos em duas refeições a partir da segunda refeição;

2) Leite de transição (LT): colostragem seguida de fornecimento de 4L/d leite de transição materno, divididos em duas refeições;

3) Leite de transição formulado (LTF): colostragem seguida do fornecimento 4L/d de leite integral enriquecido com 70g/L de colostro em pó (totalizando 280g/d), divididos em duas refeições.

O período de transição da colostragem para dieta líquida teve duração de três dias, período em que todos os bezerros receberam seis refeições de seus respectivos tratamentos. O leite de transição foi padronizado para 16% brix, o que corresponde aproximadamente 30 g/L de IgG, considerando valores médios observados de terceira e quarta ordenha após o parto (Quigley et al., 2013).

Todos os bezerros foram colostrados com colostro padronizado a 23-25% de Brix, proveniente de banco de colostro, o qual foi descongelado em banho maria (55°C). Amostras de colostro e de leite de transição foram colhidas em tubos plásticos esterilizados com volume de 20 mL e armazenadas em freezer (-20°C), para posterior análise de contagem padrão em placas (CCP).

#### *Parâmetros sanguíneos*

Ao nascimento, antes do fornecimento do colostro (0 h) e durante o período de transição da colostragem para a dieta líquida (24h, 48h e 72h), foram colhidas amostras de sangue, através da punção da veia jugular, utilizando três diferentes tubos vacuolizados: 1) contendo fluoreto de sódio como antiglicolítico e EDTA de potássio como anticoagulante para obtenção de plasma; 2) com EDTA de potássio, para avaliar o hematócrito, eritograma e leucograma, conforme descrito a frente; e 3) com ativador de coágulo, para obtenção de soro (VACUETTE do Brasil, Campinas, SP, Brasil). O hematócrito foi determinado em capilar, utilizando-se centrífuga de micro hematócrito Modelo SPIN 1000 (MICROSPIN). Os tubos 1 e 3 foram centrifugadas 2.000 x g, durante 20 minutos, à temperatura de 4° C para a obtenção do plasma ou soro sanguíneo, armazenados para futuras análises. As determinações dos parâmetros sanguíneos foram realizadas em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA – 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil) utilizando-se kits comerciais específicos. Foram utilizados kits LABTEST Diagnóstica S.A. (Lagoa Santa, MG, Brasil.) para as determinações de glicose (Ref. 85), proteína total (Ref. 92-250) e lactato (Ref. 116) e kit da RANDOX Laboratories – Life Sciences Ltda (Crumlin, Uk) para a determinação de ácidos graxos não esterificados (AGNE - Ref. FA115).

Uma alíquota da amostra do tubo com ativador coagulo, colhida 48 horas após o fornecimento de colostro, foi utilizada para avaliar a transferência de imunidade passiva, utilizando-se o refratômetro brix e também através da concentração de IgG usando kit comercial de ELISA (Bovine IgG ELISA Kit, catalog nº E11-118; Bethyl Laboratories Inc., Montgomery, TX). A eficiência aparente de absorção (EAA) foi calculada segundo a metodologia de Quigley e Drewry (1998), utilizando a seguinte equação:

$EAA \text{ IgG} = \{ [IgG \text{ sérica g/L com 48h} - IgG \text{ sérica g/L ao nascimento}] \times \text{peso ao nascer kg} \times 0,09 \} / \text{ingestão de IgG em gramas}$ . Onde: 0,09 = volume plasmático, calculado como 9% do PV ao nascimento.

Uma alíquota de sangue também foi utilizada para a realização do eritrograma e leucograma. A contagem total de eritrócitos foi realizada a partir da diluição de 20  $\mu\text{L}$  da amostra de sangue em 4 mL no Líquido de Gower. Em média 20  $\mu\text{L}$  dessa amostra diluída foi pipetada na abertura lateral da câmara de Neubauer espelhada, fazendo o líquido penetrar por capilaridade entre a câmara e a lamínula. Através de um microscópio, foram feitas as contagens em cinco quadrantes menores localizados no centro da área marcada da câmara de Neubauer, determinando-se a quantidade de hemácias/ $\mu\text{L}$  pela seguinte equação: Hemácias =  $\Sigma q \times 5 \times 10 \times 200$ . Onde:

$\Sigma q$  = soma da contagem de eritrócitos de 5 quadrantes da câmara de Neubauer.

A contagem total de leucócitos foi realizada diluindo-se 20  $\mu\text{L}$  da amostra de sangue em 0,4 mL no Líquido de Turk, sendo uma pequena quantidade dessa amostra diluída foi pipetada na abertura lateral da câmara de Neubauer espelhada, fazendo o líquido penetrar por capilaridade entre a câmara e a lamínula. Utilizando-se um microscópio, foram feitas as contagens nos quatro quadrantes localizados nas extremidades da área marcada da câmara de Neubauer, sendo determinada a quantidade leucócitos/ $\mu\text{L}$  pela seguinte equação: Leucócitos/ $\mu\text{L}$  =  $(\Sigma q / 4) \times 10 \times 20$

Onde:  $\Sigma q$  = soma da contagem de leucócitos dos 4 quadrantes da extremidade da câmara de Neubauer.

Para a determinação da contagem diferencial de leucócitos foram preparados esfregaços sanguíneos corados com kit rápido de Wright (INSTANT PROV, código PA205; NewProv, Pinhais, PR). A contagem diferencial foi realizada no Laboratório Clínico Veterinário da UDCH FZEA/USP - Pirassununga, utilizando um microscópio com a lente objetiva de imersão, contando-se 100 leucócitos diferenciando-os através da morfologia das células, com auxílio de um contador diferencial de Células – Modelo CP 2100 (PHOENIX), percorrendo-se as bordas laterais das lâminas em trajeto de “zig-zag”.

Posteriormente ao período de transição da colostragem para a dieta líquida, as amostras de sangue foram colhidas semanalmente sempre duas horas após o fornecimento da dieta líquida da manhã, a fim de traçar os perfis bioquímico e metabólico, seguindo a mesma metodologia realizada nas primeiras 72 horas de vida.

#### *Qualidade microbiológica do colostro e leite de transição*

A avaliação da qualidade microbiana foi realizada através da metodologia de contagem padrão em placa (CPP), sendo realizada de acordo com as indicações nos métodos padrões para inspeções de produtos lácteos (Standard Methods for the Examination of Dairy Products - APHA, 1992). Foi separada uma amostra de colostro que cada animal recebeu e três amostras de leite de transição correspondente aos três dias de fornecimento do tratamento. Todas as análises do colostro e leite de transição foram realizadas em duplicatas.

A diluição seriada foi realizada com água destilada, com auxílio de uma pipeta automática de volume ajustável (Eppendorf® Research, Alemanha) e ponteiras estéreis descartáveis. A diluição foi de 1 mL de colostro em 9 mL de água destilada e depois seguiu para diluição seriada até a  $10^{-6}$ . Para a inoculação, 1 mL de colostro diluído a  $10^{-6}$  foi pipetado e despejado no centro de uma placa própria para Contagem Bacteriana Total (CompactDry®TC, Nissui Pharmaceutical Co. LTD., Japão). Posteriormente, as placas foram incubadas por 48 horas em uma estufa BOD (TE-391, Tecnal Equipamentos Científicos, Brasil), com temperatura controlada de 37°C com variação de  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Em seguida, a leitura dos resultados foi realizada através da Contagem Visual de UFC, para isso foi tirado foto de cada placa em superfície plana, com fundo branco e boa iluminação, para posterior contagem das colônias. Cada placa foi contada três vezes por contadores diferentes, e a média das contagens foi utilizada como valor final de UFC para cada placa. Para calcular os valores de CPP referentes a cada placa, foi utilizada a seguinte equação, que considera a taxa de diluição da amostra de  $10^{-6}$ :

$$\text{CPP (mil UFC/mL)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ UFC} \times 10.00000}{1.000}$$

A CCP média do colostro foi de 102.167 UFC/mL, 144.591 UFC/mL e 148.021 UFC/mL para os grupos Leite, LT e LTF respectivamente. Enquanto, a CCP média das dietas fornecida entre a colostragem e a dieta líquida propriamente dita para os grupos Leite, LT e LTF foi 102.167 UFC/mL, 136.150 UFC/mL e 113.083 UFC/mL respectivamente.

### *Desempenho e saúde*

Após o período de transição da colostragem, os bezerros receberam através de baldes com bico 6L/dia de leite integral divididos em duas refeições (7h00 e 17h00), sendo registradas qualquer recusa de consumo. A composição do leite foi avaliada através de análises semanais na Clínica do Leite (Tabela 3). A composição do leite de transição também foi encaminhada para a Clínica do leite seguindo a metodologia de Vetter et al., 2013, que recomendam diluições de 1:5 para o colostro 1:2 para o leite de transição, ambas as diluições foram realizadas com NaCl a 0,9%. No entanto, o laboratório descreveu que as amostras não eram aptas para tais análises. Dessa forma infelizmente não foi possível avaliar a composição do LT. Porém, o consumo de sólidos totais do LT e LTF foram calculados. Para o LTF foi considerado 70g/L do colostro em pó associado a 12,56% de sólidos do leite integral no qual o colostro em pó foi diluído, totalizando 195,6 g/L de sólidos totais. O LT foi padronizado para 16% de Brix e de acordo com a metodologia proposta por Moore et al. (2009), a cada grau brix são acrescentados 2% de sólidos, desta forma o LT totalizou 180 g/L de sólidos totais.

**Tabela 3.** Composição química do leite integral

Ingredientes, %	Leite
Teor de gordura, %	3,85
Teor de proteína, %	3,34
Teor de lactose, %	4,41
Teor de sólidos totais, %	12,56
Teor de Nitrogênio Uréico, mg/dL	13,43
Caseína, %	2,59
CCS <sup>1</sup> , mil céls. /mL	635,87

<sup>1</sup>Contagem de células somáticas por citometria de fluxo

Os animais tiveram acesso ad libitum à água e concentrado (22,6% PB, 3,5% E.E, 4,5% MM 31,4% FDN, 20,9% FDA, 38,0% CNF; Nutrimax, Salto de Pirapora, SP, Brasil). O concentrado foi fornecido diariamente no período da manhã, e as sobras do dia anterior foram pesadas em balança digital (Toledo 9094) para o cálculo do consumo diário de concentrado. O período de aleitamento compreendeu oito semanas, quando encerrou-se o período experimental.

Os animais foram pesados ao nascer e semanalmente até a oitava semana de vida, sempre antes do fornecimento da dieta líquida da manhã. Também foi mensurada, quinzenalmente, a altura na cernelha e largura da garupa, utilizando-se régua com escala em centímetros; e perímetro torácico com fita flexível, também com escala em centímetros.

A saúde dos animais foi monitorada diariamente e todas as ocorrências de doenças e tratamentos foram registradas em ficha individual. A ocorrência de diarreia foi monitorada através do escore fecal, da seguinte forma: (0) Normal, (1) Pastosa ou semi-formada; (2) Fluida; (3) Líquido-aquosa. Os animais foram considerados com quadro de diarreia, quando com escore fecal  $\geq 2$ , iniciando-se a reidratação oral, com a administração dois litros de soro caseiro (5g de sal comum, 25g de dextrose e 10g de bicarbonato para cada litro). O tratamento com antibióticos foi realizado de acordo com médico veterinário quando o animal apresentou, além da diarreia, sintomas como febre e/ou recusa da ingestão da dieta líquida.

#### *Análise estatística*

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, sendo os animais alocados nos blocos de acordo com a data de nascimento, peso ao nascer e sexo. As medidas de desempenho (consumo de concentrado, GMD, perímetro torácico, altura de cernelha e largura de garupa), contagem de eritrócitos, contagem de leucócitos e parâmetros sanguíneos (glicose, proteína total e AGNE) foram analisadas como medidas repetidas no tempo utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (version 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC), conforme modelo:  $Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + E_{ij} + W_k + TW_{ik} + E_{ijk}$ . Onde,  $Y_{ijk}$  = variável resposta;  $\mu$  = média geral;  $T_i$  = efeito do tratamento (diferente protocolo de leite de transição ou de colostragem);  $B_j$  = efeito do bloco;  $E_{ij}$  = erro residual A  $W_k$  = efeito da idade dos animais (horas ou dias de vida);  $TW_{ik}$  = efeito da interação tratamento e idade;  $E_{ijk}$  = erro residual B.

As matrizes de covariância “compound symmetry, heterogeneous compound symmetry, autoregressive, heterogeneous autoregressive, unstructured, banded, variance components, toeplitz, antidependence e heterogeneous Toeplitz” foram testadas e definidas de acordo com o menor valor obtido para Akaike’s Information Criterion corrected” (AICC).

As variáveis de transferência de imunidade passiva (Brix sérico, IgG sérica e EAA) e variáveis de saúde (dias com febre, dias com diarreia e número de tratamentos de diarreia, doenças respiratórias e TPB), foram analisadas como variáveis não repetidas, utilizando o seguinte modelo estatístico:  $Y_{ji} = \mu + D_i + b_j + e_{ij}$ . Onde,  $Y_{ji}$  = variável resposta;  $\mu$  = média geral;  $D_i$  = efeito do protocolo de fornecimento de leite de transição ou de colostragem;  $b_j$  = efeito de bloco; e  $e_{ij}$  = erro residual. Para efeito de comparação de médias, foi utilizado o método dos quadrados mínimos (LSMEANS), com nível de significância de 5%.



### 3.3 Resultados

#### 3.3.1 Transferência de imunidade passiva e consumo de LT

O consumo de imunoglobulinas foi similar para os três tratamentos grupos ( $P>0,05$ ), os quais atingiram níveis excelentes de transferência de imunidade passiva, com valores acima de 9,4% Brix (Tabela 4), também sem diferenças entre os grupos ( $P>0,05$ ). Da mesma forma, não houve diferença entre os grupos experimentais para a concentração de IgG ( $P>0,05$ ), determinada através do teste ELISA, bem como a eficiência aparente de absorção ( $P>0,05$ ). O volume de leite de transição consumido também não diferiu entre os tratamentos ( $P>0,05$ ), no entanto foi menor do que delineado (12 L), devido a recusa de ingestão dos animais. Contudo, os grupos LT e LTF proporcionaram maior consumo de sólidos totais durante a transição da colostragem para dieta líquida quando comparados ao grupo aleitado com leite ( $P<0,05$ ).

**Tabela 4.** Brix sérico, volume de LT ingerido de bezerros alimentados com leite integral, leite de transição e leite de transição formulado

Item	Tratamentos <sup>1</sup>			EPM <sup>2</sup>	P-valor
	Leite	LT	LTF		
Consumo de Ig <sup>3</sup> , g	509,9	495,5	522,4	23,25	0,3646
Brix, % às 48h	9,8	10,6	10,1	0,29	0,1028
IgG, g/L às 48h	49,0	56,0	44,2	4,07	0,1386
EAA <sup>4</sup> , %	25,1	28,6	23,1	3,02	0,1945
Volume de LT ingerido, L	11,22	11,26	11,02	0,258	0,7751
Sólidos totais <sup>5</sup> , Kg	1,41 <sup>b</sup>	2,02 <sup>a</sup>	2,15 <sup>a</sup>	0,042	0,0001

<sup>1</sup>Leite = Leite integral; LT = Leite de transição; LTF = Leite de transição formulado; <sup>2</sup>Erro padrão da média

<sup>3</sup>Consumo de IgG considerando apenas o fornecimento de colostro

<sup>4</sup>Eficiência aparente de absorção

<sup>5</sup>Consumo de sólidos totais entre a colostragem e a dieta líquida

#### 3.3.2 Contagem de eritrócitos e leucócitos de 0 a 72h de vida

A contagem média de eritrócitos do período do nascimento (0h) até 72h de vida não foi afetada pela dieta no período de transição ( $P>0,05$ ; Tabela 5). Da mesma forma os tratamentos não influenciaram a contagem global de leucócitos, porém teve efeito de hora ( $P = 0,0017$ ), apresentando um aumento discreto na contagem de 0h para 24h vida, seguida de redução até 72h (Figura 1A). Com relação a contagem diferencial média, não houve efeito dos tratamentos para todas as classes ( $P>0,05$ ). Contudo, as classes linfócito total, monócitos e neutrófilos tiveram efeito de hora ( $P = 0,0033$ ). A classe neutrófila teve comportamento semelhante a contagem global de leucócitos com aumento na sua contagem entre o tempo

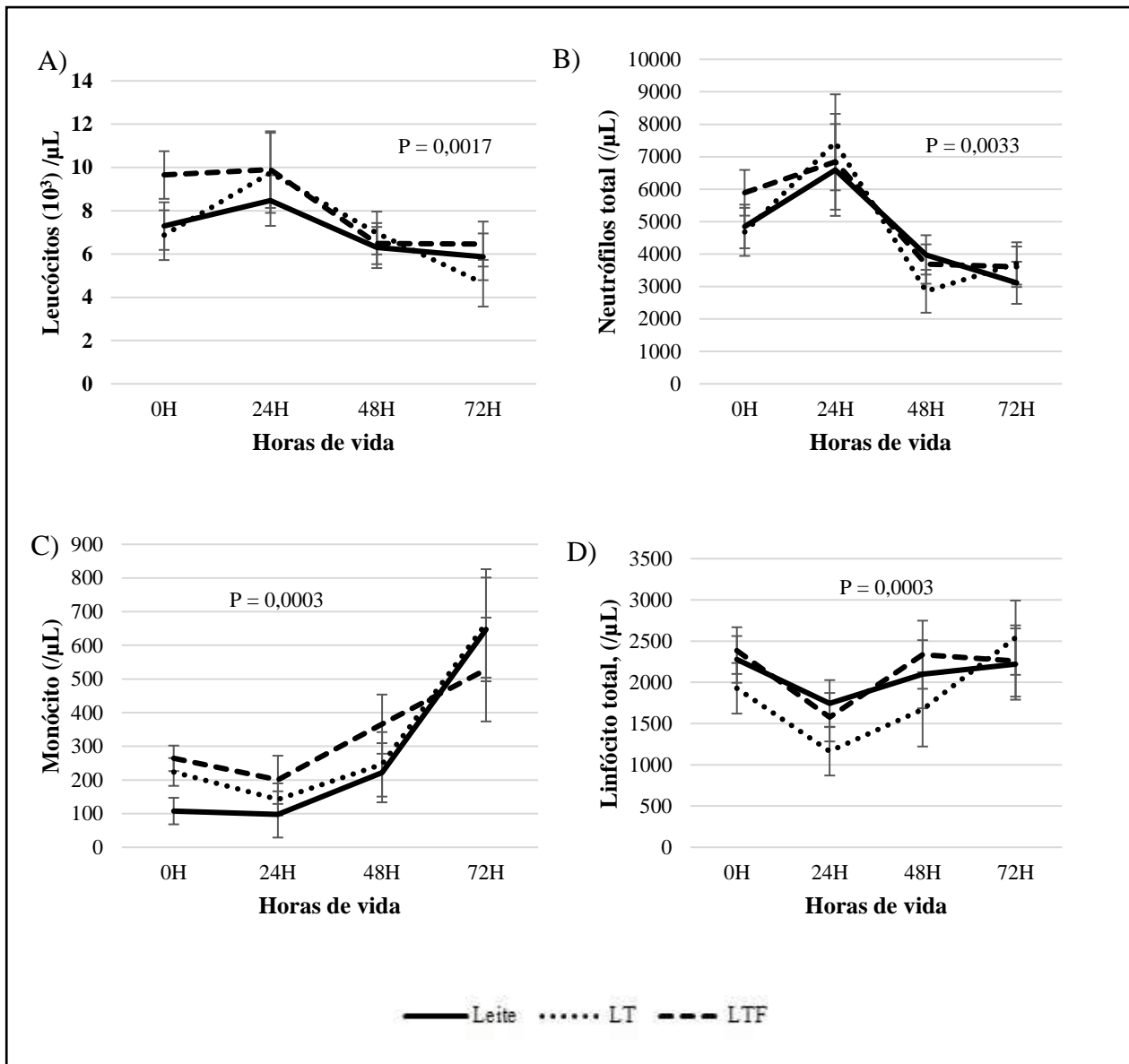
zero e 24h horas de vida, com subsequente redução da contagem média (Figura 1B). As classes de linfócito total e monócitos também apresentaram comportamento similar, com redução na sua contagem entre o período de 0h e 24h de vida com posterior aumento até 72h (Figura 1C e 1D).

**Tabela 5.** Contagem média de eritrócitos e leucócitos de bezerros durante o período de transição entre a colostragem e dieta líquida de bezerros alimentados com leite integral, leite de transição e leite de transição formulado

Item	Tratamentos <sup>1</sup>				P-valor <sup>3</sup>		
	Leite	LT	LTF	EPM <sup>2</sup>	T	H	TxH
Eritrócitos (10 <sup>6</sup> ) / $\mu$ L	8,1	7,8	7,5	0,06	0,9231	0,8862	0,4701
Leucócitos (10 <sup>3</sup> ) / $\mu$ L	6,9	8,1	7,0	0,06	0,5132	0,0017	0,3623
Eosinófilo (/ $\mu$ L)	38,5	43,6	41,8	12,52	0,9564	0,0906	0,3622
Basófilo (/ $\mu$ L)	0,0	0,0	0,7	0,44	0,4130	0,4557	0,4975
Linfócito total (/ $\mu$ L)	2104,7	1795,4	2152,8	250,29	0,5182	0,0033	0,7427
Monócito (/ $\mu$ L)	268,4	319,31	388,8	58,93	0,3220	0,0003	0,6404
Neutrófilos total (/ $\mu$ L)	4632,5	4922,5	5007,9	582,74	0,8769	0,0003	0,3873

<sup>1</sup>Leite = Leite integral; LT = Leite de transição; LTF = Leite de transição formulado

<sup>2</sup>EPM = erro padrão da média <sup>3</sup>T= efeito de tratamento; H= efeito da hora de avaliação; T x H= efeito da interação entre tratamento e hora de avaliação.



**Figura 1.** Efeito de horas de vida nas contagens de (A) Contagem global de leucócitos; (B) neutrófilos; (C) monócitos; (D) linfócito total do período de transição entre a colostragem e dieta líquida de bezerros alimentados com leite integral, leite de transição e leite de transição formulado.

### 3.3.3 Parâmetros sanguíneos de 0 a 72h de vida

Os parâmetros metabólicos albumina, proteína total e AGNE avaliados ao nascimento (0 hora) e durante o período de transição da colostragem para a dieta líquida (24h, 48h e 72h), não foram influenciados pela dieta no período de transição ( $P > 0,05$ ; Tabela 6). Contudo, as concentrações de glicose tenderam ( $P = 0,0964$ ) a ser maiores para os animais que receberam leite em relação aqueles aleitados com LT e sem diferenças para o tratamento LTF. Os valores de lactato também tenderam ( $P = 0,0629$ ) a ser maiores para animais aleitados com, quando comparados aos que foram alimentados com LT, não havendo diferenças com os bezerros alimentados com LTF. Conforme esperado, todos os parâmetros bioquímicos apresentaram

efeito de hora ( $P < 0,0001$ ; Figura 2). As concentrações de albumina e proteína total apresentaram valores crescente de 0h até 72h, em que o aumento da proteína total foi mais acentuado, enquanto os valores de albumina apresentaram aumento mais sutil. Os valores de concentração de glicose também foram crescentes até 48h, porém, as concentrações reduziram com 72h. De forma inversa, a concentração de lactato foi decrescente do nascimento até 72 horas de vida. A concentração de AGNE seguiu comportamento semelhante as concentrações de lactato com redução na sua concentração entre o período de zero a 72h de vida.

**Tabela 6.** Parâmetros sanguíneos do período de transição entre a colostragem e dieta líquida de bezerros alimentados com leite integral, leite de transição e leite de transição formulado.

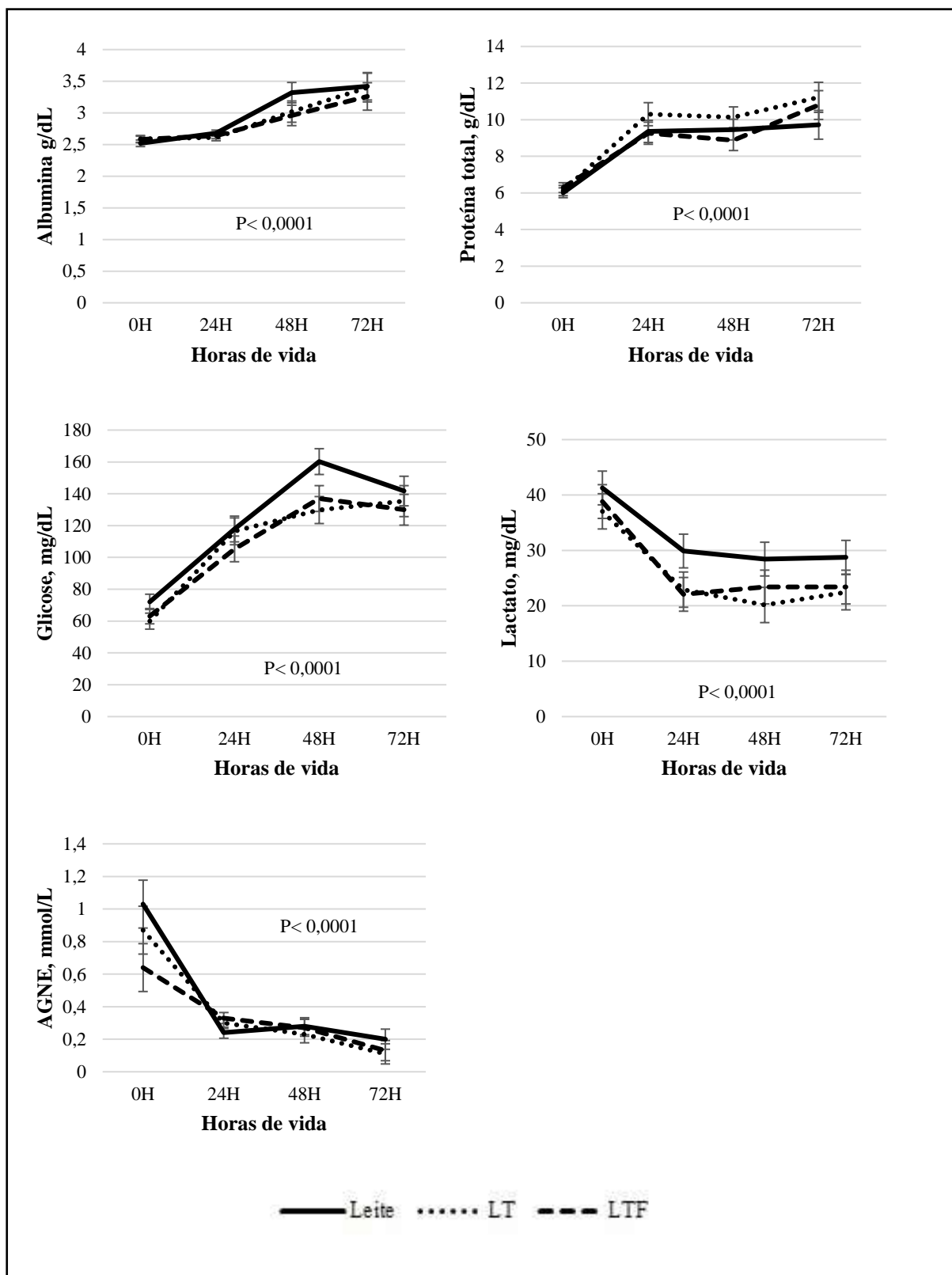
Item	Tratamentos <sup>1</sup>			EPM <sup>2</sup>	P-valor <sup>3</sup>		
	Leite	LT	LTF		T	H	TxH
Albumina, g/dL	2,98	2,91	2,86	0,074	0,4391	0,0001	0,4444
Proteína total, g/dL	8,64	9,45	8,81	0,385	0,2862	0,0001	0,4572
Glicose, mg/dL	122,99 <sup>a</sup>	110,38 <sup>b</sup>	108,86 <sup>ab</sup>	4,974	0,0964	0,0001	0,3861
Lactato, mg/dL	32,09 <sup>a</sup>	25,64 <sup>b</sup>	26,92 <sup>ab</sup>	1,973	0,0629	0,0001	0,9543
AGNE <sup>4</sup> , mmol/L	0,44	0,38	0,34	0,044	0,2863	0,0001	0,2580

<sup>1</sup>Leite = Leite integral; LT = Leite de transição; LTF = Leite de transição formulado;

<sup>2</sup>Erro padrão da média;

<sup>3</sup>T= efeito de tratamento; H= efeito da hora de avaliação; T x H= efeito da interação entre tratamento e idade de avaliação;

<sup>4</sup>AGNE = Ácidos graxos não esterificados.



**Figura 2.** Efeito de horas de vida nas concentrações de Albumina g/dL; Proteína total g/dL; Glicose, mg/dL; Lactato, mg/dL; AGNE, mmol/L do período de transição entre a colostragem e dieta líquida de bezerros alimentados com leite integral, leite de transição e leite de transição formulado

### 3.3.4 Saúde

Não houve efeito da dieta líquida no período de transição para escore fecal médio (Tabela 7), dias com diarreia, assim como para dias com febre e número de tratamentos com medicamentos para diarreia ( $P>0,05$ ). Para avaliação do escore fecal, considerou-se diarreia quando o escore foi  $\geq 2$ . A maior frequência de diarreia ocorreu na segunda e terceira semana de vida para todos os grupos (Figura 3). Após esse período a média de escore fecal permaneceu abaixo de 1, indicando baixa incidência de diarreia durante o período experimental (56d), independente da dieta líquida no período de transição.

Os tratamentos também não influenciaram as demais variáveis de saúde como: hematócrito, número de tratamentos para doenças respiratórias e para tristeza parasitária bovina ( $P>0,05$ ). De maneira geral, todos os grupos apresentaram baixa incidência de doenças.

**Tabela 7.** Escore fecal e saúde de bezerros alimentados com leite integral, leite de transição e leite de transição formulado

Item	Tratamentos <sup>1</sup>			EPM <sup>2</sup>	P-valor <sup>3</sup>		
	Leite	LT	LTF		T	I	TxI
Escore fecal	0,7	0,8	0,7	0,06	0,3943	0,0001	0,4295
Hematócrito, %	27,21	28,56	26,89	0,917	0,2388	0,0001	0,7135
Dias com febre	2,83	1,90	3,74	0,630	0,1428	-	-
Dias com diarreia	7,72	10,48	9,72	1,482	0,3784	-	-
Nº trat. ATB <sup>4</sup>	0,41	0,45	0,91	0,246	0,2853	-	-
Nº trat. diarreia	0,33	0,45	0,41	0,181	0,8907	-	-
Nº trat. DR <sup>5</sup>	0,08	0,0	0,08	0,068	0,6111	-	-
Nº trat. TPB <sup>6</sup>	0,08	0,08	0,08	0,083	1,0000	-	-

<sup>1</sup>Leite = Leite integral; LT = Leite de transição; LTF = Leite de transição formulado

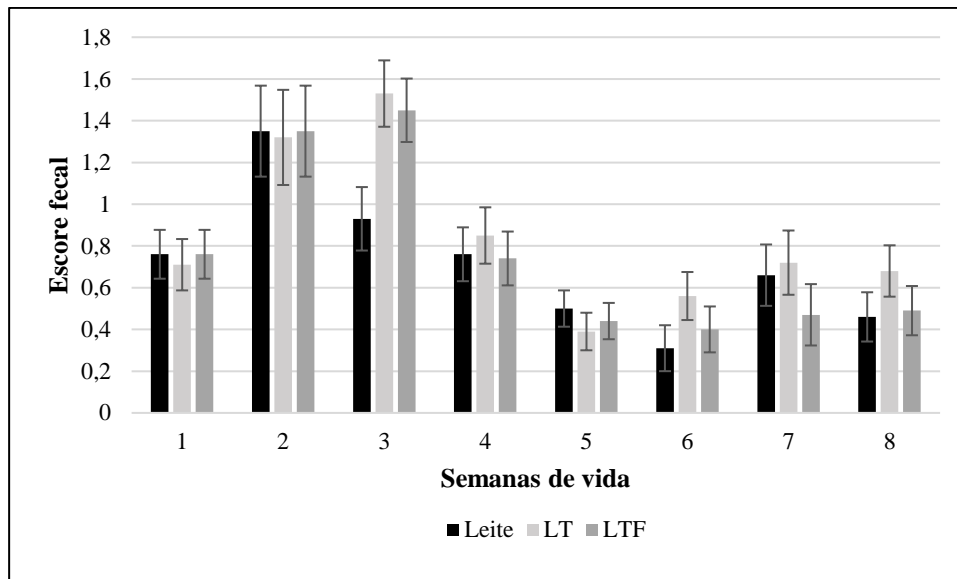
<sup>2</sup>EPM = erro padrão da média

<sup>3</sup>T= efeito de tratamento; I= efeito da idade de avaliação; T x I= efeito da interação entre tratamento e idade de avaliação.

<sup>4</sup>Número de tratamentos com antibióticos

<sup>5</sup>Número de tratamentos para doenças respiratórias

<sup>6</sup>Número de tratamentos para tristeza parasitária bovina



**Figura 2.** Escore fecal médio de acordo com a semana de vida de bezerros alimentados com leite integral, leite de transição e leite de transição formulado ( $P < 0,0001$ )

### 3.3.5 Consumo e desempenho

O consumo total de matéria seca e o consumo médio de concentrado não foram afetados pela dieta no período de transição ( $P > 0,05$ ), porém foram crescentes ao longo das semanas, mas não resultou em diferenças no consumo na oitava semana (Tabela 8). O ganho de peso diário (GPD) e a eficiência alimentar também não foram influenciados pela dieta no período de transição ( $P > 0,05$ ). No entanto, as medidas corporais de largura de garupa e altura de cernelha foram maiores para os animais que receberam LTF em relação aos animais que foram alimentados com LT, sem diferenças para os bezerros alimentados com leite integral ( $P < 0,05$ ). O perímetro torácico também tendeu a ser maior para os animais que receberam LTF ( $P = 0,0651$ ), quando comparados aos bezerros que receberam LT, não havendo significância para os animais que receberam leite. Todas as variáveis de consumo (Figura 3), de desempenho e de medidas corporais foram crescentes ao longo das semanas ( $P < 0,05$ ), em virtude do crescimento dos animais e consequentemente do aumento das exigências nutricionais. Coincidindo com o período de maior ocorrência de diarreia o GPD reduziu na segunda e terceira semana de vida (Figura 4).

**Tabela 8.** Consumo, desempenho e medidas corporais de bezerros alimentados com leite integral, leite de transição e leite de transição formulado

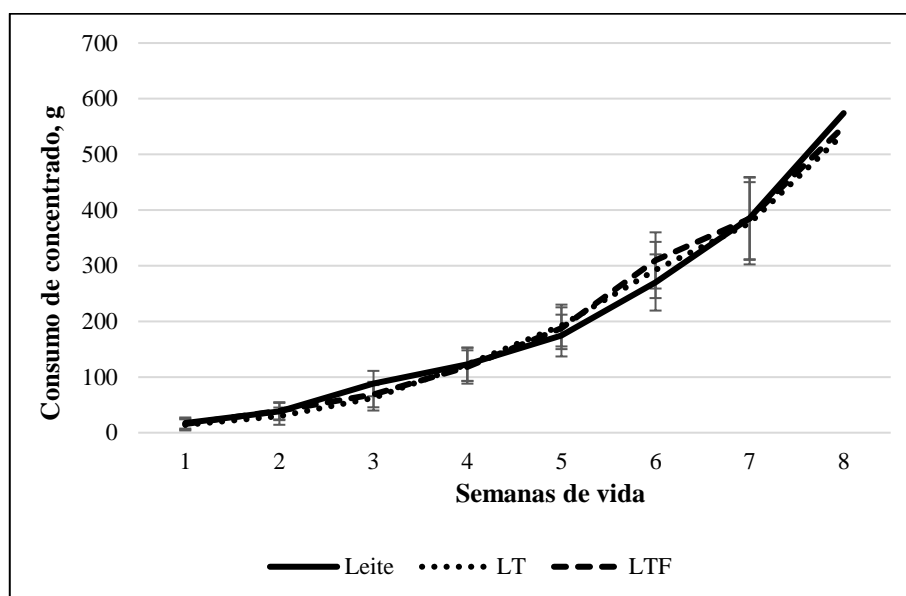
Item	Tratamentos <sup>1</sup>			EPM <sup>2</sup>	P-valor <sup>3</sup>		
	Leite	LT	LTF		T	I	T x I
Consumo, g MS/d							
Total	949,11	937,23	949,27	25,096	0,9272	0,0001	0,5572
Concentrado	208,34	203,41	209,10	23,169	0,9805	0,0001	0,9637
Consumo 8ª sem	576,89	562,80	552,59	95,955	0,9559	-	-
Peso corporal, Kg							
Nascimento	29,00	28,00	30,70	1,351	0,1590	-	-
Desaleitamento	65,80	63,57	65,77	1,851	0,4934	-	-
GPD, g	660,00	630,00	630,00	0,250	0,2581	0,0001	0,2410
Eficiência alimentar	0,705	0,663	0,683	0,023	0,3066	0,0001	0,2764
PT, cm	83,98 <sup>ab</sup>	81,48 <sup>b</sup>	83,99 <sup>a</sup>	0,844	0,0656	0,0001	0,9095
LG, cm	21,02 <sup>ab</sup>	20,57 <sup>b</sup>	21,11 <sup>a</sup>	0,260	0,0457	0,0001	0,4885
AC, cm	81,68 <sup>ab</sup>	80,94 <sup>b</sup>	82,76 <sup>a</sup>	0,748	0,0251	0,0001	0,1576

<sup>1</sup>Leite = Leite integral; LT = Leite de transição; LTF = Leite de transição formulado

<sup>2</sup>EPM = erro padrão da média

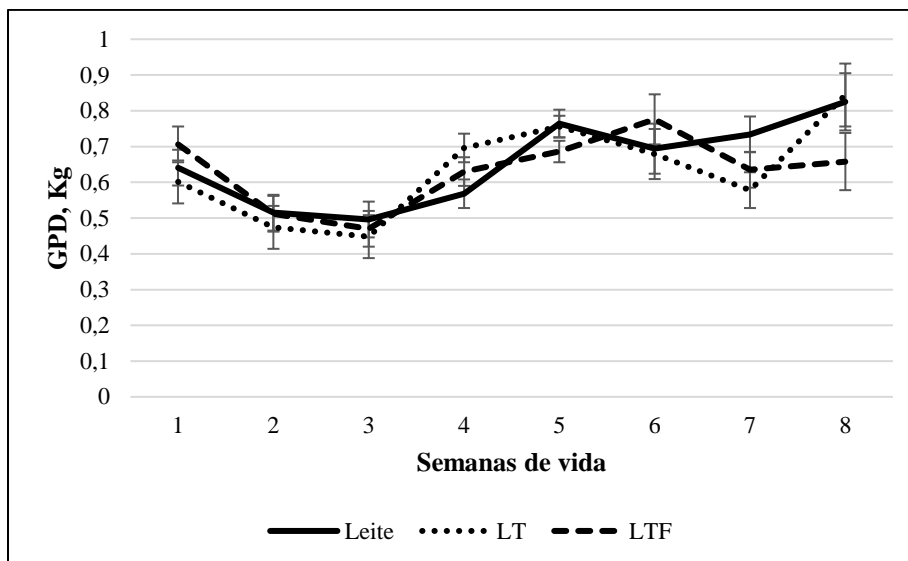
<sup>3</sup>T= efeito de tratamento; I= efeito da idade de avaliação; T x I= efeito da interação entre tratamento e idade de avaliação.

PT = Perímetro torácico; LG = Largura de garupa e AC = Altura de cernelha



**Figura 3.** Efeito da idade no consumo de concentrado de bezerros alimentados com leite integral, leite de transição e leite de transição formulado ( $P < 0,0001$ )





**Figura 4.** Efeito da idade no ganho de peso bezerros alimentados com leite integral, leite de transição e leite de transição formulado ( $P < 0,0001$ )

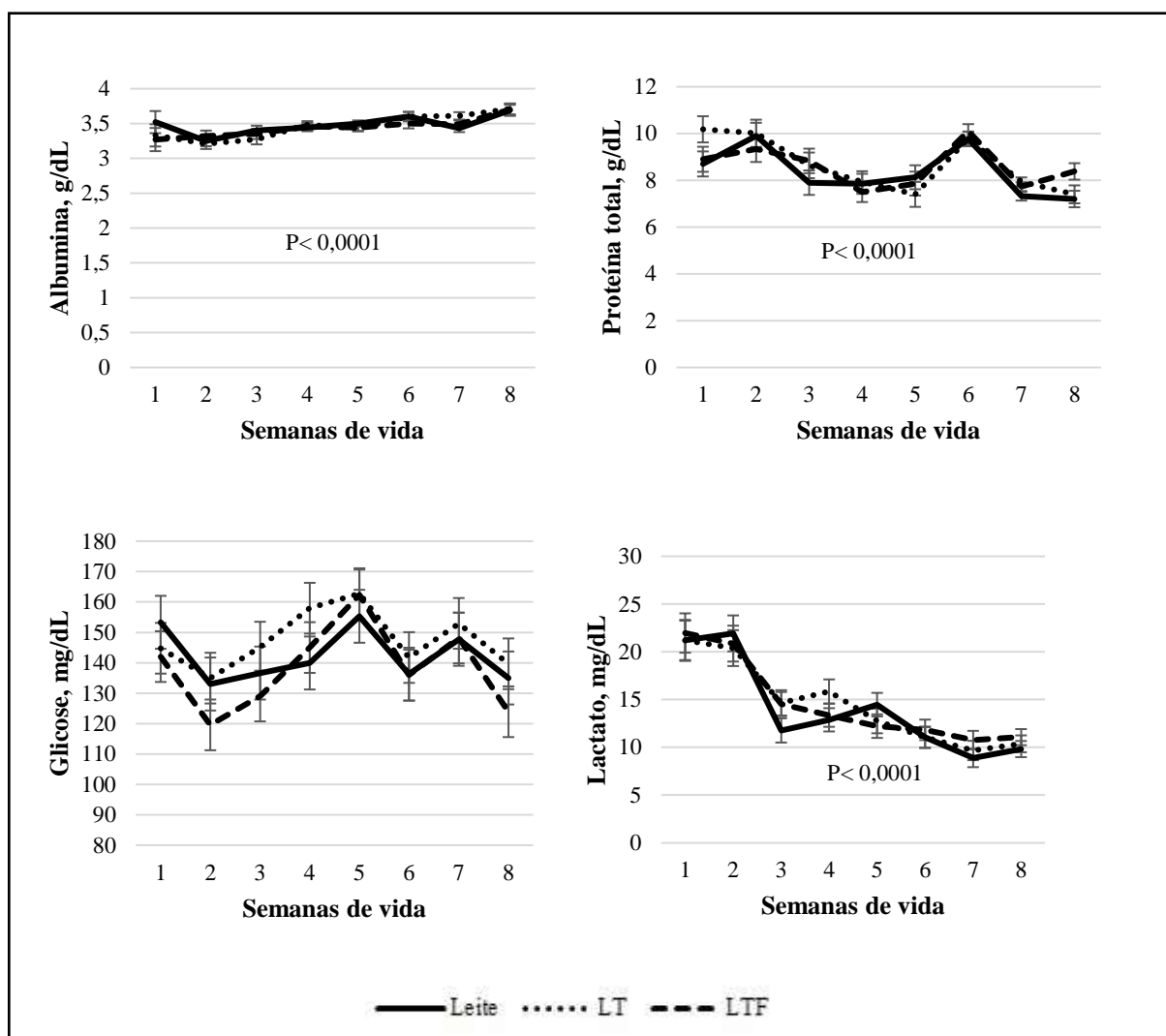
### 3.3.6 Parâmetros sanguíneos durante aleitamento

As concentrações de albumina, proteína total, glicose e lactato não foram afetados pelos tratamentos ( $P > 0,05$ ; Tabela 9). Contudo, todos os parâmetros sanguíneos apresentaram efeito de idade ( $P < 0,05$ ; Figura 4). A concentração de albumina apresentou pequena variação durante as semanas avaliadas, apenas com um discreto aumento na oitava semana de vida. A concentração de proteína total apresentou comportamento variável entre as semanas avaliadas, apresentando declínio nas semanas 3, 4 e 5 com pico de concentração na sexta semana. A concentração de glicose, teve uma variação discreta durante o período de estudo, com picos de concentração nas semanas 1 e 5. Enquanto, a concentração de lactato apresentou comportamento decrescente durante o período avaliado.

**Tabela 9.** Parâmetros sanguíneos durante o período de aleitamento de bezerros alimentados com leite integral, leite de transição e leite de transição formulado

Item	Tratamentos <sup>1</sup>			EPM <sup>2</sup>	P-valor <sup>3</sup>		
	Leite	LT	LTF		T	I	T x I
Albumina, g/dL	3,84	3,45	3,44	0,038	0,7501	0,0001	0,4718
Proteína total, g/dL	8,35	8,66	8,58	0,236	0,5935	0,0001	0,2498
Glicose, mg/dL	143,77	148,73	138,26	3,952	0,1301	0,0001	0,7225
Lactato, mg/dL	14,00	14,49	14,58	0,539	0,6603	0,0001	0,7801

<sup>1</sup>Leite = Leite integral; LT = Leite de transição; LTF = Leite de transição formulado <sup>2</sup>EPM = erro padrão da média <sup>3</sup>T= efeito de tratamento; I= efeito da idade de avaliação; T x I= efeito da interação entre tratamento e idade de avaliação.



**Figura 4.** Efeito da idade nas concentrações de Albumina, g/dL; Proteína total, g/dL; Glicose, mg/dL; Lactato, mg/dL durante o período de aleitamento de bezerros alimentados com leite integral, leite de transição e leite de transição formulado

### 3.4 Discussão

De acordo com as sugestões de Lombard et al. (2020) para gestão da transferência de imunidade passiva, todos os grupos foram classificados na categoria excelente, com concentração de IgG superior a 25g/L e com valores de brix acima 9,4%. Bezerros com 48h de vida com níveis de IgG  $\geq$  25g/L apresentam maior taxa de sobrevivência e menor probabilidade de morrer no período de aleitamento (Godden et al., 2019; Lombard et al., 2020). Além disso, o consumo de imunoglobulinas foi elevado, com média de aproximadamente 510 g, quantidade 70% superior àquela recomendada para minimizar taxas de morbidade e mortalidade nos rebanhos (300 g de IgG), em duas refeições de colostro (Godden et al., 2019; Lombard et al., 2020). Esse manejo de colostragem resultou em níveis elevados de IgG sérica, o que resultou em baixa ocorrência de problemas de saúde e bom

ótimo desempenho a considerar o programa de aleitamento. No entanto, este manejo pode ter reduzido a oportunidade de mostrar efeitos significativos do fornecimento de leite de transição após o fornecimento de colostro, o que será discutido posteriormente.

Outro ponto que pode ter sido responsável para que os potenciais benefícios do fornecimento de LT ou LTF não tenham sido notados no presente estudo é o volume das dietas fornecida. Os tratamentos foram delineados para fornecer 4L/d, dividido em duas refeições (manhã e tarde) por três dias, totalizando 12L. Porém, os três tratamentos ingeriram em média 11L de seus respectivos tratamentos do segundo ao quarto dia de vida, volume esse que provavelmente foi insuficiente para expressar benefícios a curto prazo. O estudo de Van Soest et al. (2020) mostrou superioridade no GPD e reduziu inflamações gerais para os bezerros que receberam LT materno e o sucedâneo suplementado com colostro em pó em comparação aos animais que foram alimentados com apenas sucedâneo quando forneceram 17,1 L, porém em nove refeições (Van Soest et al., 2020).

O NASEM (2021) recomenda o fornecimento de leite de transição durante o segundo e terceiro dia de vida para melhorar saúde e desempenho de bezerras. Contudo, o volume e o número de dias de fornecimento são variáveis na literatura (Kargar et al., 2021; Van Soest et al., 2020; Connely et al., 2014; Steinhoff-Wagner et al., 2011). Outro fator também ainda bastante discutido é a quantidade de imunoglobulinas e compostos bioativos que deve conter no leite de transição para que os benefícios sejam aparentes. Van Soest et al. (2020), proporcionaram 10 g/kg da MS de IgG fornecido através do leite de transição materno ou 98 g/kg da MS de IgG através do sucedâneo suplementado com colostro em pó, e verificaram que estes tratamentos foram superiores no desempenho em relação ao tratamento controle (sucedâneo). Porém, estudos pioneiros avaliando o fornecimento de leite de transição não avaliaram as concentrações de IgG fornecida (Connely et al., 2014; Steinhoff-Wagner et al., 2011). Desta forma, o volume, o número de refeições e a quantidade imunoglobulinas ou % Brix do leite de transição fornecido requerem de mais estudos.

Os valores de contagem média de hemácias encontrados foram de  $8,1 \times 10^6 /\mu\text{L}$ ,  $7,8 \times 10^6 /\mu\text{L}$  e  $7,5 \times 10^6 /\mu\text{L}$  para os grupos leite, LT e LTF respectivamente, os quais estão dentro do intervalo de referência para bovinos (Meyer e Harvey 2004). Esses valores são semelhantes aos encontrado por Bacilli et al. (2018) para bezerros holandeses com idade média de 4 dias de vida. As contagens totais de glóbulos brancos para todos os tratamentos foram decrescentes a partir de 24h até 72h de vida, esse comportamento é comumente relatado para bezerros na primeira semana de vida, em que os animais apresentam números maiores de leucócitos ao nascimento, seguidos por uma diminuição gradual com o avanço da

idade dos bezerros (Novo et al., 2015; Benesi et al., 2012). A contagem diferencial média da série branca de todos os tratamentos apresentou valores e comportamento semelhantes aos relatados na literatura para bezerros saudáveis nos primeiros dias de vida (Morita et al., 2022; Novo et al., 2015). Mostrando que os três grupos apresentaram parâmetros hematológicos normais durante o fornecimento das dietas experimentais.

Como esperado, logo após o nascimento, a concentração de proteínas séricas foi baixo para todos os grupos, devido as baixas concentrações de globulinas e albumina. Após a ingestão do colostro ocorreu aumento acentuado das concentrações de proteína total para todos os tratamentos como resultado da absorção das imunoglobulinas colostrais, visto que há correlação positiva entre os valores sérico de proteína total e a concentração sérica de imunoglobulinas nos primeiros dias de vida do bezerro (Immler et al., 2022). Embora o fornecimento de LT ou LTF forneça consumo prolongado de IgG (Van Soest et al., 2022), o que poderia influenciar nos valores de proteína total, a absorção de imunoglobulinas através do epitélio intestinal reduz linearmente com o tempo desde o nascimento até o fechamento completo por volta de 24 horas de vida. Assim, esperava-se concentrações de proteína total semelhante entre os tratamentos. Contudo, a presença de imunoglobulinas no intestino 24 horas após o nascimento proporciona proteção local, através da formação de uma camada que impede a ligação de microrganismos à parede intestinal (Snodgrass et al., 1982). Segundo Van Soest et al. (2020), os compostos bioativos presentes no LT ou no sucedâneo suplementado com colostro em pó podem promover o desenvolvimento intestinal precoce e realizar proteção local, resultando em maior ganho de peso.

As concentrações de glicose, avaliadas durante a transição da colostragem para a dieta líquida, tendeu em ser maior para os animais que consumiram leite no período em relação aos tratamentos LT e LTF. Isso provavelmente ocorreu pelo fato de conter menor concentração de lactose e maiores concentrações de gordura e caseína no LT em relação ao leite integral (Van Soest et al., 2022). Inanbu et al. (2019), em oposto com os resultados do presente estudo, não encontraram efeito de tratamento para concentração de glicose em bezerros recebendo leite integral, uma mistura 50% colostro e 50% leite, simulando leite de transição, ou colostro por até 72 horas após o nascimento. No entanto, da mesma forma que no presente trabalho, as concentrações plasmáticas de glicose aumentaram com a hora avaliada. Steinhoff-Wagner et al. (2011), avaliando o fornecimento das ordenhas 3 e 5 no segundo e terceiro dia vida respectivamente, ou uma fórmula a base de leite com teor de nutrientes semelhante ao leite de transição, concluíram que as concentrações plasmáticas de glicose foram maiores para os animais que receberam leite de transição quando comparado aos bezerros que receberam a

fórmula a base de leite. Esses resultados podem indicar que o fornecimento de leite transição seja importante para manutenção da glicemia nos primeiros dias vida, o que não é observado quando se faz uso fórmulas para substituir o leite.

O lactato é um dos precursores mais importante para gliconeogênese em bezerros neonatos (Donkin e Hammon, 2005). Independente do tratamento, as concentrações plasmáticas de lactato reduziram após o nascimento até 72h de vida, contudo, os animais alimentados com leite tenderam a apresentaram maior de concentração de lactato em relação aos alimentados com LT. Esses resultados podem sugerir que os animais do tratamento leite tiveram maior metabolização das reservas energéticas e mostrando que fornecimento LT e LTF pode beneficiar a manutenção da homeostase energética de bezerros neonatos, uma vez que o LTF e LT proporcionaram maior consumo de sólidos nos primeiros dias de vida. O fornecimento de 20% do peso ao nascer de colostro reduziu as concentrações lactato em relação ao fornecimento de 10% ou 15% do peso ao nascer (Silva et al., 2021).

Embora, as concentrações de AGNE, não tenham apresentado diferenças entre os tratamentos, os valores de AGNE tiveram comportamento semelhante as concentrações de lactato, reduzindo sua concentração do nascimento até 72 horas de vida. Van Soet et al. (2022), avaliando o fornecimento de LT ou sucedâneo nos primeiros 4 dias de vida, também não verificaram diferenças entre os tratamentos para as concentrações de AGNE. Com base no comportamento dos metabólitos glicose, lactato e AGNE todas as dietas apresentaram adequado suprimento energético, muito embora esperava-se que o LT e LTF fossem superiores, devido sua composição apresentar maior concentração de sólidos quando comparado com a composição do leite integral (Hammon e Blum, 2000). Infelizmente no presente estudo não foi possível avaliar a composição do LT e LTF, assim, apenas especulamos que os mesmos forneceram maiores concentração de sólidos, uma vez que foram utilizados a segunda ou terceira ordenha para compor o LT ou a adição de 70 g/L de colostro em pó no leite.

As variáveis de saúde não foram afetadas pelos tratamentos, possivelmente devido a excelente TIP alcançada pelos três grupos o que, associado ao fato do fornecimento de apenas seis refeições de LT ou LTF, pode não ter sido suficiente para evidenciar os potenciais benefícios do fornecimento de leite transição. Van Soest et al., (2020), também não detectaram diferenças nos parâmetros de saúde ao avaliarem o fornecimento de sucedâneo, leite de transição materno ou sucedâneo suplementado com colostro em pó por três dias após a colostragem. Contudo, animais alimentados com 350 ml de colostro + 4,65L de leite integral ou com 700 ml de colostro + 4,3 L de leite integral por 14 dias, tiveram redução na

duração de dias com diarreia quando comparado aos animais que receberam 5L leite integral no mesmo período (Kagar et al., 2020). Isso pode indicar que fornecimento prologando de LT pode ser mais eficiente nas variáveis de saúde do que o fornecimento apenas nos primeiros dias de vida. No entanto, era esperado efeito do fornecimento de LT e LTF para as variáveis de saúde, pois da mesma forma que o colostro, as duas dietas líquidas possuem concentrações elevadas de IgG e outros compostos bioativos os quais tem propriedades antimicrobianas e anti-inflamatórias.

Embora, não tenha sido observado diferenças para o número de dias com diarreia, os animais do grupo LT, tiveram em média três dias a mais com escore fecal  $\geq 2$ . Nenhuma das dietas líquidas avaliadas passou pelo processo de pasteurização, porém o tratamento LT teve maior CPP, UFC/mL, ou seja, esse tratamento apresentou maior carga microbiana em relação ao leite integral e LTF, o que pode ter influenciado na maior média de dias com escore fecal  $\geq 2$ . Estudos mostram que quando realizada de forma adequada a pasteurização pode reduzir a carga microbiana do colostro e do leite do tanque (Malmuthuge et al. 2015; Armengol e Fraile, 2016) e com isso reduzir a ocorrência de doenças infecciosas como a diarreia. No trabalho conduzido por Armengol e Fraile (2016), bezerros alimentados com colostro e leite pasteurizado apresentaram menor percentual de morbidade (5,2%) em comparação com bezerros receberam colostro e leite não pasteurizado (15%) durante os primeiros 21 dias de idade. Com base nisso, especulamos que a alta carga microbiana presente no LT e LTF também pode ter contribuído para não terem sido observados efeitos do fornecimento de leite de transição no desempenho e saúde de bezerros. A adequada manipulação do leite transição, seja materno ou formulado, seu armazenamento e o tempo para seu fornecimento são essenciais para a manutenção de baixa CPP, de forma a garantir dieta de alta qualidade sanitária para animais jovens.

Entretanto, nota-se também que os três grupos apresentaram poucos dias com febre, indicando baixa ocorrência de processos inflamatórios e infecciosos severos, provavelmente em função do alto consumo de IgG na colostragem. Além disso, os resultados sugerem baixo desafio sanitário no período experimental, o que também pode ter contribuído para que os benefícios do fornecimento de LT ou LTF não tenham sido aparentes. De acordo com Van Soest et al. (2020), a baixa taxa de morbidade e mortalidade durante o período experimental associado a boa higiene da fazenda, dificultou detectar quaisquer diferenças nos parâmetros de saúde, ao fornecer sucedâneo, leite de transição materno ou sucedâneo suplementado com colostro em pó por três dias após a colostragem.

No geral, as variáveis de consumo e desempenho não apresentaram diferenças em função da dieta líquida logo após a colostragem. O peso médio foi maior para os animais que receberam LTF em relação ao LT, porém não houve efeitos entre os tratamentos para GPD. Em oposição ao esperado, os animais que receberam LT apresentaram as menores medidas corporais em comparação com os demais tratamentos, o que também deve ser devido ao menor peso médio. Os resultados do presente estudo diferem da literatura, os quais tem mostrado maiores taxas de ganho para os animais que foram alimentados com leite de transição ou leite de transição formulado (Kargar et al., 2021; Van Soest et al., 2020). Em estudo similar, Van Soest et al. (2020), mostraram que fornecimento de leite de transição materno e leite de transição formulado tiveram maiores GPD (0,616 e 0,620 kg/d, respectivamente), em relação ao tratamento sucedâneo (0,562 kg/d). No presente estudo, o GPD foi superior aos observados por Van Soest et al. (2020). Porém, é importante destacar que a presente pesquisa utilizou leite integral durante o período de aleitamento e não sucedâneo como no estudo de Van Soest et al. (2020).

Como o leite de transição é fonte de grandes quantidades de substâncias biologicamente ativas nutritivas e não nutritiva, esperava-se melhor desempenho em animais aleitados com esta dieta logo após a colostragem. Contudo, a alta carga microbiana do LT também pode ter afetado as variáveis de desempenho, uma vez que as bactérias podem ligar-se as imunoglobulinas livres e no intestino do animal afetando sua função e biodisponibilidade (Godden et al., 2012), esse processo possivelmente também possa ocorrer com os compostos bioativos. O fornecimento de LTF resultou em valores satisfatórios para as variáveis de saúde e desempenho e também promoveu maior consumo de sólidos que animais que receberam leite. Dessa forma, esta pode ser uma alternativa para fornecer uma dieta mais nutritiva e rica em compostos bioativos nos primeiros dias de vida, para produtores na indisponibilidade de leite de transição materno, ou que não querem afetar a logística e rotina da sala de ordenha. Além disso, é uma alternativa que aparentemente garante fornecimento de dieta de transição com baixa contaminação microbiana em função do manejo.

Os parâmetros bioquímicos avaliados semanalmente apresentaram valores dentro do intervalo de referência para todos os grupos. Houve decréscimo das concentrações de proteína total nas semanas 3, 4 e 5, sendo um declínio normal em virtude da redução dos anticorpos colostrais na circulação. Isso ocorre, pois, as imunoglobulinas maternas têm uma meia-vida média de 30 dias (Chase et al., 2008) e o animal ainda não começou a produzir anticorpos suficientes para compensar as perdas séricas de proteína total. Esse período do declínio dos

valores de proteína total também coincide com período de maior frequência de diarreia (3ª semana), em que os animais estão mais suscetíveis a infecções.

As concentrações de glicose plasmática encontrados no presente estudo estão com valores acima do relatado pela literatura para bezerros alimentados com leite integral e idade semelhante (Coelho et al., 2020). Durante a fase de aleitamento, os valores de lactato reduziram com avanço da idade, o que pode está associado ao estabelecimento da função hepática nas primeiras semanas, sendo lactato convertido em glicose via gliconeogênese, o que também pode ter contribuído por manter as concentrações de glicose elevada.

### 3.5 Conclusão

Todos os manejos alimentares após a colostragem resultaram em excelente desempenho e boas condições de saúde. Contudo, os potenciais benefícios do fornecimento de LT ou LTF não foram observados, provavelmente devido ao alto consumo de IgG na colostragem que resultou excelentes transferência de imunidade passiva, associado ao baixo volume ingerido e o curto período de fornecimento de dietas (3d).

### Referências

- Armengol, R., and Fraile, L. (2016). Colostrum and milk pasteurization improve health status and decrease mortality in neonatal calves receiving appropriate colostrum ingestion. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4718-4725. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10728>.
- Baccili, C.C., Oliveira, S.M.F.N., Costa, J.F.R., Massoco, C.O., Pozzi, C.R., Gomes, V. (2018) Hematological and immunological development from birth to six months of age in Holstein calves. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70(06), 1823-1832. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9416>.
- Benesi, F. J., Teixeira, C. M. C., Leal, M. L. R., Lisboa, J. A. N., Mirandola, R. M. S., Shecaira, C. L., & Gomes, V. (2012) Leukograms of healthy Holstein calves within the first month of life. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 32(4), 352-356. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012000400013>.
- Blum, J. W., and H. Hammon. (2000). Colostrum effects on the gastrointestinal tract, and on nutritional, endocrine and metabolic parameters in neonatal calves. *Livest. Prod. Sci.* 66:151–159. [doi.org/ 10 .1016/ S0301 -6226\(00\)00222 -0](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00222-0).
- Coelho, M. G., Silva, F. M., Silva, M. D., Silva, A., Cezar, A. M., Slanzon, G. S. Bittar, C. M. M. (2020). Acidified milk for feeding dairy calves in tropical raising systems. *Journal of animal and Feed Sciences*, 29(3), 215-223. <https://doi.org/10.22358/jafs/127690/2020>.
- Conneely, M. D.P. Berry, J.P. Murphy, I. Lorenz, M.L. Doherty, and E. Kennedy. 2014. 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. *J. Dairy Sci.* 97 :6991–7000. Doi: 10.3168/jds.2013-7494.



- Donkin SS, Hammon H. Hepatic gluconeogenesis in developing ruminants. In: Burrin DG, Mersmann HJ, editors. *Biology of metabolism in growing animals*. London: Elsevier; 2005. p. 375–390.
- Godden, S. M., J. E. Lombard, and A. R. Woolums. (2019). Colostrum management for dairy calves. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 35:535–556. Doi .org/10.016/j.cvfa.2019.07.005.
- 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* 2012;95:4029–40. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5275>.
- Holstege, m. M. C., bont-smolenaars, de a. J. G., santman-berends, i. M. G. A. Van der linde-witteveen, g. M., van schaik, g., velthuis, a. G. J. Lam, t. J. G. M. (2018). Factors associated with high antimicrobial use in young calves on dutch dairy farms: a case-control study. *J. Dairy sci.* 01:9259–9265. doi: 10.3168/JDS.2017-14252.
- Immler M, Büttner K, Gärtner T, Wehrend A, Donat K. (2022). Maternal Impact on Serum Immunoglobulin and Total Protein Concentration in Dairy Calves. *Animals (Basel)*, 17;12(6):755. doi: 10.3390/ani12060755. PMID: 35327151; PMCID: PMC8944455.
- Inabu Y, Pyo J, Pletts S, Guan LL, Steele MA, Sugino T. (2019). Effect of extended colostrum feeding on plasma glucagon-like peptide-1 concentration in newborn calves. *J Dairy Sci.*, May;102(5):4619-4627. doi: 10.3168/jds.2018-15616.
- Kargar, S., Roshan, M., Ghoreishi, S.M., Akhlaghi, A., Kanani, M., Abedi Shams-Abadi, A.R., Ghaffari, M.H. (2020). Extended colostrum feeding for 2 weeks improves growth performance and reduces the susceptibility to diarrhea and pneumonia in neonatal Holstein dairy calves. *Journal of Dairy Science* 103, 8130–8142. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18355>
- Kargar, S. Bahadori-Moghaddama, M. Ghoreishi, S. M. Akhlaghi, A. Kanani, M. Pazoki, A. Ghaffari, M. H. (2021). Extended transition milk feeding for 3 weeks improves growth performance and reduces the susceptibility to diarrhea in newborn female Holstein calves. *Animal*. 15: 100151. doi.org/10.1016/j.animal.2020.100151.
- Lombard, J., Urie, N., Garry, F., Godden, S., Quigley, J., Earleywine, T., McGuirk, S., Moore, D., Branam, M., Chamorro, M., Smith, G., Shivley, C., Catherman, D., Haines, D., Heinrichs, A., James, R., Maas, J., & Sterner, K. (2020). Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. *Journal of Dairy Science*, 103(8), 7611-7624. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955>.
- 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. *Journal of Dairy Science*, 98(11), 8044-8053. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9607>.
- Meyer, D. J., Harvey, J. W. *Veterinary laboratory medicine: interpretation & diagnosis*. 2.ed. Philadelphia: Saunders, 2004. 351p.
- Morita, L.M., Martin, C.C., da Silva, K.N., Woolum, A., Hurley, D.J., Gomes, V. (2022). Hematologic profiles and development of innate immune function in healthy Holstein calves during the pre-weaning period. *Vet Clin Pathol*, 00): 1- 11. doi: 10.1111/vcp.13155.

- Moore, D.A.; Taylor, J.; Hartman, M.L.; Sisco, W.M. (2009). Quality assessments of waste milk at a calf ranch. *Journal of Dairy Science*, v. 92, n. 7, p. 3503-3509. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1623>.
- NASEM (National Academy of Science, Engineering, and Medicine. (2021). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. National Academies Press.
- Novo, S. M. F., Freitas, R. L., Silva, C. P. da C. e, Baldacim, V. A. P., Baccili, C. C., Reis, J. F. dos, Hagiwara, M. K., and Gomes, V. (2015). Hematological adaptation in Holstein calves during the neonatal period. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 52(3), 212-216. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.v52i3p212-216>.
- Quigley, III, J. D. and J. J. Drewry. (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, C., and Polo, J. (.2013). Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin concentration in bovine colostrum. *J. Dairy Sci.* 96 :1148–1155.
- Steinhoff-Wagner J, Görs S, Junghans P, Bruckmaier RM, Kanitz E, Metges CC, Hammon HM. (2011). Intestinal glucose absorption but not endogenous glucose production differs between colostrum- and formula-fed neonatal calves. *J Nutr.*, Jan;141(1):48-55. doi: 10.3945/jn.110.128652. Epub 2010 Nov 17. PMID: 21084656.
- Van Soest, B. M., Weber Nielsen, A.J. Moeser, A. Abuelo, M.J. VandeHaar. (2022). Transition milk stimulates intestinal development of neonatal Holstein calves, *Journal of Dairy Science*, 105(8), 7011-7022. [doi.org/10.3168/jds.2021-21723](https://doi.org/10.3168/jds.2021-21723).
- Van Soest, B., Cullens, F., VandeHaar, M., and Nielsen, M. W. (2020). Short communication: Effects of transition milk and milk replacer supplemented with colostrum replacer on growth and health of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 103(12), 12104-12108. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18361>.
- Vetter, A., Argüello, A., Baumrucker, C., Bruckmaier, R. M. 2013. Fractional milking distribution of immunoglobulin G and other constituents in colostrum. *J. Dairy Sci.* 96:5919-5922.



#### 4 AVALIAÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO DO COLOSTRO DE MÉDIA QUALIDADE COM COLOSTRO EM PÓ, ASSOCIADO OU NÃO A LEITE DE TRANSIÇÃO NA SAÚDE GERAL E DESEMPENHO DE BEZERROS LEITEIROS

##### Resumo

O objetivo do presente estudo foi avaliar como a correção do colostro de média qualidade utilizando-se colostro em pó (CP), associado ou não ao leite de transição, afeta a transferência de imunidade passiva (TIP), a saúde e o desempenho de bezerros leiteiros. Cinquenta bezerros da raça holandesa (machos e fêmeas) foram alocados em blocos casualizados de acordo com sexo, peso ao nascer e data de nascimento e distribuídos em arranjo fatorial 2x2. Os animais foram divididos para receberem duas fontes de Igs: 1) Controle: colostro bovino com 25% Brix, no volume correspondente a 12% do peso ao nascer; 2) Enriquecido: colostro bovino de média qualidade (20%) enriquecido com CP para alcançar 25% brix, no volume correspondente a 12% do peso ao nascer; e dois protocolos de fornecimento de leite de transição: 1) Leite: sem o fornecimento de leite de transição formulado (LTF), de forma que os animais receberam 4L/d de leite integral por três dias; e 2) LTF: fornecimento 4L/d de leite integral enriquecido com 70g/L de CP (totalizando 280g/d), por três dias. Foram realizadas colheitas de sangue antes do fornecimento de colostro (0h), com 24, 48 e 72 horas de vida, para determinação de proteína total, glicose e AGNE. Nas primeiras 72 também foram coletadas amostras para contagem de hemácias, contagem global e diferencial de leucócitos. TIP foi avaliada com 48h. Durante o aleitamento os bezerros foram alojados em baias suspensas individuais até os 14d de vida e posteriormente em casinhas tropicais até 56d e receberam 6L/d de leite integral, tiveram acesso *ad libitum* à água e concentrado. O consumo de concentrado foi avaliado diariamente, e semanalmente avaliou-se o peso e medidas corporais. A saúde dos animais foi monitorada diariamente e a ocorrência de diarreia foi avaliada através do escore fecal. Durante o aleitamento foram colhidas amostras de sangue semanalmente para determinação de proteína total (PT), glicose e lactato. Os protocolos de colostragem foram eficientes na TIP, sem diferenças entre os mesmos ( $P > 0,05$ ). Os bezerros que receberam LTF ingeriram menor volume em relação aos animais alimentados com leite ( $P = 0,05$ ). Os protocolos de colostragem e os protocolos de transição não influenciaram a contagem média de eritrócitos, tal como a contagem global de leucócitos ( $P > 0,05$ ). A concentração de PT avaliada durante a transição foi maior para os bezerros alimentados com colostro bovino em comparação com os bezerros alimentados com colostro enriquecido ( $P < 0,05$ ). Enquanto que os bezerros alimentados com leite no período de transição apresentaram maiores concentrações de glicose em relação aos animais que receberam LTF ( $P = 0,05$ ). Houve efeito de interação entre protocolo de colostragem, protocolo de transição e hora de avaliação para o lactato ( $P = 0,02$ ). Já a concentração de AGNE não foi afetada por nenhum protocolo avaliado ( $P > 0,05$ ). Os protocolos de colostragem e de leite de transição não influenciaram as variáveis de saúde ( $P > 0,05$ ), com exceção do hematócrito que apresentou efeitos dos protocolos de transição ( $P = 0,0072$ ). Os protocolos de colostragem e os protocolos de leite de transição não afetaram as variáveis de desempenho ( $P > 0,05$ ). No período de aleitamento não houve efeito dos protocolos de colostragem nem dos protocolos de transição para a concentração de PT. Houve efeito de interação entre protocolo de colostragem e dieta de transição para concentração de glicose ( $P < 0,02$ ), de modo que os bezerros que receberam colostro bovino e LTF tiveram maior concentração de glicose que aqueles que receberam colostro enriquecido e leite. O fornecimento de colostro enriquecido com CP diminuiu as concentrações de lactato

plasmático ( $P < 0,01$ ). O enriquecimento do colostro de média qualidade com CP é uma alternativa em situações de escassez de colostro materno de qualidade, contudo o fornecimento de LTF somente por 3d não apresenta benefícios adicionais para saúde e desempenho de bezerras.

**Palavras-chaves:** Colostro, Enriquecimento, Neonato

### **Abstract**

The present study aimed to evaluate how the correction of medium-quality colostrum using colostrum powder (CP), associated or not with transition milk, affects the passive transfer (PT), health, and performance of dairy calves. Fifty Holstein calves were allocated in randomized blocks according to sex, weight, and date of birth and distributed in a 2x2 factorial arrangement. The animals were divided to receive two sources of Igs: 1) Control: bovine colostrum with 25% Brix, in the volume corresponding to 12% of birth weight; 2) Enriched: medium quality bovine colostrum (20%) CP to reach 25% brix, in the volume corresponding to 12% of birth weight and two transition milk supply protocols: 1) Whole milk: without a supply of formulated transition milk (FTM), the animals received 4L/d of whole milk for three days; and 2) LTF: supply of 4L/d of whole milk enriched with 70g/L of CP (totaling 280g/d) for three days. Blood samples were taken before colostrum feeding (0h), at 24h, 48h, and 72h of life, to determine total protein, glucose, and NEFA. Red blood cell counts, global leukocyte counts, and differential leukocytes were performed in the same period. PT was evaluated at 48h. During pre-weaning, the calves received 6L/d of whole milk, had ad libitum access to water and concentrate, and were housed in individual suspended pens until they were 14d of life and later were housed in tropical hutches until 56d. Concentrate intake was evaluated daily, and weight and body measurements were evaluated weekly. The health of the animals was monitored daily, and the incidence of diarrhea was assessed using the fecal score. Blood samples were taken weekly pre-weaning to determine total protein, glucose, and lactate. The colostrum protocols were efficient in PT, with no differences between them ( $P > 0,05$ ). Calves that supply LTF intake less volume than animals fed whole milk ( $P = 0,05$ ). Colostrum and transition protocols did not influence the mean erythrocyte count or global leukocyte count ( $P > 0,05$ ). The colostrum protocol affected total protein concentration ( $P < 0,05$ ). PT concentration assessed during the transition was higher for calves fed bovine colostrum than that fed enriched colostrum ( $P < 0,05$ ). While calves fed milk in the transition period had higher glucose concentrations than animals that received FTM ( $P = 0,05$ ). At the same time, the glucose concentration showed the effect of the transition protocol ( $P < 0,05$ ). There was an interaction effect between colostrum protocol, transition protocol, and lactate assessment time ( $P = 0,02$ ). The concentration of NEFA was not affected by any evaluated protocol ( $P > 0,05$ ). The colostrum and transition milk protocols did not influence the health variables ( $P > 0,05$ ), except for hematocrit, which showed the effects of the transition protocols ( $P = 0,0072$ ). Colostrum and transition milk protocols did not affect performance variables ( $P > 0,05$ ). During the pre-weaning period, there were no effects of the colostrum protocols or the transition protocols for the total protein concentration. There was an interaction effect between colostrum protocol and transition protocol for glucose concentration ( $P < 0,02$ ). Supply of CP-enriched colostrum decreases plasma lactate concentrations ( $P < 0,01$ ). The enrichment of medium-quality colostrum with CP is an alternative to maternal colostrum shortage; however, the supply of FTM by 3d does not present additional benefits for the health and performance of calves in the short term.

**Keywords:** Colostrum, Enrichment, Neonate

#### 4.1 Introdução

O manejo alimentar durante o período neonatal tem grande influência no sucesso da criação de bezerros e, além disso, afeta a saúde e o desempenho na vida adulta (Van Amburgh e Soberon, 2013; Williams et al., 2014). O manejo adequado do colostro é amplamente reconhecido como uma etapa essencial para sobrevivência e prevenção de doenças em bezerros recém-nascidos, pela transferência de anticorpos maternos, principalmente a imunoglobulina G (IgG) (Godden et al., 2019).

O colostro bovino é a primeira secreção produzida pela glândula mamária após o parto, sendo formado por uma mistura complexa de proteínas, lipídios, lactose, vitaminas e minerais, que fornece os primeiros componentes nutricionais para os bezerros recém-nascidos (Tacoma et al., 2017). Além do efeito nutricional, o colostro tem função biológica fundamental para os neonatos em razão da presença de altas concentrações de imunoglobulinas, as quais são necessárias para conferir imunidade passiva ao recém-nascido ainda com sistema imunológico imaturo (Godden, 2008). Além disso, no colostro também estão presentes outros compostos bioativos tais como: fatores de crescimento semelhante a insulina (IGF-I e IGF-II), insulina, lactoferrina, lisozima e lactoperoxidase (Blum e Hammon, 2000). Embora a literatura recomende o fornecimento de colostro com pelo menos 22% de Brix (Lombard et al., 2020), o que corresponde a 50 mg/mL de imunoglobulinas, as recomendações de consumo total de IgG pressionam a indústria para o fornecimento de uma segunda refeição ou de maior massa de IgG na primeira refeição de colostro.

O fornecimento de leite de transição é outro manejo realizado nos primeiros dias de vida que tem se mostrado de grande importância para criação de bezerras. Embora os compostos bioativos presentes no colostro estejam em menores concentrações no leite de transição, ainda contém concentrações consideráveis destes componentes (Foley e Otterby 1978; Blum e Hammon; 2000; Conneely et al., 2014). Assim, este manejo alimentar, além de aumentar o fornecimento de nutrientes, devido aos maiores teores de gordura e proteína no leite de transição, prolonga o consumo de IgG e compostos bioativos que têm efeitos positivos no desenvolvimento intestinal e consequentemente na saúde de neonatos (Van Soest et al., 2020).

Em virtude da indiscutível importância do colostro para a criação de bezerras, o colostro em pó é alternativa na indisponibilidade de colostro materno, ou quando a qualidade é comprometida pelos baixos níveis de IgG ou ainda pela presença de patógenos transmitidos pela alimentação (Lopez et al., 2020). Além disso, o colostro em pó pode ser utilizado para enriquecer o colostro de média qualidade (18 a 21% brix) (Lopez et. al. 2020), bem como para

suplementar a dieta líquida nos primeiros dias de vida, mimetizando o leite de transição materno (Van Soest et al., 2020). O fornecimento de leite de transição materno ou sucedâneo suplementado com colostro em pó, do segundo ao quarto dia de vida, promoveu maior GPD, com 616g/d e 620g/d respectivamente, em relação ao fornecimento de sucedâneo (562g/d) (Van Soest et al. 2020).

Diante dessas informações, as hipóteses da presente pesquisa são que o enriquecimento do colostro de média qualidade com colostro em pó garante transferência de imunidade passiva a bezerros leiteiros de forma semelhante ao colostro materno de boa qualidade; e que a associação de colostro enriquecido e o fornecimento de leite de transição formulado melhora a saúde e o desempenho de bezerros leiteiros. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi entender como a correção do colostro de média qualidade utilizando-se colostro em pó, associado ou não ao fornecimento de leite de transição formulado, afeta a transferência de imunidade passiva, a saúde e o desempenho de bezerros leiteiros.

## **4.2 Material e Métodos**

### *Local do experimento e animais*

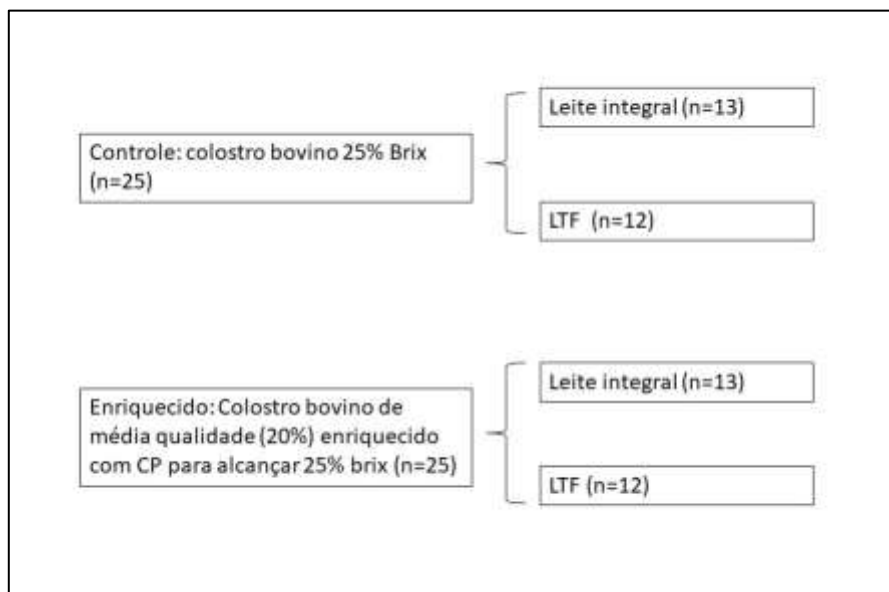
O experimento foi realizado no período de janeiro a maio 2022, no Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP, localizada em Piracicaba-SP. O Comitê de Ética em Pesquisa em Animais da ESALQ/USP aprovou todos os procedimentos envolvendo animais neste estudo (Protocolo nº64452602210).

Para o estudo foram utilizados 50 bezerros (machos n=37 e fêmeas=13) da raça Holandês, oriundos do rebanho leiteiro da universidade e de rebanhos comerciais vizinhos. Ao nascimento, os animais foram separados imediatamente de suas mães, sendo o consumo de colostro monitorado e controlado e foram realizadas pesagens e a cura e desinfecção do umbigo com iodo a 7%. Posteriormente, foram alojados em gaiolas suspensas individuais até os 14 d e após em casinhas tropicais até os 56 d de vida, com água e concentrado à vontade a partir do 1º dia de vida.

### *Grupos experimentais*

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, sendo os animais alocados nos blocos de acordo com a data de nascimento, peso ao nascer e sexo, e distribuídos em arranjo fatorial 2x2 (duas fontes de imunoglobulinas e duas dietas no período de transição; Figura 5). Os bezerros foram distribuídos de forma aleatória para receber duas fontes de imunoglobulinas: 1) Controle: colostro bovino com 25% Brix, no volume correspondente a

12% do peso ao nascer; 2) Enriquecido: colostro bovino de média qualidade (20%) enriquecido com colostro em pó (CP) para alcançar 25% brix, no volume correspondente a 12% do peso ao nascer; e dois protocolos de fornecimento de leite de transição: 1) Leite integral: sem o fornecimento de leite de transição formulado, de forma que os animais receberam 4L/d de leite integral por três dias, divididos em duas refeições; e 2) Leite de transição formulado (LTF): fornecimento 4L/d de leite integral enriquecido com 70g/L de colostro em pó (totalizando 280g/d), por três dias, divididos em duas refeições.



**Figura 5.** Distribuição dos tratamentos

O colostro foi fornecido através de mamadeira ou sonda esofágica, quando houve necessidade, e todos os animais foram colostrados em até 3h após o nascimento. Todos os bezerros receberam colostro de banco de colostro, o qual foi descongelado em banho maria (55°C) logo antes do fornecimento. Para o tratamento colostro enriquecido, após o descongelamento o mesmo foi padronizado com leite integral para o obter o valor de 20% brix e posteriormente acrescentado enriquecido com CP até atingir 25% brix. Esta etapa foi realizada de forma rápida e com auxílio de um refratômetro de brix optico (Lorben, Tonina Comércio Importação e Exportação LTDA). Amostras de colostro e colostro enriquecido foram colhidas em tubos plásticos esterilizados com volume de 20 mL e armazenadas em freezer (-20°C), para posterior análise de contagem padrão em placas (CPP).



### *Parâmetros sanguíneos*

Ao nascimento, antes do fornecimento do colostro (0 hora) e durante o período de transição da colostragem para a dieta líquida (24h, 48h e 72h), foram colhidas amostras de sangue, através da punção da veia jugular, utilizando tubos vacuolizados: 1) contendo fluoreto de sódio como antiglicolítico e EDTA de potássio como anticoagulante para obtenção de plasma; 2) com EDTA de potássio, para avaliar o hematócrito, eritograma e leucograma, conforme descrito a frente; e 3) com ativador de coágulo, para obtenção de soro (VACUETTE do Brasil, Campinas, SP, Brasil). O hematócrito foi determinado em capilar, utilizando-se centrífuga de micro hematócrito Modelo SPIN 1000 (MICROSPIN). Os tubos 1 e 3 foram centrifugadas 2.000 x g, durante 20 minutos, à temperatura de 4° C para a obtenção do plasma e soro sanguíneo, respectivamente. As determinações dos parâmetros sanguíneos foram realizadas em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA – 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil) utilizando-se kits comerciais específicos. Foram utilizados kits LABTEST Diagnóstica S.A. (Lagoa Santa, MG, Brasil.) para as determinações de glicose (Ref. 85) e proteína total (Ref. 92-250) e kit da RANDOX Laboratories – Life Sciences Ltda (Crumlin, Uk) para a determinação de AGNE (Nefa Ref. FA115).

Uma alíquota da amostra do tubo com ativador coágulo, colhida 48 horas após o fornecimento de colostro, foi utilizada para avaliar a transferência de imunidade passiva, utilizando-se o refratômetro brix e também através da concentração de IgG usando kit comercial de ELISA (Bovine IgG ELISA Kit, catalog nº E11-118; Bethyl Laboratories Inc., Montgomery, TX). O teste foi realizado de acordo com as instruções do fabricante. A eficiência aparente de absorção (EAA) foi calculada segunda a metodologia de (Quigley e Drewry, 1998), utilizando a seguinte equação:

$$EAA \text{ IgG} = \{[\text{IgG sérica g/L com 48h} - \text{IgG sérica g/L ao nascimento}] \times \text{peso ao nascer kg} \times 0,09\} / \text{ingestão de IgG em gramas. Onde: } 0,09 = \text{volume plasmático, calculado como } 9\% \text{ do PV ao nascimento.}$$

Uma alíquota de sangue também foi utilizada para a determinação do eritograma e leucograma. A contagem total de eritrócitos foi realizada a partir da diluição de 20 µL da amostra de sangue em 4 mL no Líquido de Gower. Em média 20 µL dessa amostra diluída foi pipetada na abertura lateral da câmara de Neubauer espelhada, fazendo o líquido penetrar por capilaridade entre a câmara e a lamínula. Através de um microscópio, foram feitas as contagens em cinco quadrantes menores localizados no centro da área marcada da câmara de Neubauer, determinando-se a quantidade de hemácias/µL pela seguinte equação: Hemácias =  $\Sigma q \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 200$ . Onde:

$\Sigma q$  = soma da contagem de eritrócitos de 5 quadrantes da câmara de Neubauer.

A contagem total de leucócitos foi realizada diluindo-se 20  $\mu\text{L}$  da amostra de sangue em 0,4 mL no Líquido de Turk, sendo uma pequena quantidade dessa amostra diluída foi pipetada na abertura lateral da câmara de Neubauer espelhada, fazendo o líquido penetrar por capilaridade entre a câmara e a lamínula. Utilizando-se um microscópio, foram feitas as contagens nos quatro quadrantes localizados nas extremidades da área marcada da câmara de Neubauer, sendo determinada a quantidade leucócitos/ $\mu\text{L}$  pela seguinte equação: Leucócitos/ $\mu\text{L}$  =  $(\Sigma q / 4) \cdot 10 \cdot 20$

Onde:  $\Sigma q$  = soma da contagem de leucócitos dos 4 quadrantes da extremidade da câmara de Neubauer.

Para a determinação da contagem diferencial de leucócitos foram preparados esfregaços sanguíneos corados com corante de Wright (INSTANT PROV, código PA205; NewProv, Pinhais, PR). A contagem diferencial foi realizada no Laboratório Clínico Veterinário da UDCH FZEA/USP-Pirassununga, utilizado um microscópio com a lente objetiva de imersão, contando-se 100 leucócitos diferenciando-os através da morfologia das células, com auxílio de um contador diferencial de Células – Modelo CP 2100 (PHOENIX), percorrendo-se as bordas laterais das lâminas em trajeto de “zig-zag”.

Posteriormente ao período de transição da colostragem para a dieta líquida, as amostras de sangue foram colhidas semanalmente sempre duas horas após o fornecimento da dieta líquida da manhã, a fim de traçar os perfis bioquímicos e metabólitos, seguindo a mesma metodologia realizada nas primeiras 72 horas de vida.

#### *Qualidade microbiológica do colostro*

A avaliação da qualidade microbiológica do colostro foi realizada através da metodologia CPP, sendo realizada de acordo com as indicações nos métodos padrões para inspeções de produtos lácteos (Standard Methods for the Examination of Dairy Products - APHA, 1992). Foi armazenada uma amostra de colostro que cada animal recebeu, a quais foram realizadas em duplicatas. A diluição seriada foi realizada com água destilada, com auxílio de uma pipeta automática de volume ajustável (Eppendorf® Research, Alemanha) e ponteiras estéreis descartáveis. A diluição foi de 1 mL de colostro em 9 mL de água destilada e depois seguiu para diluição seriada até a  $10^{-6}$ . Para a inoculação, 1 mL de colostro diluído a  $10^6$  foi pipetado e despejado no centro de uma placa própria para CPP (CompactDry®TC, Nissui Pharmaceutical Co. LTD., Japão). Posteriormente, as placas foram incubadas por 48 horas em uma estufa BOD (TE-391, Tecnal Equipamentos Científicos, Brasil), com

temperatura controlada de 37°C com variação de  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Em seguida, a leitura dos resultados foi realizada através da Contagem Visual de UFC, para isso foi tirado foto de cada placa em superfície plana, com fundo branco e boa iluminação, para posterior contagem das colônias. Cada placa foi contada três vezes por contadores diferentes, e a média das contagens foi utilizada como valor final de UFC para cada placa (Tabela 10).

Para calcular os valores de CPP referentes a cada placa, foi utilizada a seguinte equação, que considera a taxa de diluição da amostra de  $10^{-6}$ :

$$\text{CPP (mil UFC/mL)} = \frac{n^\circ \text{ UFC} \times 10.00000}{1.000}$$

**Tabela 10.** Contagem padrão em placas dos protocolos de colostragem

Item	Colostro bovino		Colostro enriquecido	
	LTF	Leite	LTF	Leite
CPP, UFC/mL	95.153	115.911	105.613	63.747

#### *Desempenho e saúde*

Após o período de transição da colostragem, os bezerros receberam através de baldes com bico, 6 L/dia de leite integral divididos em duas refeições (7h00 e 17h00), sendo registradas qualquer recusa de consumo. A composição do leite foi avaliada através de análises semanais na Clínica do Leite (Tabela 11). O consumo de sólidos totais do LTF foi calculado considerando 70g/L do colostro em pó associado a 12,64% de sólidos do leite integral no qual o colostro em pó foi diluído, totalizando 196,4 g/L de sólidos totais.

Os animais tiveram acesso ad libitum à água e concentrado (24,6% PB, 5,22% EE, 9,6% MN, 13,89% FDN, 5,52% FDA, 46,57% CNF; Agrocerec Multimix, Rio Claro, SP, Brasil). O concentrado foi fornecido diariamente no período da manhã, e as sobras do dia anterior foram pesadas em balança digital (Toledo 9094) para o cálculo do consumo diário de concentrado. O período de aleitamento compreendeu oito semanas, quando encerrou-se o período experimental. Os animais foram pesados ao nascer e semanalmente até a oitava semana de vida, sempre antes do fornecimento da dieta líquida da manhã. Também foi mensurada, quinzenalmente, a altura na cernelha e largura da garupa, utilizando-se régua com escala em centímetros; e perímetro torácico com fita flexível, também com escala em centímetros.

**Tabela 11.** Composição química da dieta líquida

Ingredientes	Leite integral
Teor de gordura, %	3,93
Teor de proteína, %	3,29
Teor de lactose, %	4,09
Teor de sólidos totais, %	12,64
Teor de Nitrogênio Uréico, mg/dL	12,06
Caseína, %	2,54
CCS <sup>1</sup> , mil céls. /mL	1272

<sup>1</sup>Contagem de células somáticas por citometria de fluxo

A saúde dos animais foi monitorada diariamente e todas as ocorrências de doenças e tratamentos foram registradas em ficha individual. A ocorrência de diarreia foi monitorada através do escore fecal, da seguinte forma: (0) Normal, (1) Pastosa ou semi-formada; (2) Fluida; (3) Líquido-aquosa. Os animais foram considerados com quadro de diarreia, com escore fecal  $\geq 2$ , iniciando-se a reidratação oral, com a administração de dois litros de soro caseiro (5g de sal comum, 25g de dextrose e 10g de bicarbonato para cada litro). O tratamento com antibióticos foi realizado quando o animal apresentou, além da diarreia, sintomas como febre e/ou recusa da ingestão da dieta líquida, conforme recomendação do médico veterinário.

#### *Análise estatística*

As medidas de desempenho (consumo de concentrado, GMD, perímetro torácico, altura de cernelha e largura de garupa), contagem de eritrócitos, contagem de leucócitos e parâmetros sanguíneos (glicose, proteína total e AGNE) foram analisadas como medidas repetidas no tempo utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (version 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC), conforme modelo:  $Y_{ijkl} = \mu + b_i + F1_j + F2_k + (F1F2)_{jk} + W_i + (F1W)_{jl} + (F2W)_{kl} + (F1F2W)_{jkl} + e_{ijkl}$ . Onde,  $Y_{ijk}$  = variável resposta;  $\mu$  = média geral;  $b_i$  = efeito do bloco;  $F1_j$  = efeito do fator 1 (fonte de Ig: colostro bovino vs. colostro enriquecido);  $F2_k$  = efeito fator 2 (fornecimento ou não de LTF);  $F1F2_{jk}$  = efeito da interação  $F1 \times F2$ ;  $W_i$  = efeito da idade dos animais (hora ou dias de vida);  $F1W_{jl}$  = efeito da interação  $F1 \times$  idade;  $F2W_{kl}$  = efeito da interação  $F2 \times$  idade;  $F1F2W_{jkl}$  = efeito da interação  $F1 \times F2 \times$  idade;  $e_{ijkl}$  = erro residual.

As matrizes de covariância “compound symmetry, heterogeneous compound symmetry, autoregressive, heterogeneous autoregressive, unstructured, banded, variance components, toeplitz, antidependence e heterogeneous Toeplitz” foram testadas e definidas de acordo com o menor valor obtido para Akaike’s Information Criterion corrected” (AICC).

As variáveis de transferência de imunidade passiva (Brix sérico, IgG sérica e EAA) e as variáveis de saúde (dias com febre, dias com diarreia e número de tratamentos de diarreia, doenças respiratórias e TPB) foram analisadas como variáveis não repetidas, utilizando o seguinte modelo estatístico:  $Y_{ijk} = \mu + b_i + F_{1j} + F_{2k} + (F_1F_2)_{jk} + e_{ikj}$ . Onde,  $Y_{ijk}$  = variável resposta;  $\mu$  = média geral;  $b_i$  = efeito do bloco;  $F_{1j}$  = efeito do fator 1 (fonte de Ig: colostro bovino vs. colostro enriquecido);  $F_{2k}$  = efeito fator 2 (fornecimento ou não de LTF);  $F_1F_2_{jk}$  = efeito da interação  $F_1 \times F_2$ . Para efeito de comparação de médias, foi utilizado o método dos quadrados mínimos (LSMEANS), com nível de significância de 5%.

### 4.3 Resultados

#### 4.3.1 Transferência de imunidade passiva e consumo de LTF

Não houve efeito de interação entre o protocolo de colostragem e a dieta de transição para as variáveis de transferência de imunidade passiva e consumo de leite de transição ( $P > 0,05$ ; Tabela 12). O consumo de imunoglobulinas não foi afetado pelos protocolos de colostragem ( $P > 0,05$ ), tão pouco pelos protocolos de transição ( $P > 0,05$ ). Ademais, os protocolos de colostragem foram eficientes na transferência de imunidade passiva, com valores médios acima de 9,4% de brix, porém não foram observadas diferenças entre os mesmos ( $P > 0,05$ ), assim como entre os protocolos de transição ( $P > 0,05$ ). As concentrações de IgG às 48h também não diferiram entre os protocolos de colostragem ( $P = 0,67$ ), variável que também não foi afetada pelos protocolos de transição ( $P = 0,41$ ). Também não houve efeito dos protocolos de colostragem e de transição para eficiência aparente de absorção.

**Tabela 12.** Avaliação de transferência de imunidade passiva e consumo de LTF de bezerros recebendo diferentes protocolos de colostragem e leite de transição

Item	Tratamentos				EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>2</sup>		
	Colostro bovino		Colostro enriquecido			C	T	C x T
	LTF	Leite	LTF	Leite				
Consumo de Ig, g	518,87	537,45	506,49	507,53	11,477	0,1349	0,4913	0,5205
Brix, % às 48h	10,07	10,49	9,75	10,42	0,299	0,5217	0,1886	0,6696
IgG, g/L às 48h	50,99	51,14	49,60	51,49	3,425	0,8561	0,7289	0,7565
EAA <sup>3</sup> , %	30,45	29,80	30,20	31,30	1,982	0,7497	0,9088	0,6519
Volume LTF, L	10,79 <sup>b</sup>	11,30 <sup>a</sup>	11,07 <sup>b</sup>	11,25 <sup>a</sup>	0,240	0,2973	0,0584	0,8826
Sólidos totais, Kg	2,12 <sup>a</sup>	1,43 <sup>b</sup>	2,18 <sup>a</sup>	1,45 <sup>b</sup>	0,037	0,2917	0,0001	0,6635

<sup>1</sup>Erro padrão da média; <sup>2</sup>C = efeito do protocolo de colostragem; T= efeito do protocolo de transição; C x T= efeito da interação entre protocolo de colostragem e protocolo de transição;

<sup>3</sup>Eficiência aparente de absorção;

<sup>a</sup>Letras minúsculas denotam efeito do protocolo de transição

<sup>4</sup>Consumo de sólidos totais entre a colostragem e a dieta líquida

O volume de leite de transição não apresentou diferenças entre os protocolos de colostragem ( $P > 0,05$ ), contudo os bezerros que receberam LTF ingeriram menor volume em relação aos animais alimentados com leite integral no período entre a colostragem e a dieta líquida ( $P = 0,05$ ). Porém, a ingestão de sólidos totais foi maior para os bezerros do grupo LTF ( $P < 0,05$ ) independentemente do protocolo de colostragem ( $P > 0,05$ ).

#### 4.3.2 Contagem de eritrócitos e leucócitos de 0 a 72h de vida

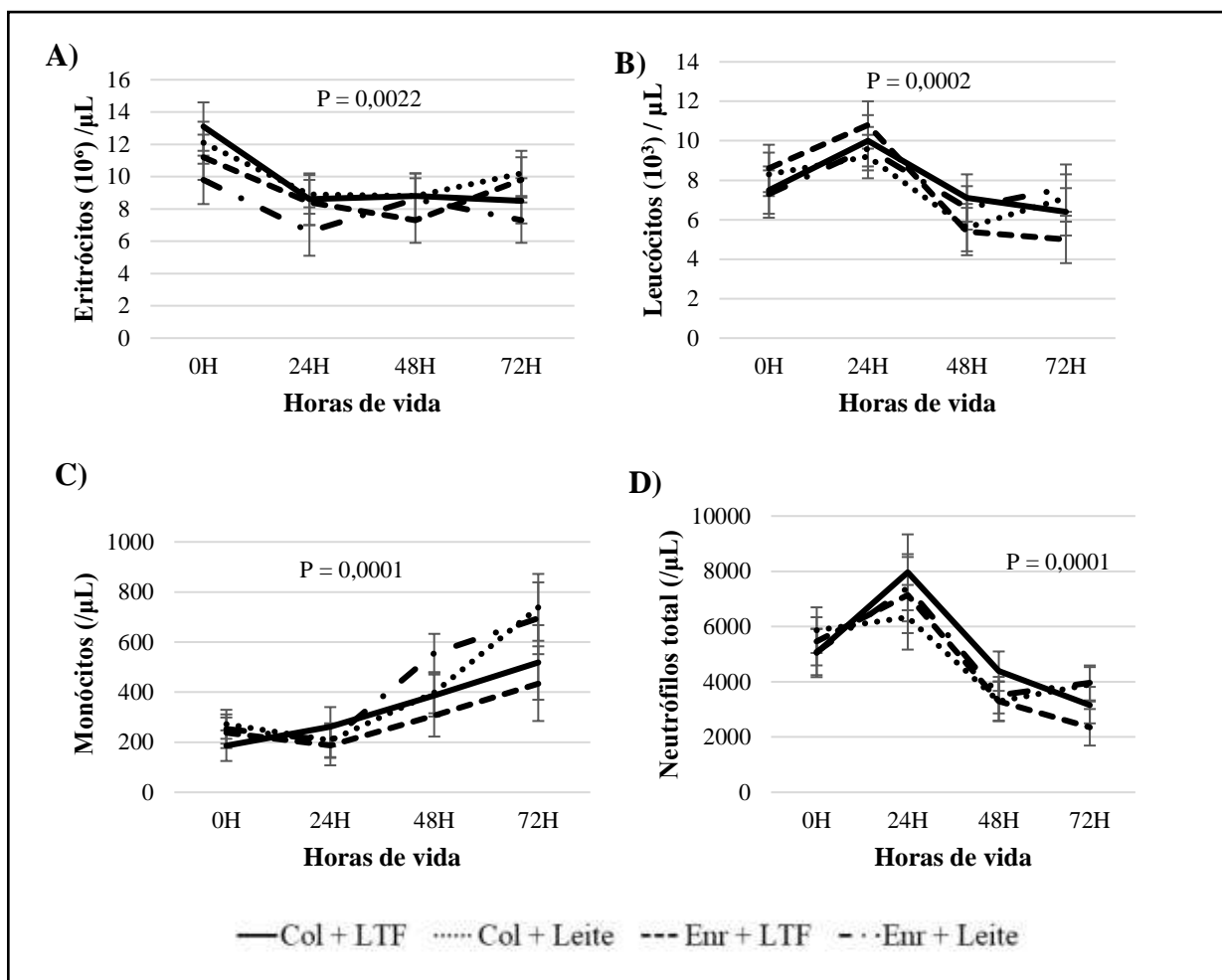
Não houve interação entre os protocolos de colostragem e o leite de transição ( $P > 0,05$ ) para as contagens de eritrócitos e leucócitos, assim como para a interação desses fatores com o momento de coleta após o nascimento ( $P > 0,05$ , Tabela 13). Os protocolos de colostragem e a dieta de transição não influenciaram a contagem média de eritrócitos ( $P > 0,05$ ) entre 0 e 72h após o nascimento, tal como a contagem global de leucócitos ( $P > 0,05$ ). Contudo, tanto a contagem média de eritrócitos como a contagem global de leucócitos apresentaram efeito de hora de vida ( $P < 0,05$ ). A contagem média de eritrócitos reduziu sua contagem do período de 0 para 24h e posteriormente apresentou pequena variação (Figura 5A). Em oposição, a contagem global de leucócitos aumentou sua contagem de 0 até 24h de vida, seguido de redução na contagem média (Figura 5B). Com relação a contagem diferenciada média, não houve efeito dos protocolos de colostragem e de transição para todas as classes ( $P > 0,05$ ). No entanto, a contagem de monócitos e a classe neutrófila tiveram efeito de hora de avaliação ( $P < 0,01$ ). A classe de monócitos teve comportamento crescente entre 0 e 72 horas de vida (Figura 5C); enquanto a classe neutrófila aumentou sua contagem de 0 para 24h com posterior redução na contagem média até 72h de vida (Figura 5D).

**Tabela 13.** Contagem média de eritrócitos e leucócitos de bezerros durante o período de transição entre a colostragem e dieta líquida de bezerros recebendo diferentes protocolos de colostragem e de leite de transição

Item	Tratamentos				EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>2</sup>				
	Colostro bovino		Colostro enriquecido			C	T	C x T	H	C x T x H
	LTF	Leite	LTF	Leite						
Eritrócitos (10 <sup>6</sup> ) /μL	9,7	10,0	9,2	8,4	8,39	0,1785	0,7254	0,4799	0,0022	0,7665
Leucócitos (10 <sup>3</sup> ) /μL	7,8	7,4	7,1	7,7	6,92	0,7495	0,8516	0,4337	0,0002	0,4772
Eosinófilos (/μL)	15,7	38,8	39,4	33,0	13,59	0,4873	0,5160	0,2438	0,3154	0,4074
Basófilo (/μL)	5,9	13,2	9,3	12,9	6,18	0,7873	0,3652	0,7541	0,1258	0,1805
Linfócitos total (/μL)	2271,1	2139,1	2332,9	2259,9	235,43	0,6550	0,6190	0,8821	0,1498	0,2117
Monócitos (/μL)	338,2	403,8	291,2	427,3	46,00	0,8216	0,1050	0,4928	0,0001	0,6146
Neutrófilos total (/μL)	5136,0	4852,1	4564,1	4990,0	517,97	0,6370	0,8749	0,4254	0,0001	0,5001

<sup>1</sup>Erro padrão da média

<sup>2</sup>C = efeito do protocolo de colostragem; T = efeito do protocolo de transição; C x T = efeito da interação entre protocolo de colostragem e protocolo de transição; H = efeito da hora de avaliação; C x T x H = efeito da interação entre protocolo de colostragem, protocolo de transição e hora de avaliação



**Figura 5.** Efeito de horas de vida nas contagens de (A) Eritrócitos (B) contagem global de leucócitos; (C) monócitos; (D) neutrófilo do período de transição entre a colostragem e dieta líquida de bezerros recebendo diferentes protocolos de colostragem e de leite de transição.

#### 4.3.3 Parâmetros sanguíneos de 0 a 72h de vida

O protocolo de colostragem afetou a concentração de proteína total ( $P < 0,05$ ; Tabela 14), sendo os maiores valores observados para os bezerros alimentados com colostro bovino em comparação com aqueles que receberam colostro enriquecido. No entanto, não houve efeito da dieta de transição ( $P > 0,05$ ). A concentração de glicose não foi influenciada pelos protocolos de colostragem ( $P > 0,05$ ), porém os bezerros alimentados com leite no período de transição apresentaram maiores concentrações em relação aos animais que receberam LTF ( $P = 0,05$ ).

Houve interação entre protocolo de colostragem, protocolo de transição e hora de vida na avaliação para as concentrações de lactato ( $P = 0,02$ ). Bezerros alimentados com colostro bovino e leite obtiveram maiores valores de lactato com 0h em comparação com aqueles que receberam colostro bovino e LTF no período de transição, sem diferenças com os demais tratamentos (Figura 6 C).

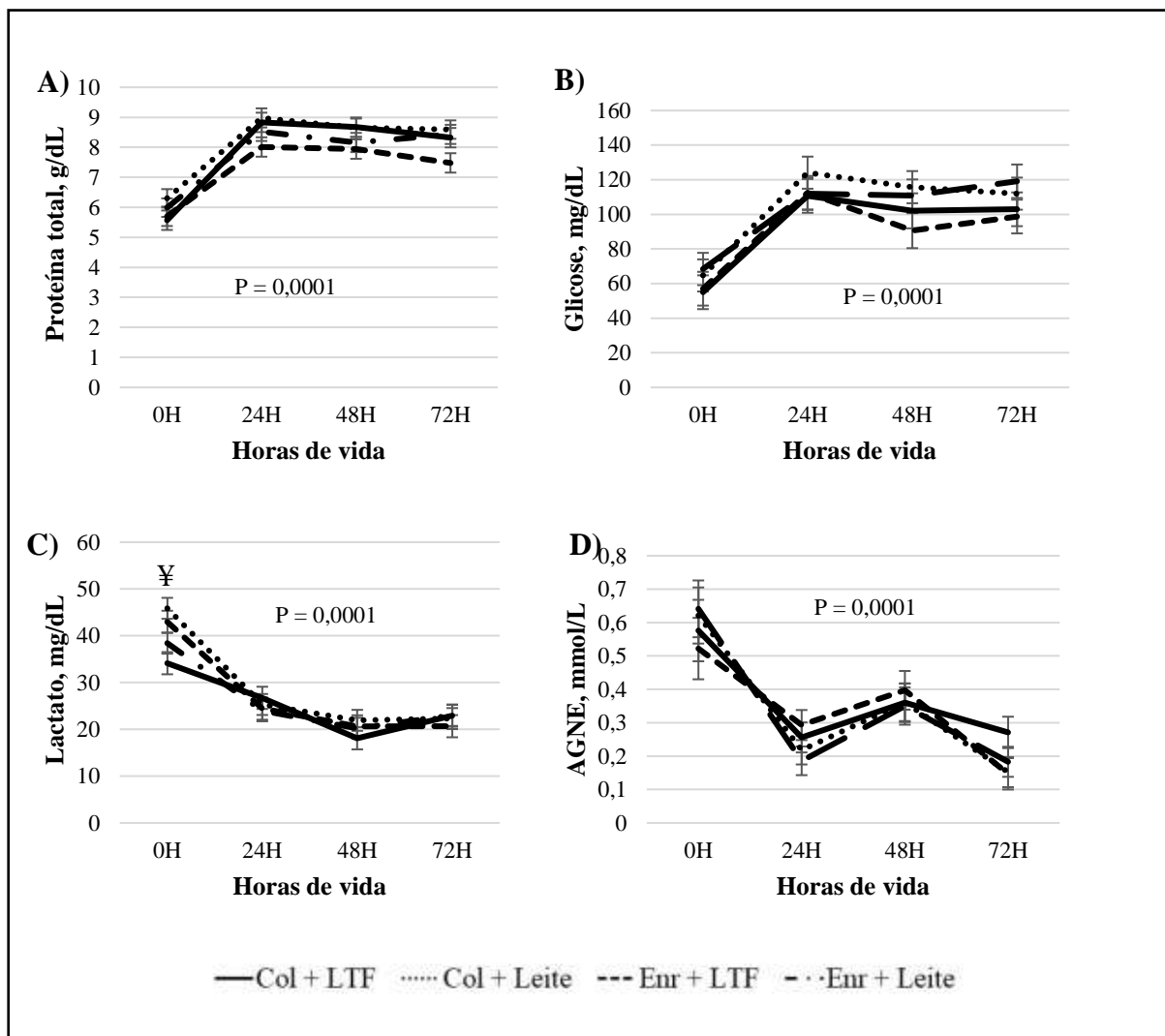


A concentração de AGNE não foi afetada pelos protocolos de colostragem nem pela dieta de transição ( $P > 0,05$ ). Todos os parâmetros metabólicos apresentaram efeito de horas de vida ( $P < 0,001$ ). Conforme esperado, a proteína total e a glicose apresentaram valores de concentração crescente de 0 para 24h, seguido de pequena variação nas concentrações até 72h (Figura 6 A e B). De maneira oposta, as concentrações de lactato e AGNE foram decrescente do nascimento até 72 horas de vida, com exceção dos valores de AGNE que apresentaram aumento em sua concentração com 48h.

**Tabela 14.** Parâmetros sanguíneos do período de transição entre a colostragem e dieta líquida de bezerros recebendo diferentes protocolos de colostragem e de leite de transição

Item	Tratamentos				EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>2</sup>				
	Colostro bovino		Colostro enriquecido			C	T	C x T	H	C x T x H
	LTF	Leite	LTF	Leite						
Proteína total, g/dL	7,85	8,13	7,29	7,78	0,230	0,0410	0,1197	0,6307	0,0001	0,6145
Glicose, mg/dL	92,66	104,13	89,69	102,60	6,166	0,7137	0,0564	0,9048	0,0001	0,9453
Lactato, mg/dL	25,47	28,85	27,18	26,40	1,817	0,8374	0,4844	0,2465	0,0001	0,0028
AGNE, mmol/L	0,36	0,33	0,34	0,34	0,038	0,7519	0,7225	0,7074	0,0001	0,4368

<sup>1</sup>Erro padrão da média; <sup>2</sup>C = efeito do protocolo de colostragem; T= efeito do protocolo de transição; C x T= efeito da interação entre protocolo de colostragem e protocolo de transição; H = efeito da hora de avaliação; C x T x H = efeito da interação entre protocolo de colostragem, protocolo de transição e hora de avaliação



**Figura 6.** Efeito de horas de vida nas concentrações de (A) Proteína total; (B) Glicose; (C) Lactato; (D) AGNE do período de transição entre a colostragem e dieta líquida de bezerras recebendo diferentes protocolos de colostragem e de leite de transição. † denota diferenças entre o tratamento Col + leite e o tratamento Col + Enr, sem diferir dos demais tratamentos

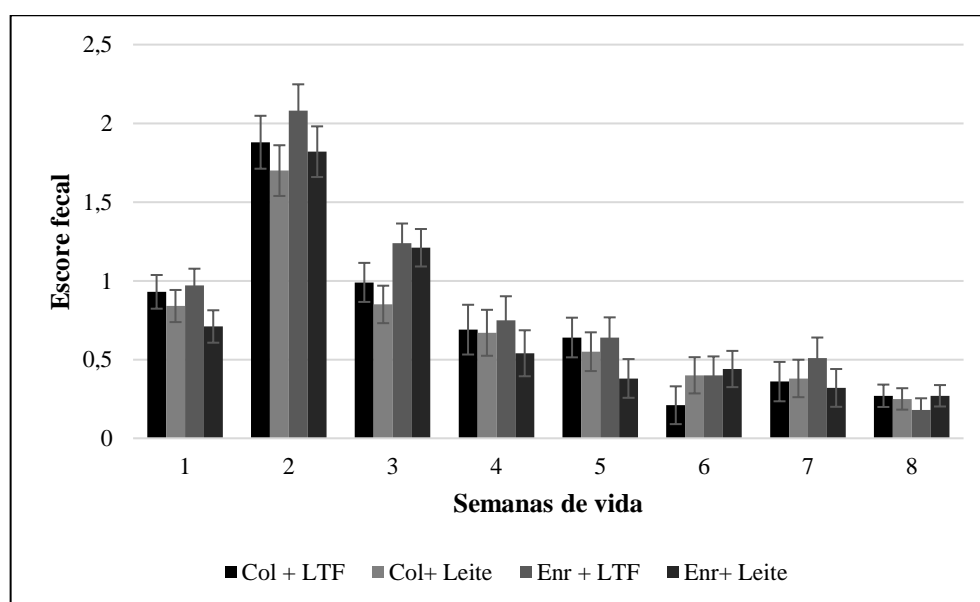
#### 4.3.4 Saúde

As variáveis de saúde avaliadas não foram afetadas pela interação entre os protocolos de colostragem e dieta no período de transição ( $P > 0,05$ , Tabela 15). Da mesma forma, os protocolos de colostragem e de leite de transição não influenciaram o escore fecal médio, bem como dias com diarreia, número de tratamentos com antibióticos para diarreia e dias com febre ( $P > 0,05$ ; Tabela 16). Conforme esperado, devido ao declínio da imunidade colostragem, a maior ocorrência de dias com escore fecal superior a 2 para todos os protocolos, se deu na segunda semana de vida (Figura 7). Posterior a segunda semana de vida, o escore fecal médio reduziu para os quatro tratamentos.

O percentual médio de hematócrito não apresentou diferença entre os protocolos de colostragem, contudo, os animais que receberam LTF durante a transição apresentam menor

hematócrito em relação bezerros que foram alimentados com leite. Porém, esses resultados não influenciaram o número de tratamentos contra tristeza parasitária bovina, o que indica que não haviam patologias associadas a esse resultado. Além do mais, o percentual de hematócrito reduziu para todos os grupos na terceira semana de vida (Figura 8), sendo esse período uma semana após o pico de ocorrência de diarreia também para todos os tratamentos, posteriormente o hematócrito aumentou.

O número geral de tratamentos com antibióticos, tal como número de tratamentos para doenças respiratórias e contra tristeza parasitária bovina não foram afetados pelos protocolos de colostragem nem pela dieta transição ( $P > 0,05$ ). Esses resultados evidenciam o bom estado de saúde para todos os tratamentos durante o período experimental.



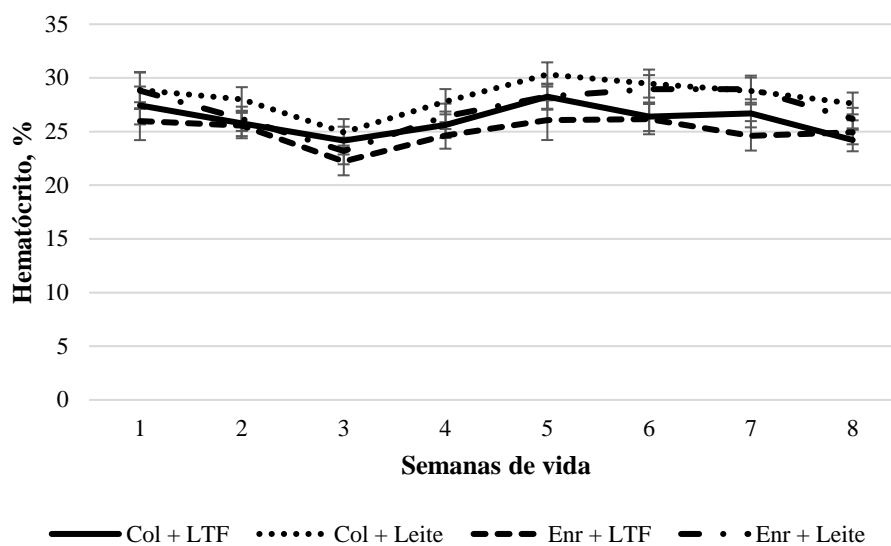
**Figura 7.** Escore fecal médio de acordo com a semana de vida de bezerros recebendo diferentes protocolos de colostragem e leite de transição ( $P < 0,0001$ )

**Tabela 15.** Escore fecal e saúde de bezerros recebendo diferentes protocolos de colostragem e leite de transição

Item	Tratamentos				EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>2</sup>				
	Colostro bovino		Colostro enriquecido			C	T	C x T	I	C x T x I
	LTF	Leite	LTF	Leite						
Escore fecal	0,75	0,71	0,83	0,71	0,057	0,4298	0,1784	0,4713	0,0001	0,4435
Hematócrito, %	26,07	28,22	25,02	27,12	0,757	0,1565	0,0072	0,9705	0,0001	0,9439
Dias com febre	4,03	3,31	4,73	3,21	0,760	0,6949	0,1524	0,5881	-	-
Dias com diarreia	9,13	7,23	10,09	8,51	1,175	0,3427	0,1523	0,8904	-	-
Nº trat ATB	1,26	0,73	1,33	0,99	0,264	0,5269	0,1092	0,7057	-	-
Nº trat. diarreia	0,06	0,05	0,26	0,06	0,137	0,2867	0,2953	0,3163	-	-
Nº trat. DR <sup>5</sup>	0,27	0,22	0,36	0,15	0,110	0,9559	0,2423	0,4580	-	-
Nº trat. TPB <sup>6</sup>	0,72	0,38	0,70	0,87	0,191	0,2178	0,6614	0,1789	-	-

<sup>1</sup>Erro padrão da média

<sup>2</sup>C= efeito do protocolo de colostragem; T= efeito do protocolo de transição; C x T= efeito da interação entre colostragem e transição; I= efeito da idade de avaliação; C x T x I = efeito da interação entre protocolo de colostragem, protocolo de transição e idade de avaliação



**Figura 8.** Efeito da idade no percentual médio de hematócrito de acordo com a semana de vida de bezeros recebendo diferentes protocolos de colostragem e leite de transição ( $P < 0,0001$ )

#### 4.3.5 Consumo e desempenho

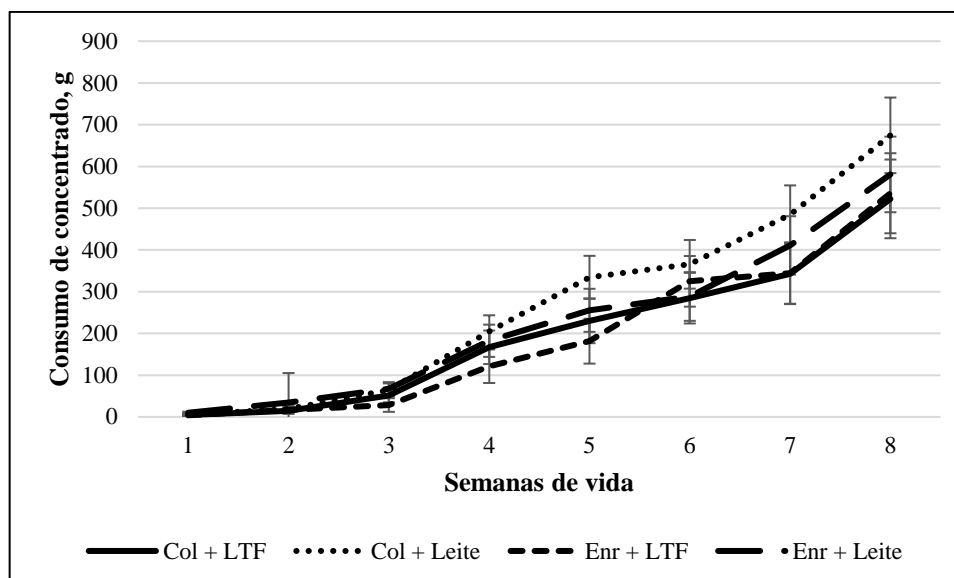
Os protocolos de colostragem e a dieta no período de transição não afetaram o consumo de concentrado bem como o consumo de matéria seca total ( $P > 0,05$ ; Tabela 16). No entanto, houve efeito da idade ( $P < 0,05$ ), sendo o consumo crescente ao longo das semanas avaliadas (Figura 9), em virtude do aumento das exigências nutricionais dos animais. O consumo na oitava semana também não foi influenciado pelos protocolos de colostragem ou pelos protocolos de transição, assim como pela interação entre estes fatores. Peso médio, ganho de peso diário (GPD) e eficiência alimentar também não foram influenciados pelos protocolos de colostragem ou pelos protocolos de transição, assim como perímetro torácico, largura de garupa e altura de cernelha ( $P > 0,05$ ), embora todas estas variáveis tenham sido crescentes ao longo das semanas ( $P < 0,05$ ), em razão do crescimento dos animais. Na segunda semana de vida houve redução do GPD médio (Figura 10), devido a maior ocorrência de diarreia (Figura 7).

**Tabela 16.** Consumo, desempenho e medidas corporais de bezerros recebendo diferentes protocolos de colostragem e leite de transição

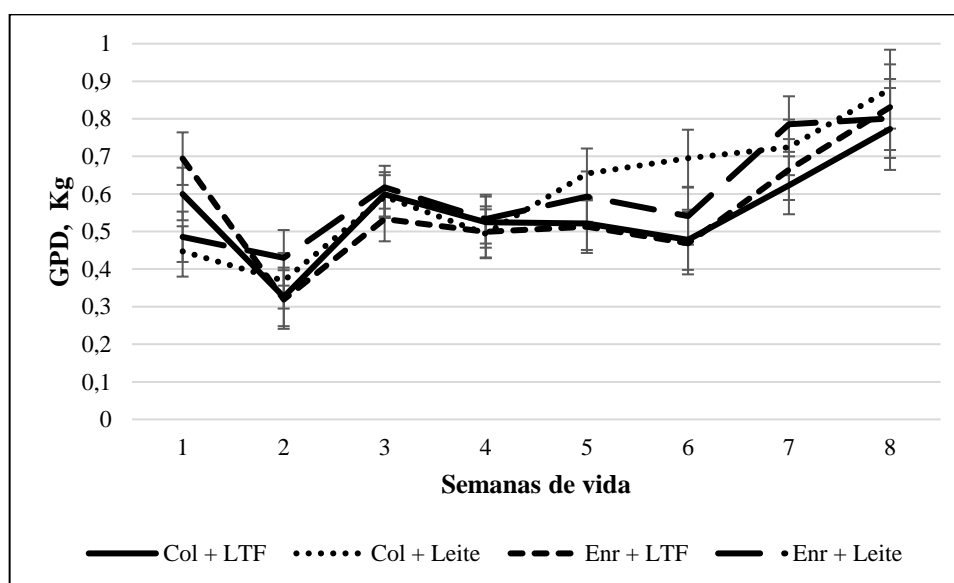
Item	Tratamentos				EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>2</sup>				
	Colostro bovino		Colostro enriquecido			C	T	C x T	I	C x T x I
	LTF	Leite	LTF	Leite						
Consumo, g MS/d										
Total	940,81	981,88	931,21	970,49	28,448	0,4971	0,1671	0,7231	0,0001	0,3998
Concentrado	202,18	259,12	194,69	228,83	29,915	0,5046	0,1616	0,6465	0,0001	0,4149
Consumo na 8ª sem	567,35	644,74	610,91	633,57	111,492	0,7616	0,3599	0,6000	-	-
Peso corporal, Kg										
Nascimento	34,46	34,55	34,12	33,87	0,437	0,2464	0,8693	0,6882	-	-
Desaleitamento	65,50	68,53	66,61	67,53	1,480	0,9696	0,1965	0,4656	-	-
Médio	49,01	49,66	48,92	49,21	0,510	0,6498	0,4290	0,7528	0,0001	0,5071
GPD, g	556,10	607,50	569,30	603,50	0,027	0,8652	0,1267	0,7455	0,0001	0,5075
Eficiência alimentar	0,589	0,598	0,612	0,615	0,026	0,4676	0,8390	0,8958	0,0001	0,5338
Perímetro Torácico, cm	85,62	85,69	85,69	85,04	0,525	0,6467	0,4733	0,3740	0,0001	0,4158
Largura de Garupa, cm	24,43	22,57	22,25	22,46	1,383	0,4755	0,5038	0,5959	0,0001	0,5182
Altura de Cernelha, cm	83,56	82,58	83,50	83,80	0,781	0,4842	0,3723	0,6342	0,0001	0,8694

<sup>1</sup>Erro padrão da média

<sup>2</sup>C= efeito do protocolo de colostragem; T= efeito do protocolo de transição; C x T= efeito da interação entre colostragem e transição; I= efeito da idade de avaliação; C x T x I= efeito da interação entre protocolo de colostragem, protocolo de transição e idade de avaliação



**Figura 9.** Efeito da idade no consumo de concentrado de acordo com a semana de vida de bezerros recebendo diferentes protocolos de colostragem e leite de transição ( $P < 0,0001$ )



**Figura 10.** Efeito da idade no ganho de peso diário de acordo com a semana de vida de bezerros recebendo diferentes protocolos de colostragem e leite de transição ( $P < 0,0001$ )

#### 4.3.6 Parâmetros sanguíneos durante aleitamento

No período de aleitamento não houve efeitos dos protocolos de colostragem nem da dieta de transição, assim como da interação entre estes fatores, para a concentração de proteína total ( $P > 0,05$ ; Tabela 17), porém houve efeito de idade ( $P < 0,01$ ; Figura 10A). Houve efeito de interação entre protocolo de colostragem e dieta de transição para concentração de glicose ( $P < 0,02$ ), de modo que os bezerros que receberam colostro bovino e LTF tiveram maior concentração de glicose que aqueles que receberam colostro enriquecido e



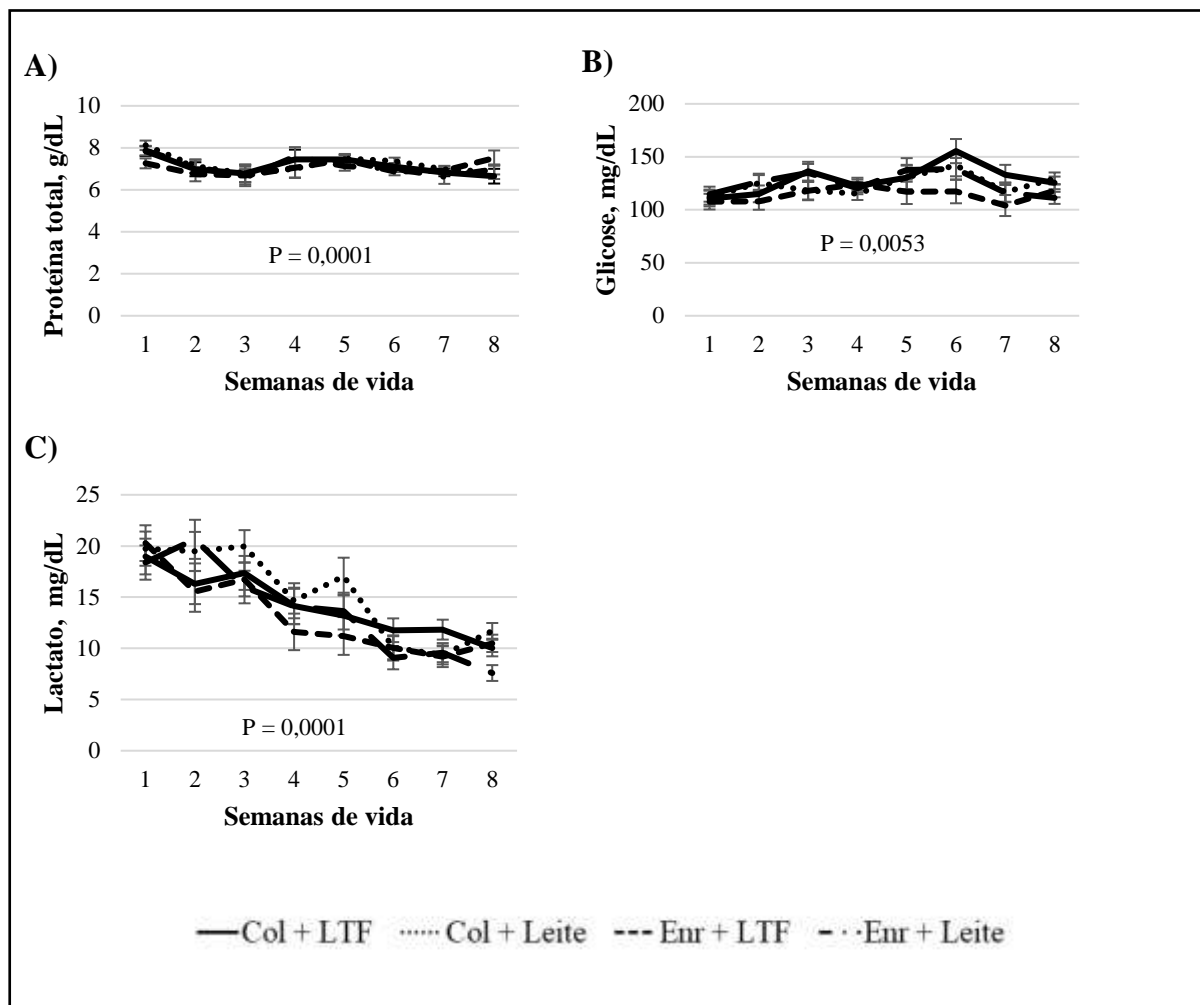
leite, sem diferenças para os demais grupos. O fornecimento de colostro enriquecido com colostro em pó diminuiu as concentrações de lactato plasmático ( $P < 0,01$ ), mas não houve efeito da dieta de transição. Além disso, independente do protocolo de colostragem ou de transição, a concentração de lactato reduziu com o avanço da idade (Figura 10C). A concentração sérica de proteína total teve leve declínio na 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> semana de vida (Figura 10A), enquanto a concentração de glicose permaneceu elevada durante todo o período experimental (10B).

**Tabela 17.** Parâmetros sanguíneos durante o período de aleitamento de bezerros recebendo diferentes protocolos de colostragem e leite de transição

Item	Tratamentos				EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>2</sup>				
	Colostro bovino		Colostro enriquecido			C	T	C x T	I	C x T x I
	LTF	Leite	LTF	Leite						
Proteína total, g/dL	7,26	7,40	7,06	7,24	0,168	0,2843	0,3463	0,9340	0,0001	0,3320
Glicose, mg/dL	128,60 <sup>a</sup>	123,67 <sup>ab</sup>	125,04 <sup>ab</sup>	114,30 <sup>b</sup>	3,482	0,0640	0,4094	0,0230	0,0053	0,4554
Lactato, mg/dL	14,20	15,25	13,41	13,63	0,566	0,0185	0,1806	0,6131	0,0001	0,2219

<sup>1</sup>Erro padrão da média

<sup>2</sup>C= efeito do protocolo de colostragem; T= efeito do protocolo de transição; C x T= efeito da interação entre colostragem e transição; I= efeito da idade de avaliação; C x T x I= efeito da interação entre protocolo de colostragem, protocolo de transição e idade de avaliação



**Figura 10.** Efeito da idade nas concentrações de (A) Proteína total; (B) Glicose; (C) Lactato de bezerros recebendo diferentes protocolos de colostragem e leite de transição

#### 4.4 Discussão

Os dois protocolos de colostragem proporcionaram consumo de imunoglobulinas superior ao recomendado pelo atual consenso de colostragem, o qual recomenda o consumo mínimo de 300g de IgG para obter TIP excelente (Lombard et al., 2020). No presente trabalho, os dois protocolos de colostragem promoveram o consumo de imunoglobulinas superior a 500g, o que resultou em excelentes níveis de transferência de imunidade passiva com IgG sérica às 48h de vida >25g/L e valores de brix >9,4%. Atualmente, se busca concentrações de IgG sérica superiores a 25g/L, uma vez que, quanto maior os valores séricos de IgG, menores são as taxas morbidade e mortalidade durante a fase de aleitamento (Urie et al., 2018; Godden et al., 2019; Lombard et al., 2020).

Na literatura está bem consolidado que os substitutos de colostro são eficientes na transferência de imunidade passiva quando fornecidos na dosagem correta (Godden et al. 2009; Lago et al; 2018; Silva et al., 2020). Contudo, o uso do substituto de colostro para

enriquecer o colostro de média qualidade ou para aumentar o consumo de IgG mesmo com colostro materno de alta qualidade, são estratégias de manejo recente. Conforme os resultados do presente estudo, o colostro enriquecido foi capaz de proporcionar excelentes concentrações sérica de IgG ( $>25\text{g/L}$ ) e valores de brix sérico ( $>9,4\%$ ), se revelando como uma estratégia que pode auxiliar os produtores a reduzirem falhas de transferência de imunidade passiva do rebanho, reduzir morbidade e aumentar o potencial de produção futura em função do maior consumo de IgG. Os protocolos de leite de transição não influenciaram as variáveis de transferência de imunidade passiva, visto que a absorção de imunoglobulinas através do epitélio intestinal diminui linearmente com o tempo desde o nascimento até o fechamento completo em aproximadamente 24 horas (Weaver et al. 2000). No entanto, o consumo prolongado de IgG traz benefícios diversos como redução de morbidade, melhor desenvolvimento intestinal e desempenho durante o período de aleitamento (Van Soste et al., 2022).

Importante destacar que, independente do protocolo de colostragem, todos os bezerros foram colostrados com colostro de alta qualidade (23% a 25% brix) nas primeiras 3h de vida no volume correspondente a 12% do peso ao nascer, em uma única refeição. Embora, as médias de EAA encontrem-se dentro dos valores recomendados para bezerros alimentados com colostro dentro de poucas horas após o nascimento, com valores maiores que 20% (Quigley e Drewry, 1998), o fornecimento de colostro em uma única refeição pode ter reduzido os valores de EAA na presente pesquisa, visto que, maiores consumos de IgG tende a reduzir o percentual de EAA (Conelly et al., 2014, Silva et al., 2020).

Considerando a distribuição de TIP proposta por Lombard et al. (2020), com base nos valores de brix sérico, quatro animais foram classificados com TIP regular, sendo um animal do tratamento colostro bovino e LTF, um bezerro do tratamento colostro enriquecido e LTF e dois animais do tratamento colostro enriquecido e leite e apenas um bezerro do tratamento colostro bovino e LTF foi classificado com TIP ruim (Tabela 18). Os demais animais foram classificados com TIP boa ou excelente. Ao considerar as concentrações séricas de IgG com 48h, todos os tratamentos atingiram concentrações superior a  $25\text{g/L}$  e dessa forma todos classificados com TIP excelente.

**Tabela 18.** Distribuição nas categorias de TIP de bezerros recebendo diferentes protocolos de colostragem e leite de transição

Item	Colostro bovino		Colostro enriquecido	
	LTF	Leite	LTF	Leite
Excelente, > 9,4% brix	83,3 % (10/12)	100% (13/13)	75 % (9/12)	69,23 % (9/13)
Bom, 8,9 - 9,3 % brix	0 % (0/12)	0 % (0/13)	16,66 % (2/12)	15,38 % (2/13)
Regular, 8,1 - 8,8% brix	8,3 % (1/12)	0 % (0/13)	8,3 % (1/12)	15,38 % (2/13)
Ruim, < 8,1 % brix	8,3 % (1/12)	0 % (0/13)	0 % (0/12)	0 % (0/13)

Ainda que a colostragem tenha sido realizada de forma correta, com consumo adequado de imunoglobulinas nas primeiras 3h de vida e todos os tratamentos com EAA dentro do recomendado, um bezerro do grupo colostro e LTF apresentou TIP inadequada e outros quatro animais, sendo 1 animal do grupo colostro bovino e LTF, um do colostro enriquecido e LTF e dois bezerros pertencente ao grupo colostro enriquecido e leite tiveram TIP regular. Segundo Shivley et al. (2018), 14,2% de bezerros alimentados com as melhores práticas de colostragem podem apresentar falhas na TIP. Isso ocorre, pois, fatores dependentes do bezerro que atualmente não são contabilizados podem comprometer a capacidade de absorver imunoglobulinas ou manter as concentrações de IgG após a absorção (Hare et al., 2020).

Os protocolos de transição foram projetados para fornecer 12 L em três dias, divididos em duas refeições/d. Contudo, essa meta não foi atingida devido a recusa de ingestão dos animais. Além disso, os bezerros do protocolo de transição com LTF ingeriram menor volume de dieta líquida que aqueles do protocolo com leite integral durante a transição da colostragem para a dieta líquida propriamente dita. Esse resultado provavelmente é devido ao maior consumo de sólidos desse protocolo de transição. O fornecimento de LT e sucedâneo suplementado com colostro em pó promoveu maior ingestão de MS em relação ao fornecimento do tratamento controle (sucedâneo), sendo 770 g/d, 862 g/d e 864g/d para o sucedâneo, LT e sucedâneo suplementado com colostro em pó, respectivamente. No entanto, esse resultado também pode ter influenciado as variáveis de saúde e de desempenho as quais serão discutidas posteriormente. O volume e o período de fornecimento de leite de transição, assim como sua composição, têm-se mostrado como variáveis importantes para evidenciar os benefícios do leite de transição materno ou LTF (Van Soest et al., 2020; Kargar et al., 2021). O fornecimento de uma mistura de 2 L de leite de transição juntamente com 4L de leite não

comercializado pasteurizado nos primeiros 21 dias de vida, promoveu maior GPD e menor probabilidade de apresentar diarreia em comparação com grupo controle que recebeu 6L/d de leite não comercializável pasteurizado no mesmo período (Kargar et al., 2021). Com relação ao volume fornecido, Van Soest et al. (2020) mostraram que o fornecimento de aproximadamente 17 L de leite de transição materno ou LTF, ou seja 1,9 L/refeição, resultaram em maior GPD em comparação ao fornecimento de sucedâneo nos primeiros quatro dias de vida.

As variáveis hematológicas apresentaram valores e comportamento semelhante aos relatados para bezerros leiteiros com média de 4 dias de vida, com hemoconcentração ao nascimento e leucograma de estresse nos primeiros dias de vida (Baccili et al., 2018).

A proteína total foi maior para os animais colostrados com colostro bovino quando comparados aos bezerros que receberam colostro enriquecido. Apesar de haver correlação positiva entre a proteína total sérica com a concentração de imunoglobulinas nos primeiros dias de vida, não foram observadas diferenças para concentrações de IgG às 48h e para os valores de brix. Além disso, houve aumento das concentrações de proteína total para os dois protocolos de colostragem após consumo de colostro. Os animais que receberam leite durante a transição apresentaram maior concentração de glicose em relação aos animais que receberam LTF. Isso pode ter ocorrido devido ao menor volume de ingestão de LTF durante esse período. Van Soest et al. (2022), em oposto aos resultados do presente estudo, não encontraram efeito de tratamento para concentração de glicose para bezerros recebendo leite de transição materno ou sucedâneo. Enquanto, que o fornecimento das ordenhas 1, 3 e 5 (dias 1, 2 e 3 após o parto, respectivamente) apresentou maior concentração de glicose em relação ao fornecimento de uma fórmula a base de leite com quantidades de macronutrientes semelhante às das respectivas ordenhas de colostro, nos primeiros três dias de vida (Steinhoff-Wagner et al., 2011).

Houve interação entre protocolo de colostragem, protocolo de transição e hora de avaliação para a concentração de lactato, de forma que os bezerros alimentados com colostro bovino e leite na transição obtiveram maiores valores de lactato em comparação com aqueles que receberam colostro bovino e LTF na hora zero. Porém essa interação ocorreu antes do fornecimento dos tratamentos e em seguida não foram observadas diferenças entre os protocolos de colostragem ou entre os protocolos de transição. Em adição, as concentrações plasmáticas de lactato reduziram após o nascimento até 72h de vida para ambos protocolos de colostragem e de transição. Os valores AGNE apresentaram comportamento similar as concentrações de lactato.

O aumento de lactato e AGNE circulantes pode estar associado ao metabolismo de gordura para suprir a demanda metabólica por energia e controle de temperatura (Silva et al., 2021). Com isso, independente do protocolo de colostragem ou de transição, ocorreu aumento nas concentrações de glicose e redução das concentrações de lactato e AGNE, indicando que ambos os protocolos forneceram aporte energético adequado e ressaltando a importância de um suprimento energético adequado no início da vida do bezerro.

Todos os protocolos de colostragem e leite de transição, apresentaram maior média de escore fecal na segunda semana de vida, mas após esse período os valores reduziram de forma acentuada, mostrando que os animais não tiveram casos severos de diarreia, o que é confirmado pelo baixo número de tratamento com antibiótico para esta enfermidade. O mesmo comportamento foi observado para os tratamentos com antibiótico para doenças respiratórias e tristeza parasitária bovina. Contudo, o fornecimento de 280g/d de colostro em pó adicionados ao leite integral por três dias não foi suficiente para impactar positivamente as variáveis de saúde, conforme observado por outros autores (Conneely et al., 2014; Kagar et al., 2021). Ainda que as imunoglobulinas presentes no leite de transição não resultem em maior absorção de IgG, devido ao processo de fechamento do intestino por volta de 24h após o nascimento, elas podem impedir infecções causada por vírus e bactérias entéricas (Godden et al., 2019). O leite de transição é composto por substâncias bioativas, como a lisozima, lactoferrina e o sistema da lactoperoxidas, as quais também contém propriedades antimicrobianas auxiliando na proteção específica contra infecções (Hammon e Blum, 2000). Além disso, estes compostos tem ação importante no desenvolvimento intestinal (Pyo et al., 2020), melhorando não somente a saúde, mas também o desempenho destes animais. Dessa forma, era esperado que os animais que foram alimentados com LTF tivessem superioridade nas variáveis de saúde em comparação aos bezerros alimentados com apenas leite integral no mesmo período. Contudo, como discutido anteriormente o volume ingerido de LTF foi menor ao leite, o que pode ter influenciado nas variáveis de saúde. Em concordância com o presente resultado, o fornecimento de três protocolos de leite de transição: 1 - sucedâneo; 2- leite de transição materno; e 3 - sucedâneo suplementado com colostro em pó pelo período de três dias, não afetaram as variáveis de saúde (Van Soest et al., 2020). Em oposição, o fornecimento de 150g de colostro em pó adicionados ao sucedâneo, durante os primeiros 14 dias de vida, reduziu o risco de diarreia, doença respiratória, aumento umbilical e uso de antibióticos (Chamorro et al., 2017). Kargar et al., (2021), avaliando o efeito da substituição do leite não comercializável pasteurizado por leite de transição pasteurizado por 3 semanas, concluíram que bezerros que receberam a inclusão de 33,33% de

leite de transição na dieta líquida, apresentaram menor probabilidade de ter diarreia em comparação aos tratamentos que continham 0%, 8,3% ou 16,6% de inclusão de leite de transição. Estes resultados mostram que o fornecimento de leite de transição materno ou formulado por período prolongado tem maior potencial de mostrar benefícios que o fornecimento de curta duração. No entanto, são necessários mais estudos para entender a melhor estratégia de fornecimento, seja através de maiores volumes em período curto após a colostragem (3 a 7 dias) ou através de menores volumes mas de maneira mais prolongada (14 a 21 dias).

Embora os animais que receberam o protocolo de transição com LTF tenham apresentado os menores valores médios de hematócrito, os valores estão dentro do recomendado para bovinos, com valores de referência que variam entre 24 e 46% (Radostits et al., 2007). Uma vez que o hematócrito é um indicador da anemia e do grau de desidratação, os presentes resultados mostram que para ambos os protocolos de transição os animais estavam saudáveis.

Os protocolos de colostragem e de leite transição apresentaram consumo de concentrado, variáveis de desempenho e medidas corporais similares, sendo o desempenho adequado para todos os grupos. Era esperado que animais tivessem desempenho satisfatório, pois, todos os protocolos de colostragem foram delineados para proporcionar excelente transferência de imunidade passiva, o que foi confirmado através da concentração de IgG às 48h e os valores médios de brix sérico. A colostragem adequada é preditor de melhor desempenho (Faber et al., 2005; Williams et al., 2014). O aumento de cada 10 g/L na concentração sérica de IgG após o nascimento, foi associado a um aumento de 2,19 Kg no peso corporal aos 21 dias de idade, 80g de GPD de 0 a 21 dias e 40g de GPD nos primeiros 42 dias de vida de bezerros leiteiros (Elsohaby et al. 2019).

O fornecimento de seis refeições de LTF por três dias não melhorou o desempenho dos bezerros em relação aos animais que receberam leite integral, possivelmente devido ao volume (4L/d) e número de dias (3d) de fornecimento do leite de transição formulado. Esta estratégia pode não ter sido suficiente para observação de benefícios em saúde e desempenho. Todavia, o fornecimento de nove refeições de leite de transição ou sucedâneo suplementado com colostro em pó, promoveu maior GPD em comparação aos animais que foram alimentados com sucedâneo, sendo os ganhos de 562g, 616g e 620g para sucedâneo, leite de transição e sucedâneo suplementado com colostro em pó, respectivamente (Van Soest et al. 2020). Desta forma, especulamos que o baixo volume fornecido e ingerido de LTF tenham comprometido os resultados do presente estudo.



No período de aleitamento, a concentração de proteína total não foi afetada pelos diferentes protocolos de colostragem e de transição. Contudo, observou-se declínio na concentração de proteínas totais na segunda e terceira semana de vida, seguido de aumento na concentração com o avanço da idade. Essa redução pode ter ocorrido em função do declínio das imunoglobulinas colostrais que é comum nessa idade (Hulbert e Moisés, 2016). Posteriormente, as concentrações de proteína total começam a aumentar por volta da quarta semana de idade, em virtude da produção endógena de anticorpos e também pelo consumo de dieta sólida, o que gera um aumento secundário nas concentrações de proteína total (Husband et al., 1972).

A concentração de glicose avaliada durante a fase de aleitamento apresentou efeito de interação entre o protocolo de colostragem e o protocolo de transição, de forma que o fornecimento de colostro bovino e LTF teve maior concentração de glicose em comparação ao fornecimento de colostro enriquecido e leite. Uma hipótese para essa interação seria que o colostro juntamente com o LTF promoveu maior desenvolvimento do epitélio intestinal favorecendo maior absorção de glicose, muito embora não tenham sido observadas diferenças para as variáveis de desempenho. O fornecimento de colostro promove aumento do tamanho das vilosidades e reduz a profundidade das criptas (Pyo, et al., 2020), melhorando a absorção de glicose de bezerros nos primeiros dias de vida (Blattler et al., 2001; Steinhoff-Wagner et al., 2014). Talvez esses efeitos também possam ser observados em longo prazo, como no presente trabalho.

Ao nascimento o lactato é um dos principais substratos para a gliconeogênese (Donkin e Hammon, 2005). Com avanço da idade ocorre declínio da concentração provavelmente devido ao estabelecimento da função hepática nas primeiras semanas de vida, onde o lactato é convertido em glicose via gliconeogênese. No presente estudo, os bezerros colostrados com colostro bovino tiveram maior concentração de lactato que bezerros alimentados com colostro enriquecido. A concentração de lactato na corrente sanguínea pode ser originada por meio da fermentação e metabolismo do propionato na parede ruminal (Khan et al., 2007), sendo estimulado pelo consumo de dieta sólida, contudo o consumo de concentrado foi similar entre os protocolos de colostragem. Além do mais, as concentrações de lactato reduziram com o passar da idade para ambos os protocolos de colostragem.

#### **4.5 Conclusão**

O enriquecimento do colostro de média qualidade com colostro em pó é uma alternativa em situações de escassez de colostro materno em quantidade ou qualidade

adequada para o recém-nascido. Esta estratégia de manejo permite adequada transferência de imunidade passiva, o que permite adequados desempenhos. O fornecimento de baixo volume (4 L/d) de leite de transição formulado (70 g de colostro em pó/L) por curto período (3d) não apresenta benefícios adicionais para saúde e desempenho de bezerros a curto prazo.

## Referências

- Baccili, C.C., Oliveira, S.M.F.N., Costa, J.F.R., Massoco, C.O., Pozzi, C.R., Gomes, V. 2018. Hematological and immunological development from birth to six months of age in Holstein calves. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70(06), 1823-1832. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9416>.
- Bartier, A. L., M. C. Windeyer, and L. Doepel. 2015. Evaluation of on-farm tools for colostrums quality measurement. *J. Dairy Sci.* 98:8882-8888. [doi.org/10.3168/jds.2014-8415](https://doi.org/10.3168/jds.2014-8415).
- Blättler, U. Et al. Feeding colostrum, its composition and feeding duration variably modify proliferation and morphology of the intestine and digestive enzyme activities of neonatal calves. *The Journal of Nutrition*, v. 131, n. 4, p. 1256-1263, 2001. <https://doi.org/10.1093/jn/131.4.1256>.
- Blum, J. W., and H. Hammon. 2000. Colostrum effects on the gastrointestinal tract, and on nutritional, endocrine and metabolic parameters in neonatal calves. *Livest. Prod. Sci.* 66:151–159. [doi.org/ 10 .1016/ S0301 -6226\(00\)00222 -0](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00222-0).
- Chamorro, M.F., N. Cernicchiaro, and D. M. Haines, D., M. 2017. Evaluation of the effects of colostrum replacer supplementation of the milk replacer ration on the occurrence of disease, antibiotic therapy, and performance of pre-weaned dairy calves. *J. Dairy Sci.* 100:1378-1387.
- Conneely, M. D.P. Berry, J.P. Murphy, I. Lorenz, M.L. Doherty, and E. Kennedy. 2014. 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. *J. Dairy Sci.* 97 :6991–7000. [doi: 10.3168/jds.2013-7494](https://doi.org/10.3168/jds.2013-7494).
- Conneely, M. D.P. Berry, J.P. Murphy, I. Lorenz, M.L. Doherty, and E. Kennedy. 2014. 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. *J. Dairy Sci.* 97 :6991–7000. [Doi: 10.3168/jds.2013-7494](https://doi.org/10.3168/jds.2013-7494).
- Donkin SS, Hammon H. Hepatic gluconeogenesis in developing ruminants. In: Burrin DG, Mersmann HJ, editors. *Biology of metabolism in growing animals*. London: Elsevier; 2005. p. 375–390.
- Elsohaby I, Cameron M, Elmoslemany A, McClure JT, Keefe G. 2019. Effect of passive transfer of immunity on growth performance of preweaned dairy calves. *Can J Vet Res* Apr;83(2):90-96. PMID: 31097870; PMCID: PMC6450162.
- Faber, S. N., N. E. Faber, T. C. McCauley, and R. L. Ax. 2005. Case study: effects of colostrum ingestion on lactational performance. *The Professional Animal Scientist* 21:249 420-425. Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 24:19–39. [Doi: 10.1016/j.cvfa.2007.10.005](https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.005).

- Foley, J. A. and Otterby, D. E. 1978. Availability, Storage, Treatment, Composition, and Feeding Value of Surplus Colostrum: A Review. *J. Dairy Sci.* 61: 1033-1060. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(78\)83686-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(78)83686-8).
- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 24:19–39. doi: 10.1016/j.cvfa.2007.10.005.
- Godden, S. M., J. E. Lombard, and A. R. Woolums. (2019). Colostrum management for dairy calves. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 35:535–556. Doi .org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005.
- Hammon, H. M., I. A. Zanker, and J. W. Blum. 2000. Delayed colostrum feeding affects IGF-1 and insulin plasma concentrations in neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 83:85–92. Doi: 10.3168/jds.S0022-0302(00)74859-4.
- Hare K. S., Pletts S., Pyo J., Haines D., Guan L. L., Steele M. 2020. Feeding colostrum or a 1:1 colostrum:whole milk mixture for 3 days after birth increases serum immunoglobulin G and apparent immunoglobulin G persistency in Holstein bulls. *J Dairy Sci.* 103(12):11833-11843. doi: 10.3168/jds.2020-18558.
- Hulbert, L. E., Moisés, S. J., 2015. Stress, immunity, and the management of calves. *J. Dairy Sci.* 99:3199–3216. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10198>.
- Husband, A. J., Brandon, M. R., Lascelles, A. K. 1972. Absorption and endogenous production of immunoglobulins in calves. *Aust. J. Exp. Biol. Med. Sci.* 1972; 50 (4640750): 491-498.
- Kargar, S. Bahadori-Moghaddama, M. Ghoreishi, S. M. Akhlaghi, A. Kanani, M. Pazoki, A. Ghaffari, M. H. 2021. Extended transition milk feeding for 3 weeks improves growth performance and reduces the susceptibility to diarrhea in newborn female Holstein calves. *Animal.* 15: 100151. doi.org/10.1016/j.animal.2020.100151.
- Khan, M. K., Lee, H. J., Lee, W. S., Kim, H. S., Kim, S. B., Ki, K. S., Ha, J. K., Lee, H. G., Cho, Y. J. 2007. Pre- and Postweaning Performance of Holstein Female Calves Fed Milk Through Step-Down and Conventional Methods. *Journal of Dairy Science*, 90(2), 876-885. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71571-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71571-0).
- Lago, A., M. Socha, A. Geiger, D. Cook, N. Silva-del-Río, C. Blanc, R. Quesnell, R. and C. Leonardi. 2017. Efficacy of colostrum replacer versus maternal colostrum on immunological status, health, and growth of preweaned dairy calves. *J. Dairy Sci.* 101:1-11.
- 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., James, R., Maas, J., & Sterner, K. (2020). Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. *Journal of Dairy Science*, 103(8), 7611-7624. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955>.
- Lopez, A. J., Jones, C. M., Geiger, A. J., Heinrichs, A. J. 2020. Comparison of immunoglobulin G absorption in calves fed maternal colostrum, a commercial whey-based colostrum replacer, or supplemented maternal colostrum. *J. Dairy Sci*103, 5:4838-4845. doi.org/10.3168/jds.2019-17949.
- Quigley, III, J. D. and J. J. Drewry. (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).

- Radostits, O. M.; Gay, C. C.; Hinchcliff, K. W.; et al. *Veterinary medicine A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. 10th Edition. Edinburgh, London, New York, Oxford, Philadelphia, St Louis, Sydney, Toronto: Joyce Rodenhuis, 2007.
- Shivley, C. B., Lombard, J. E., Urie, N. J., Haines, D. M., Sargent, R., Koprak, C. A., Earleywine, T. J., Olson, J. D., and FGarry, F. B., 2018. 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>.
- Silva, A.P.; de Toledo, A.F.; Cezar, A.M.; Coelho, M.G.; Virginio Júnior, G.F.; Poczynek, M.; Silva, M.D.; Haines, D.M.; Campos, M.; Bittar, C.M.M. 2020. Passive transfer and neonatal health in dairy calves receiving maternal colostrum and/or a colostrum replacer. *Livest. Sci.* 240, 104158.
- Silva, F.L. M., Miqueo, E., Silva, M. D.D., Torrezan, T. M., Rocha, N. B., Salles, M. S. V., Bittar, C. M. M. 2021. Thermoregulatory Responses and Performance of Dairy Calves Fed Different Amounts of Colostrum. *Animals (Basel)*. 5;11(3):703. doi: 10.3390/ani11030703.
- Steinhoff-Wagner J., Zitnan, R., Schonhusen, U., Pfannkuche, H., Hudakova, M., Metges, C. C., Hammon, H. M. 2014. Diet effects on glucose absorption in the small intestine of neonatal calves: Importance of intestinal mucosal growth, lactase activity, and glucose transporters. *J. Dairy Sci.* 2014; 97: 6358-6369.
- Steinhoff-Wagner, J., S. Görs, P. Junghans, R. M. Bruckmaier, E. Kanitz, C. C. Metges, and H. M. Hammon. 2011. Intestinal glucose absorption but not endogenous glucose production differs between colostrum and formula-fed neonatal calves. *J. Nutr.* 141:48–55. 10.3945/jn.110.128652.
- Tacoma, R., Gelsinger, S. L., Lam, Y. W., Scuderi, R. A., Ebenstein, D. B., Heinrichs, A. J., & Greenwood, S. L. 2017. Exploration of the bovine colostrum proteome and effects of heat treatment time on colostrum protein profile. *J. Dairy Sci.* 100:9392–9401. doi.org/10.3168/jds.2017-13211.
- Urie, N. J., Lombard, J. E., Shivley, C. B., Koprak, C. A., Adams, A. E., Earleywine, T. J., Olson, J. D., and Garry, F. B. 2018. 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>.
- Van Amburgh, M. E. and Soberon, F. 2013. The role of calf nutrition and management on lifetime productivity of dairy cattle. In *Proceedings of the Cow Longevity Conference*, 28–29 August 2013, Hamra Farm, Tumba, Sweden, pp. 178–197.
- Van Soest, B. M., Weber Nielsen, A.J. Moeser, A. Abuelo, M.J. VandeHaar. 2022. Transition milk stimulates intestinal development of neonatal Holstein calves, *Journal of Dairy Science*, 105(8), 7011-7022. doi/10.3168/jds.2021-21723.
- Van Soest, B., Cullens, F., VandeHaar, M., & Nielsen, M. W. 2020. Short communication: Effects of transition milk and milk replacer supplemented with colostrum replacer on growth and health of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 103(12), 12104-12108. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18361>.

- Weaver, D. M., J. W. Tyler, D. C. VanMetre, D. E. Hostetler, and G. M. Barrington. 2000. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *J. Vet. Intern. Med.*14:569–577.
- Williams, R. D., P. Pithua, A. Garcia, J. Champagne, D. M. Haines and S. S. Aly. 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.*6: 698-741. doi: 10.1155/2014/698741.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo alimentar pós-natal influencia no crescimento e desenvolvimento do animal, impactando a saúde e o bem-estar de bezerros leiteiros. Assim, os neonatos necessitam dietas com maior aporte nutricional para auxiliar em sua adaptação extrauterina.

A colostragem adequada proporcionou excelente desempenho e boas condições de saúde. Além disso, os resultados deste trabalho mostraram que é possível fornecer colostro de média qualidade enriquecido com colostro em pó em situações de escassez de colostro materno em quantidade ou qualidade adequada para o recém-nascido, fornecendo altas doses de IgG. Embora os potenciais benefícios do LT e LTF não tenham sido aparentes a curto prazo, o fornecimento de LT e LTF promoveu maior consumo de sólidos nos primeiros dias de vida, auxiliando na manutenção da homeostase energética de bezerros neonatos. O LTF também pode ser uma alternativa para uma dieta mais nutritiva e rica em compostos bioativos nos primeiros dias de vida, na indisponibilidade de leite de transição materno, além disso aparentemente garante fornecimento de dieta de transição com baixa contaminação microbiana em função do manejo. Com isso, o colostro em pó pode ser utilizado para enriquecer o colostro de média qualidade, bem como para suplementar a dieta líquida nos primeiros dias de vida.

Contudo, são necessários mais estudos com leite de transição para definir qual número de dias, quantidade de IgG e volume ideal de fornecimento mais adequados para garantir benefícios na saúde e desempenho de bezerros leiteiros.