

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

**Métodos para aumentar o teor de sólidos do leite integral: efeitos
no desempenho e saúde de bezerros leiteiros**

Amanda Moeleberg Cezar

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

**Piracicaba
2023**

Amanda Moelemberg Cezar
Engenheira Agrônoma

**Métodos para aumentar o teor de sólidos do leite integral: efeitos no
desempenho e saúde de bezerros leiteiros**

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

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

Piracicaba
2023

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

Cezar, Amanda Moelemborg

Métodos para aumentar o teor de sólidos do leite integral: efeitos no desempenho e saúde de bezerras leiteiras / Amanda Moelemborg Cezar. - - Piracicaba, 2023.

58 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Corretor de sólidos 2. Desempenho 3. Leite integral 4. Saúde I. Título

A meus pais, Cátia e Cezar
por todo amor, carinho e compreensão.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À minha família e ao meu namorado, vocês sempre serão meu porto seguro e o maior motivo para continuar. E As minhas amigas-irmãs Madoka, Bárbara, Paulinha e Carol sem vocês nada disso seria possível.

À Professora Dra. Carla Bittar pela orientação, amizade, paciência e ensinamentos durante esses 7 anos de caminhada.

Ao Gercino (Ger) obrigada por toda ajuda, amizade, **paciência**, conselhos e introduções várias vezes reescritas!

Aos meus amados amigos da graduação por todo apoio e companheirismo Madoka, Mauricio, Enrico, Silvia e Jéssica Campos.

Ao Grupo de Pesquisa em Metabolismo Animal e do Clube de Criação de Bezerros (CCB), em especial aos antigos alunos da pós-graduação que acompanharam toda minha jornada: Paulinha, Ary, Ger, Cris, Marina, Marcos e Sophia, obrigada por toda ajuda, ensinamentos e companheirismo. E aos estagiários da graduação e externos por toda ajuda, perrengues, risadas e amizade: Falsi, Dona-flor, Morô, Pakita, Plim, Taka, Amandinha e Luiza.

Ao Grupo Marcondes Lab. (Ícaro, Giulia, Luiza, Isabela, Bruna e Lucélia), gratidão por ter conhecido vocês. E a todos amigos que fiz em Pullman-WA, que vou levar para sempre no coração.

Ao professor Marcos Marcondes e a Virgínia por toda amizade, paciência, aprendizado e a oportunidade de realizar o sonho de viver e estudar nos Estados Unidos.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em especial ao programa de “Ciência Animal e Pastagens” do Departamento de Zootecnia.

Gostaria de agradecer à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pela concessão da bolsa para realização deste trabalho (Processo: nº 2021/04101-2).

Muito Obrigada

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Qualidade nutricional da dieta líquida ofertada para bezerros leiteiros	13
2.2. Volume da dieta líquida fornecida para bezerros leiteiros	16
2.3. Teores de sólidos totais da dieta líquida fornecida a bezerros leiteiros	18
2.3.1. Utilização da refratometria para avaliação dos teores de sólidos das dietas.....	20
2.4. Osmolalidade da dieta líquida adensada fornecida para bezerros leiteiros	21
2.5. Ingestão de água de bezerros leiteiros alimentados com maiores teores de sólidos.....	22
3. OBJETIVO GERAL	25
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
5. RESULTADOS	33
5.1 Consumo e desempenho animal	33
5.2 Saúde	37
5.3 Metabólitos sanguíneos	39
6. DISCUSSÃO	43
7. CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS.....	51

RESUMO

Métodos para aumentar o teor de sólidos do leite integral: efeitos no desempenho e saúde de bezerras leiteiras

Aumentar o teor de sólidos totais (ST) permite o aumento no consumo de nutrientes sem alterar o volume fornecido, de forma a proporcionar benefícios na saúde e desempenho de bezerras leiteiras. Diversos produtos existem para essa finalidade, como os corretores de sólidos que são adicionados em um volume pré-determinado na dieta líquida. Diferentes abordagens de ajuste do teor de sólidos com a adição desses corretores podem ser vantajosas para o produtor. Dessa maneira, o objetivo do estudo foi avaliar o desempenho, metabolismo e a saúde de bezerras holandesas alimentadas com leite integral corrigido para 15% ST, através do uso de um corretor de sólidos comercial (24% PB e 4.8% EE), utilizando duas abordagens: leitura diária de Brix do leite ou quantidade fixa baseada no teor médio de sólidos do leite da propriedade. Bezerros machos da raça Holandesa (n = 45) adequadamente colostrados foram blocados considerando o peso ao nascer e data de nascimento e aleatoriamente distribuídos em três tratamentos: 1) Controle: Leite integral; 2) Fixo: Leite integral adicionado de corretor de sólidos, utilizando-se dose fixa de 25 g/L; 3) Brix: Leite integral adicionado de corretor de sólidos, utilizando-se a leitura diária de brix para aumento do teor de sólidos para 15%. O período experimental foi de 56 dias, durante o qual os animais receberam diariamente a dieta líquida (6 L/d) e tiveram livre acesso a água e concentrado inicial. O desaleitamento não fez parte do estudo, mas foi realizado de forma gradual a partir do 57d com redução de 1 L/d da dieta líquida. O consumo de concentrado, temperatura retal e o escore fecal foram avaliados diariamente. A pesagem, tomada de medidas corporais e as coletas de sangue foram realizadas semanalmente. O consumo de matéria seca (CMS) via dieta líquida foi diferente entre os três tratamentos ($P < 0,01$), com valores de 883,3 851,3 e 735,5 g MS/d para os tratamentos Brix, Fixo e Controle, respectivamente. Da mesma forma houve efeito para o CMS do concentrado inicial ($P < 0,05$), mas com maior consumo para o Controle (383,6 g MS/dia), seguido do Fixo (304 g MS/d) e depois para o Brix (251,1 g MS/d). No entanto, o CMS total não foi afetado pelos tratamentos ($P > 0,05$), sugerindo efeito de compensação entre dieta líquida e dieta sólida. O ganho médio diário (GMD) e medidas corporais como altura de cernelha, largura de garupa e perímetro torácico não foram afetados pelos tratamentos ($P > 0,05$), porém, apresentaram aumento durante as semanas ($P < 0,01$). Os parâmetros de saúde como escore fecal, dias com escore > 2 , nº de episódios de diarreia e dias com febre, foram semelhantes entre os tratamentos. No entanto, a porcentagem do hematócrito ($P < 0,05$) diferiu entre os tratamentos analisados. As concentrações de Albumina, Proteínas totais, Creatinina, Glicose e BHBA também não foram afetadas pelas diferentes dietas líquidas. Nesse trabalho, o aumento da % ST da dieta líquida não foi suficiente para melhorar o desempenho. Entretanto, o uso de uma dose fixa resultou em desempenho semelhante da correção com base na leitura diária de Brix, sugerindo que uma dose fixa do corretor de sólidos poderia ser adotada para facilitar o manejo em fazendas leiteiras.

Palavras-chave: Corretor de sólidos, Desempenho, Leite integral, Saúde

ABSTRACT

Methods for increasing whole milk solids: effects on performance and health of dairy calves

Increasing the total solids (TS) content allows an increase in nutrient intake without changing the supplied volume to benefits dairy calves' health and performance. Many products are used for this purpose, such as solid correctors added to the liquid diet in a predetermined volume. Different approaches for adjusting the solids content by adding these correctors can benefit the producer. Thus, the study's objective was to evaluate the performance, metabolism, and health of Holstein's calves fed whole milk corrected for 15% ST through the use of a commercial solid's corrector (24% CP and 4.8% EE), using two approaches: daily reading of milk Brix or fixed amount based on the average milk solids content of the dairy farm. Male Holstein calves (n = 45) properly colostrums were blocked considering the birth weight and date of birth and randomly assigned to three treatments: 1) Control: Whole milk; 2) Fixed: Whole milk was added with a solids corrector, using a fixed dose of 25 g/L; 3) Brix: Whole milk was added with a solids corrector, using the daily brix reading to increase the solids content to 15%. The experimental period was 56 days, during which the animals received a liquid diet (6 L/d) daily and had free access to water and initial concentrate. Weaning was not part of the study but was performed gradually from the 57th day with a reduction of 1 L/d of the liquid diet. Concentrate consumption, rectal temperature, and fecal score were evaluated daily. Weighing, body measurements, and blood samples were taken weekly. Dry matter intake (DMI) via liquid diet was different between the three treatments ($P < 0.01$), with values of 883.3, 851.3, and 735.5 g DM/d for Brix, Fixed and Control treatments, respectively. Likewise, there was an effect for the DMI of the initial concentrate ($P < 0.05$), but with greater consumption for the Control (383.6 g DM/day), followed by the Fixed (304 g DM/d) and then for the Brix (251.1 g DM/d). However, treatments did not affect total DMI ($P > 0.05$), suggesting a compensation effect between the liquid and solid diets. Average daily gain (ADG) and body measurements such as height at withers, rump width, and thoracic perimeter were not affected by treatments ($P > 0.05$). However, they increased over the weeks ($P < 0.01$). Health parameters such as fecal score, days with a score > 2 , number of episodes of diarrhea, and days with fever were similar between treatments. However, the hematocrit percentage ($P < 0.05$) differed between the analyzed treatments. The different liquid diets did not affect the concentrations of Albumin, Total Proteins, Creatinine, Glucose, and BHBA. In this work, the increase of the % ST of the liquid diet was insufficient to improve performance. However, using a fixed dose resulted in a similar correction performance based on the daily Brix reading, suggesting that a fixed dose of the solids corrector could facilitate management on dairy farms.

Keywords: Solids corrector, Performance, Whole milk, Health

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** de concentrado (g MS/d); B) Consumo de dieta líquida (g MS/d); C) Consumo de matéria seca tota (g/d); D) Consumo de proteína (g MS/d) E) Consumo de gordura (g MS/d); F) Consumo de lactose (g MS/d), de acordo com a semana de vida de bezerros leiteiros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais. *Denota diferença entre o tratamento Brix em relação ao Fixo e ao controle. † Denota diferença entre os tratamentos Brix e Fixo em relação ao controle ($P < 0,0001$), sem diferir entre eles.35
- Figura 2.** A) Peso corporal e B) ganho de peso médio diário acordo com a semana de vida de bezerros leiteiros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais.....37
- Figura 3.** Escore fecal em diferentes semanas de vida de bezerros leiteiros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais.38
- Figura 4.** Porcentagem de hematócrito em diferentes semanas de vida de bezerros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais.....39
- Figura 5.** A) Proteína total g/d; B) Albumina g/dL; C) Creatinina mg/dL; D) Glicose mg/dL; E) BHBA mmol/L em diferentes semanas de vida de bezerros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais.41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química e microbiológica da dieta líquida	30
Tabela 2. Composição químico-bromatológica do concentrado inicial.....	31
Tabela 3. Consumo de bezerros leiteiros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais	33
Tabela 4. Desempenho e medidas corporais de bezerros leiteiros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais	36
Tabela 5. Escore fecal e saúde de bezerros leiteiros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais.....	38
Tabela 6. Parâmetros sanguíneos de bezerros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais.....	40

1. INTRODUÇÃO

A criação de bezerras é um componente essencial para garantir a produção de fêmeas de reposição ou a possibilidade de ampliação futura dos rebanhos. A fase de cria é dentre as atividades das fazendas leiteiras a mais onerosa pois, se requer maior investimento por parte dos produtores, sem retorno financeiro imediato (Reis et al., 2018).

No período inicial de vida das bezerras, a primeira dieta líquida ofertada é o colostro, alimento de alta qualidade e que, quando associado a rápida oferta, promove a transferência de imunidade passiva nas primeiras horas de vida do neonato. Posteriormente, entre o 2º e 3º dia de vida, é recomendado o fornecimento do leite de transição pois, devido sua alta qualidade nutricional e imunológica, pode contribuir com a saúde e o desenvolvimento intestinal, favorecendo na redução de doenças e no desempenho na fase de cria (NASEM,2021). Após esse período, se inicia o fornecimento da dieta líquida, quando devem ser consideradas a qualidade, a quantidade e a constância desse alimento (Bittar et al., 2016), uma vez que durante as primeiras semanas de vida ocorre baixo consumo de dieta sólida e a maior parte do desempenho depende da dieta líquida.

No Brasil, o leite é a principal dieta líquida utilizada na alimentação de bezerras (Santos e Bittar, 2015; Azevedo et al., 2022), mas é também o principal produto comercializado em fazendas leiteiras. Por conta disso, algumas propriedades tem utilizado outras opções durante o aleitamento, como o sucedâneo lácteo e o leite não-comercializável. Além da escolha da dieta líquida, é indispensável a necessidade de planejamento quanto ao sistema de aleitamento das bezerras, de modo a assegurar o sucesso da atividade leiteira (Gurgel et al., 2019).

A qualidade nutricional da dieta é outro ponto que deve ser visto como estratégico dentro dos sistemas de aleitamento uma vez que a composição do leite é influenciada por diversos fatores (Ribas et al., 2004), o que pode resultar em variação nos teores de sólidos totais (ST). Assim, a adição de produtos específicos que promovam o aumento ou a correção dos teores de ST da dieta líquida, de forma a elevar a qualidade nutricional da dieta e aumentar o consumo de nutrientes sem alterar o volume ofertado, pode resultar em aumento e maior uniformidade no desempenho de bezerros leiteiros. O adensamento nutricional da dieta líquida reduz a variação no suprimento dos nutrientes, principalmente quando se usa leite integral na alimentação

dos bezerros leiteiros, promovendo consistência nutricional, o que contribui para o maior ganho de peso e melhor saúde dos animais (Floren et al., 2016).

O acompanhamento diário nas variações dos teores de sólidos da dieta líquida fornecida as bezerras leiteiras, é um protocolo bastante recomendado dentro das fazendas. O uso do refratômetro de Brix para avaliação da qualidade do colostro e monitoramento da IgG sérica (Quigley et al., 2013) é uma prática bastante comum nas propriedades. Atualmente, essa mesma ferramenta vem sendo utilizada para monitorar a porcentagem de sólidos presentes no leite e sucedâneo. As leituras de Brix apresentam uma alta correlação com os ST presentes no leite, mas quanto ao sucedâneo a estimativa da leitura dos sólidos não é evidente (Floren et al., 2016). A adição dos corretores de sólidos comerciais é uma boa estratégia para aumentar o teor de sólidos do leite fornecidos aos bezerros, porém, essa é dependente da leitura diária de brix, tornando-se mais uma prática a ser realizada nos bezerreiros. Dessa maneira, a determinação de uma quantidade fixa do corretor de sólidos, baseado no teor médio de sólidos do leite produzido na fazenda, tem como benefícios o fornecimento de uma dieta com maior aporte nutricional e facilitar o manejo dos tratadores.

As hipóteses deste trabalho são que 1) o uso do corretor de sólidos pode ser uma boa oportunidade para melhorar a nutrição de bezerras leiteiras sem alterar o volume oferecido; 2) a adição de uma dose fixa de corretor de sólidos poderá ser adotada com intuito de facilitar o manejo nas propriedades leiteiras.

Nesse sentido, o objetivo com o presente trabalho foi avaliar o efeito do aumento do teor de sólidos do leite integral para 15% no desempenho e saúde de bezerros leiteiros, utilizando um corretor de sólidos comercial, através da adição de quantidade fixa, calculada de acordo com o histórico de teor de sólidos do leite da propriedade, ou variável, de acordo com a leitura diária de Brix.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Qualidade nutricional da dieta líquida ofertada para bezerros leiteiros

O fornecimento da dieta líquida é a principal fonte nutricional dos bezerros, após a colostragem, desempenhando um papel essencial no desenvolvimento das funções imunológicas (Zhang et al., 2022). A dieta líquida explica a maior parte do desempenho durante o período de aleitamento, uma vez que o consumo de concentrado é baixo nos primeiros dias (Davis e Drackley, 1998). Dessa forma, juntamente com o volume de fornecimento, sua composição e qualidade microbiológica são essenciais para garantir altas taxas de crescimento e baixa ocorrência de doenças.

Dentro do sistema de criação, o leite integral, o leite não comercializável e o sucedâneo comercial são as dietas líquidas mais comuns na alimentação de bezerros leiteiros (Santos e Bittar., 2015). Segundo o levantamento realizado em um grupo de fazendas tecnificadas no Brasil, a principal dieta líquida ofertada é o leite não comercializável (45%), seguido do leite comercializável (31%) e sucedâneo (24%) (Azevedo et al., 2022). No entanto, segundo Virginio Junior et al 2021 e Coelho et al 2022, o leite integral é a melhor opção para o período de aleitamento, pensando tanto em efeitos na microbiota intestinal, como no desempenho e saúde das bezerras.

O leite integral bovino é composto por nutrientes produzidos na glândula mamária a partir de precursores da alimentação e do metabolismo, sendo que lipídios, carboidratos, proteínas, sais minerais e vitaminas correspondem a aproximadamente 12 a 13% de sua composição, e o restante composto pela água (Nascimento et al., 2013). O leite integral é a principal dieta líquida adotada por produtores, sendo considerado um alimento de alto valor biológico, com perfil aminoacídico adequado, de forma a atender as exigências nutricionais de bezerros leiteiros. Além de contribuir diretamente com o crescimento e desenvolvimento dos animais, estimula a colonização de bactérias benéficas para a saúde intestinal (Virginio Junior et al., 2021).

Fatores como teores de lactose, relação proteína e gordura, vitaminas e sais minerais também caracterizam o alimento. Estes, por sua vez, podem sofrer influência da raça, genética, nutrição, bem-estar e sanidade das vacas, o que afeta diretamente o volume e a qualidade do leite produzido (Nascimento et al., 2013; Doria et al., 2016).

Em relação aos fatores nutricionais, o teor de gordura é um dos componentes do leite que mais varia em função da dieta fornecida (Peres, 2001). Essas alterações são um alerta para condições de fermentação ruminal, saúde do rebanho e erros de manejo alimentar na propriedade. O teor de proteína também pode ser afetado, porém em menores proporções, enquanto que o teor de lactose é o mais estável, sofrendo pouca variação em função da nutrição (Crochemore; Dors; Nascente, 2021).

De acordo com Ramírez-Rivera et al. (2019) os fatores genéticos tem maior influência na produção de leite pois, as raças especializadas como a Holandesa, produzem maiores volumes de leite quando comparado a Jersey ou a outros cruzamentos. Entretanto, apresenta uma relação inversa entre o conteúdo de gordura, proteína, sólidos totais e a quantidade de leite produzida. Além disso, a diferença genética entre esses animais de produção influencia diretamente na resistência a doenças, como a mastite (Nobrega; Langoni, 2011), principal contribuinte na variação dos teores de sólido e aumento da contagem de células somáticas (CCS) presente no leite. Estas variações são um problema quanto a constância e qualidade nutricional na dieta das bezerras leiteiras.

Para Zhang et al. (2022), com o processo de expansão das fazendas leiteiras, a produção do leite residual ou não comercializável seguiu as mesmas proporções. Essa alternativa de dieta líquida se tornou bastante controversa na literatura, considerando o paradigma de redução de custo e destino final de um resíduo, mas a possibilidade de menor desempenho e prejuízos a sanidade animal.

Esse leite não comercializável é proveniente de vacas recém paridas, colostro excedente, leite de transição e de fêmeas em tratamento contra mastite (Moore et al., 2009). A composição nutricional e qualidade sanitária do leite não comercializável pode variar diariamente devido a contribuição do colostro e do leite de transição, os quais aumentam os teores de sólidos, proteína e gordura; mas também da água contaminada proveniente dos procedimentos de lavagem e do leite proveniente de vacas em tratamento (NASEM, 2021). O leite contaminado devido a ocorrência de mastite ou presença de organismos patogênicos é um grande desafio sanitário, elevando os índices de morbidade e mortalidade dentro dos bezerreiros.

Como alternativa, a técnica de pasteurização pode auxiliar na correção desse problema pois, além de diminuir 99% dos microrganismos presentes nesse tipo de leite, causa alterações mínimas em sua composição, sem interferir no desempenho dos bezerros (Vieira et al., 2021). Contudo, além de ter elevado custo de investimento

na maioria das propriedades, não promove melhorias nutricionais no alimento, não elimina resíduos de antibióticos e não impossibilita o processo de recontaminação bacteriana.

Segundo Deng et al. (2017), o leite residual além de apresentar alta carga microbiana, pode apresentar resíduos de antibióticos. Mesmo se tratando de um assunto controverso na literatura, tem sido sugerido que tais resíduos ao serem ingeridos, podem impor uma pressão de seleção na microbiota intestinal do bezerro, contribuindo com o desenvolvimento de bactérias resistentes (Duse et al., 2013), o que afeta sua saúde e desempenho.

Moore et al. (2009) avaliaram amostras de leite não comercializável de 12 propriedades leiteiras na Califórnia e constataram que a maioria apresentava baixos teores de ST com uma média de 11,2% de sólidos, dentro de uma faixa de grande variação que vai de 5,15 a 13,4%ST. Os autores relatam que o problema nutricional mais significativo foi a baixa porcentagem de ST nas amostras de leite. Uma das prováveis causas da baixa porcentagem ST pode estar atribuída a adição não intencional de água durante os procedimentos de lavagem da sala de ordenha. Concluindo que a baixa porcentagem do ST do leite não comercializável está correlacionada com baixo pH, indicando deterioração do alimento, fazendo necessário a avaliação do teor de ST e protocolos para redução de contaminação e deterioração, assegurando a saúde dos bezerros jovens.

O sucedâneo lácteo comercial é uma alternativa que possibilita a comercialização de todo leite produzido na fazenda. Além disso, promove constância no fornecimento da dieta, oportunidade de aumentar o teor de sólidos, e permite a desvinculação dos horários da ordenha (Virgínio Júnior et al., 2021). A escolha de um sucedâneo de excelente qualidade é imprescindível para que bezerros jovens apresentem desempenho similar aos alimentandos com leite integral (Bittar, Silva e Chester-Jones, 2018).

Na maioria das vezes, os teores de proteína e energia são parâmetros usados para escolher sucedâneos de acordo com o programa de alimentação desejado (Bittar, Silva e Chester-Jones, 2018). Segundo o NRC (2001), um sucedâneo de qualidade deve conter por volta de 22% a 25% de proteína bruta (PB) e 10% a 20% de gordura. Entretanto, nos últimos anos, tendo como direção o fornecimento de maiores volumes da dieta líquida para as bezerras (>20% do peso ao nascimento) provou-se que, esses teores de PB são adequados para sistemas de aleitamento

convencionais, não sendo suficiente para sistemas de aleitamento intensivo (de Paula et al., 2017).

Atualmente, a alimentação com sucedâneos contendo elevados teores de proteína (>25% PB) tem sido proposta a fim de atender o suprimento adequado de AA e como consequência, favorecer o crescimento estrutural e deposição de tecido magro (Blome et al., 2003). No entanto, a comum substituição de ingredientes de alto custo, principalmente a proteína do leite por fontes proteicas de origem vegetal, podem inferir negativamente na colonização intestinal e digestibilidade da proteína da dieta, o que afeta negativamente a saúde e o desempenho dos bezerros leiteiros (Bittar et al., 2018; Miqueo et al., 2017, Virginio Junior et al., 2021).

Bittar, Silva e Chester-Jones (2018) avaliaram diferentes sucedâneos comerciais brasileiros quanto ao atendimento das exigências de bezerros leiteiros, principalmente para aminoácidos essenciais. Como resultado, as amostras de sucedâneos apresentaram níveis adequados de proteína bruta e extrato etéreo insatisfatórios para os animais aleitados com 6 L/d, volume mínimo atualmente recomendado para aleitamento. Quanto aos aminoácidos, os autores relataram que nenhum dos sucedâneos comerciais avaliados atendia as exigências de lisina e metionina dos bezerros, independente dos sistemas de aleitamento. Desse modo, os autores ressaltam a necessidade do aumento no teor de proteína bruta nos substitutos de leite e recomendam a suplementação com aminoácidos.

Dessa maneira, a escolha da dieta líquida deve ser baseada na composição nutricional da mesma, a qual influencia diretamente na saúde e, conseqüentemente, no ganho de peso e desenvolvimento dos bezerros leiteiros. Além disso, o volume fornecido e o teor de sólidos desempenham papel importante no desempenho dos animais.

2.2. Volume da dieta líquida fornecida para bezerros leiteiros

Atualmente, as pesquisas voltadas ao manejo alimentar buscam estratégias que possibilitem a melhoria na saúde e no desempenho dos animais em crescimento, e também promovam benefícios futuros quanto a produção. O sistema de aleitamento para bezerros leiteiros é baseado no volume da dieta líquida a ser fornecido. Os sistemas severamente restritos (<400g MS/d) ou com de baixa taxa de alimentação (400-600g MS/d) tem como principal objetivo o estímulo precoce para o consumo do

concentrado inicial, o que acelera o desenvolvimento ruminal e favorece o desaleitamento precoce dos animais, além de menor custo para obtenção de animal desaleitado (NASEM, 2021). Já os sistemas baseados em taxas de alimentação moderadas (600-900 g MS/d) ou altas (>900 g MS/d), são justificados pela maior eficiência e maior ganho, o que pode resultar em maior potencial de produção de leite futuro (NASEM, 2021). No entanto, para o sucesso da adoção de maiores taxas de alimentação, é necessário lançar mão de estratégias para aumento no consumo de concentrado no final do período de aleitamento, para adequado desaleitamento (Omidi-Mirzaei et al., 2015). Esta preocupação é maior em sistemas que fornecem mais que 7 – 7,5 L/d ou mais de 800g MS (Gelsinger et al., 2016).

Uma destas estratégias é o sistema de aleitamento programado (step-up/step down ou somente step-down), no qual o volume ofertado da dieta líquida é alto ou aumentado nas primeiras semanas de vida do animal, e gradualmente reduzido em torno de duas semanas antes do desaleitamento (Omidi-Mirzaei et al., 2015). Essa, favorece o aumento na ingestão de alimentos sólidos nas semanas finais do aleitamento, de forma a preparar o animal para o adequado desaleitamento (de Paula et al., 2017).

Yavuz et al. (2015) avaliaram o efeito do volume e período de aleitamento com leite pasteurizado não comercializável, proveniente de vacas tratadas com antibióticos, nos dois primeiros meses de vida sobre o crescimento e desenvolvimento até os 70 dias de idade. Sessenta bezerras Holandesas foram divididas em grupos recebendo baixo volume de leite, totalizando 172 L até o desaleitamento aos 49 dias de idade (4 L/d), volume de leite moderado (315 L) de leite durante os 56 dias de idade (6 L/d) e alto volume de leite (416 L) até o desaleitamento aos 56 dias (8 L/d). Os bezerros do grupo recebendo alto volume de leite dobraram o peso corporal ao desaleitamento aos 56 dias de idade, indicando uma taxa acelerada de ganho dentro dos primeiros dois meses, a qual foi mantida no período de pós-desaleitamento. Porém, o estresse ocasionado no período de desaleitamento foi superior para esse mesmo grupo.

No estudo de Ahmadi et al. (2022), foi avaliado o efeito do volume e da frequência de dieta líquida fornecida no desempenho, metabólitos sanguíneos, fermentação ruminal e desempenho quando novilhas, durante a primeira inseminação artificial (IA) e primeira lactação. As bezerras foram alimentadas com leite integral pasteurizado e distribuídas em tratamentos com volume de alimentação alto (8 L/d –

volume total de 360 L) ou médio (6 L/d – volume total de 260 L) e frequência de alimentação de (2 ou 3 vezes/d). Como resultado, não foi observado efeito da frequência de alimentação em nenhum dos parâmetros analisados. Entretanto, bezerras que receberam 8L/d da dieta apresentaram maior consumo de matéria seca (MS), peso corporal (PC) e ganho médio diário (GMD) tanto na fase de pré quanto pós-desaleitamento. Os autores também observaram maior produção de leite corrigida para energia na primeira lactação aos 305d de vida e menor idade para primeira IA para as novilhas que receberam 8 L/d, concluindo que o volume fornecido na fase de aleitamento pode contribuir com o desempenho das novilhas em fases subsequentes.

Embora as pesquisas confirmem os benefícios atribuídos aos maiores volumes fornecidos da dieta líquida (Diaz et al., 2001; Soberon et al. 2012; Ahmadi et.al., 2022), muitos produtores optam-se em adotar o sistema principalmente pela redução do volume de leite a ser comercializado e por diminuição do consumo do concentrado inicial e o possível atraso no desenvolvimento ruminal (Azevedo et al., 2016). Além disso, bezerros muito jovens, com baixo peso corporal, podem apresentar recusa de grandes volumes da dieta líquida, sendo necessário aumentar o número de refeições fornecidas. Uma alternativa a esses problemas é aumentar o teor de sólidos totais da dieta líquida, a qual será fornecida em um volume fixo. Isso permitiria uma maior aproximação dos níveis de nutrientes disponíveis em um volume maior de leite.

2.3. Teores de sólidos totais da dieta líquida fornecida a bezerros leiteiros

O fornecimento de maiores volumes de dieta líquida tem correlação negativa com o consumo do concentrado inicial, principalmente quando ofertado quantidades superiores a 0,8 kg/d de MS via dieta líquida, sendo explicado pela baixa capacidade de ingestão diária de MS por bezerros jovens (Gelsinger et al. 2016). Alternativas como o aumento dos sólidos totais na dieta líquida, sem aumentar o volume de fornecimento, estão sendo utilizadas para otimizar tais resultados (Shiasi Sardoabi et al., 2021).

Segundo Quigley (2010), a composição nutricional do leite integral é de aproximadamente 12,5% de sólidos totais, sendo 3,2% de proteínas, 3,7% de gorduras e 4,6% de lactose, podendo o conteúdo variar conforme a dieta fornecida as vacas, estação do ano, estágio de lactação, entre outros. O teor de sólidos do leite

não comercializável é ainda mais inconsistente e, mesmo apresentando problemas de qualidade nutricional e microbiológica, ainda é fornecido em muitas fazendas leiteiras como fonte de alimentação para bezerros leiteiros. Esse fato dificulta o trabalho de padronização nutricional da dieta líquida, o que afeta de forma direta o desempenho e a saúde dos animais (Moore et al., 2009). Dessa maneira, a correção ou aumento do teor de sólidos da dieta líquida com a adição de sucedâneo ou corretores comerciais pode ser uma alternativa para reduzir a variação nutricional do leite integral ou não comercializável e aumentar os teores de nutrientes fornecidos aos bezerros, com o objetivo de obter maior desempenho e saúde dos animais.

Diferentes estudos têm mostrado que o adensamento da dieta líquida promove regularidade na quantidade de nutrientes consumidos por animais jovens, sendo uma boa alternativa para impulsionar o desempenho e a saúde dos bezerros. Azevedo et al. (2016) avaliaram o consumo, saúde e desempenho de bezerros alimentados com 6L/d de leite integral adicionado com quantidades crescentes de sucedâneo, proporcionando teores variados de ST (12,5, 15,0, 17,5 e 20%). Os autores verificaram que conforme o aumento do teor de ST, ocorreu um aumento linear no ganho médio, no peso corporal e no desenvolvimento estrutural, entretanto, ocorreu redução linear na eficiência alimentar dos animais, justificada devido a substituição de nutrientes de fonte láctea por uma fonte não láctea (sucedâneo). Também não foi observado efeito dos tratamentos sobre o consumo da dieta sólida ou saúde dos animais. Dessa maneira, concluiu-se que aumento da concentração de ST na dieta líquida em até 20,4% aumentou o desempenho e o desenvolvimento da estrutura corporal das bezerras leiteiras durante os períodos de pré e pós desaleitamento.

A maioria dos trabalhos encontrados na literatura utilizaram o sucedâneo comercial para aumentar e corrigir o teor de sólidos da dieta líquida, devido ao seu menor custo e facilidade de manejo. No entanto, pela variedade de sucedâneos comerciais com diferentes composições e ingredientes e qualidades nutricionais (Bittar, Silva e Chester-Jones, 2018), a utilização de sucedâneo pode não ser benéfica, e a utilização de um sucedâneo de baixa qualidade pode piorar a qualidade nutricional de um alimento de alto valor nutricional, como o leite integral. Além disso, devido ao alto teor de lactose nos sucedâneos, uma preocupação do uso destes produtos para adensar o leite se refere a osmolalidade final da dieta líquida, o que será abordado adiante.

Glosson et al. (2015), avaliaram o efeito da suplementação em diferentes volumes de leite pasteurizado com um corretor comercial (Milk Plus balancer, Land O'Lakes All-Milk Pasteurized Milk Balancer Product, St. Paul, MN) composto por 25% de proteína bruta, 10% de gordura e ingredientes em sua maioria de origem láctea. O estudo avaliou 2 sistemas de aleitamento (convencional: 3,8L/d até 56d; programado: leite integral 3,8L/d até os 14d; 5,7 L/d até 49d; 2,85L/d até 56d) e a correção ou não com o corretor. O volume total fornecido foi de 212,8 L e 272,3 L para animais em aleitamento convencional e programado, respectivamente. O maior consumo de dieta líquida, associado com a correção de sólidos resultou em maior ganho de peso diário. O maior volume também resultou em maior eficiência alimentar. Entretanto, não houve diferença nas medidas corporais entre os tratamentos. Quanto ao consumo de concentrado, os animais aleitados com menor volume de dieta líquida e sem a correção tiveram maior consumo.

Atualmente, produtos comerciais e específicos para essa finalidade estão disponíveis no mercado, podendo ser utilizados seja para correção ou adensamento do leite integral ou leite de não-comercializável. Todavia, há poucos dados disponíveis na literatura e nos últimos cinco anos, o trabalho de Glosson et al. (2015) é o que mais se assemelha a produtos específicos dessa natureza e disponível no mercado brasileiro.

2.3.1. Utilização da refratometria para avaliação dos teores de sólidos das dietas

Em muitas fazendas leiteiras, o monitoramento do teor de sólidos presentes no leite é realizado através do uso do refratômetro de Brix, conforme metodologia validada por Moore et al. (2009). O refratômetro apresenta baixo custo, rapidez e fácil manipulação, e por isso se tornou uma ferramenta essencial para o manejo dentro dos bezerreiros. Além disso, pode também ser utilizado para avaliação da qualidade do colostro e estimar a transferência da imunidade passiva dos neonatos (Floren et al., 2016; Deelen et al., 2014). Dessa forma, a maior parte dos tratadores tem algum treinamento no uso de refratômetro, que se apresenta como ferramenta essencial em bezerreiros independente do sistema de produção adotado.

O refratômetro mede o índice de refração de fluídos, que pode variar de acordo com a concentração de diferentes compostos e o comprimento de onda da luz

(Floren et al., 2016). O método é independente da temperatura do fluido, e pode ser utilizado para avaliar os sólidos dissolvidos e a porcentagem de sólidos presentes no leite, sendo a unidade equivalente ao de gramas de sacarose dividido por 100 gramas da amostra (Moore et al., 2009).

Segundo Quigley (2013), quando usado em líquidos sem sacarose, as porcentagens de Brix se aproximam da porcentagem de teores de sólidos. No entanto, quando se utiliza o refratômetro óptico para avaliar os teores de sólidos, os valores de Brix podem apresentar divergência em função da composição da dieta líquida, especialmente dos sucedâneos.

No trabalho de Moore et al. (2009), quando utilizado o leite não comercializável como dieta líquida, a correlação dos teores de sólidos com a leitura do refratômetro seguiu a equação $ST = 0,9984 \times (\text{leitura do refratômetro Brix}) + 2,077$, ou seja, para estimar o teor de ST adiciona-se 2% ao valor obtido na leitura de brix. No estudo de Floren et al. (2016) foi avaliado o uso do refratômetro digital e óptico de Brix a fim de estimar o teor de sólidos em 5 sucedâneos fornecidos aos bezerros. Os sucedâneos foram diluídos até atingirem as concentrações totais de sólidos entre 5,5 a 18%, resultando em 90 soluções diferentes. Como resultado, os dois refratômetros obtiveram uma boa correlação de leitura e, para estimar a quantidade de ST nas soluções é necessário adicionar à leitura do Brix um valor de 1,08 e 1,47, respectivamente. Dessa maneira, os autores afirmam que o uso dos refratômetros de Brix pode ser benéfico para o monitoramento da concentração de sólidos de sucedâneos diluídos, promovendo maior consistência alimentar aos animais. No entanto, é importante frisar que esses coeficientes podem variar bastante de acordo com a formulação do sucedâneo avaliado.

Embora haja praticidade na mensuração do teor os sólidos totais com o uso do refratômetro óptico, a prática de leitura diária para a correção, não tem sido bem recebida pelos tratadores. A possibilidade de adição de uma quantia pré-determinada do corretor na composição média do leite da fazenda, pode ser uma boa alternativa para facilitar o manejo.

2.4. Osmolalidade da dieta líquida adensada fornecida para bezerros leiteiros

Com o adensamento da dieta líquida, um fator importante a ser considerado é a osmolaridade final da dieta a ser fornecida para os bezerros leiteiros. A

osmolalidade é dependente da quantidade de partículas ativas dissolvidas na solução, como por exemplo eletrólitos, oligo e monossacarídeos, aminoácidos, lactose e ácidos graxos (Pearson et al., 2013). O leite integral apresenta uma osmolalidade de cerca de 300 mOsm/kg, enquanto os sucedâneos comerciais, por apresentar maiores teores de minerais e lactose em sua composição, pode variar de levemente hipertônico (acima de 300 mOsm/kg) a altamente hipertônico (>450 mOsm/kg) (Wilms; Berends; Martín-Tereso, 2019).

Quando a osmolalidade se aproxima de 600 mOsm/kg, ocorre a redução do fluxo de saída do abomaso e, conforme o tempo em que a dieta líquida permanece retida, pode se tornar um substrato para crescimento de bactérias, como *Clostridium perfringens* presentes no trato gastrointestinal do animal (McGuirk, 2003). Essas bactérias podem crescer de forma acelerada e a produção de toxinas, gás e ácidos pode resultar em distensão do abdômen e inchaço (McGuirk, 2003). Segundo Shiasi Sardoabi et al. (2021), erros nas misturas e práticas alimentares (adição de sucedâneo diretamente no leite integral) podem aumentar a osmolalidade da dieta, excedendo a capacidade de absorção do animal e causar diarreia osmótica.

Na literatura há trabalhos em que o aumento dos teores de sólidos da dieta líquida e conseqüentemente da osmolalidade, ocasionaram maior incidência de diarreias em bezerros jovens (Glosson et al., 2015; Shiasi Sardoabi et al., 2021). Entretanto, outros relatam nenhuma diferença no escore fecal com o aumento da osmolalidade da dieta (Beiranvand et al., 2022; Wilms et al., 2019). Os efeitos e limites de tolerância da osmolalidade sobre a saúde gastrointestinal dos bezerros jovens ainda não está bem definido (Wilms et al., 2019).

2.5. Ingestão de água de bezerros leiteiros alimentados com maiores teores de sólidos

A ingestão de água pelos bezerros na fase de aleitamento está relacionada com a idade do animal, o volume e a fonte da dieta líquida ofertada, a disponibilidade do concentrado inicial de boa qualidade, a temperatura ambiente e da água ofertada (Jensen; Vestergaard, 2021).

A oferta de água potável deve ser realizada logo após o nascimento dos bezerros, no entanto, muitos produtores acabam por fornecer a água entre a segunda e terceira semana de vida (Wickramasinghe et al., 2019). Em no Brasil, 93% das

propriedades entrevistadas fornecem água desde o 1° - 2° dia de vida, enquanto 6% fornece entre o 3° e 4° dia de vida e somente 1% fornece entre 5 a 10 dias de vida (Azevedo et al., 2022). O atraso no fornecimento da água de bebida está diretamente relacionado com o fornecimento da dieta líquida, o qual promove confundimento, quando considerado o atendimento das exigências hídricas dos animais.

A água fornecida ao neonato tem um papel muito importante quanto ao consumo de concentrado inicial, crescimento, estado de saúde e digestibilidade de nutrientes (Wickramasinghe et al., 2019). É a partir de sua disponibilidade no rúmen que a microbiota se prolifera, contribuindo para maior fermentação ruminal e conseqüentemente no desenvolvimento ruminal (Jones; Heinrichs, 2022). Entretanto, quando a água está associada a dieta líquida, através da ação do sulco esofágico, o líquido vai em direção ao abomaso, se tornando indisponível para a microbiota ruminal (Jones; Heinrichs, 2022).

Além disso, outro papel importante relacionado ao fornecimento de água a vontade para os animais, está na redução de problemas ligados ao fornecimento de dietas líquidas não isotônicas, evitando disfunções quanto a saúde dos animais. No estudo de Shiasi Sardoabi et al. (2021) foram avaliados, através do método step up/down, quatro tratamentos: baixo volume (total de 383 L) com 12% ST (total de ST ingerido = 45,9 kg); baixo volume com 17% ST (total de ST ingerido = 65,1 kg); alto volume (total de 531 L) com 12% ST (total de ST ingerido = 63,7 kg); alto volume com 17% ST (total de ST ingerido = 90.3 kg), sendo o adensamento nutricional do leite não comercializável realizado com a adição de leite em pó. Como resultado de observações comportamentais, na fase de pós aleitamento (93-94d), bezerros alimentados com maiores teores de sólidos apresentaram menor tempo de ruminação, mas maior frequência geral de ruminação e maior tempo para o consumo de água. Segundo os autores, pode ser uma tentativa de aumento da ingestão de concentrado inicial para compensar a falta de nutrientes nessa fase, o que pode se refletir em maior frequência de ruminação e consumo de água à medida que os bezerros avançam a idade

3. OBJETIVO GERAL

O objetivo com o presente trabalho foi avaliar o desempenho, metabolismo e a saúde de bezerros leiteiros alimentados com leite integral adensado ou não para 15% de sólidos, utilizando-se uma quantidade fixa, baseada no histórico de composição do leite, ou variável, de acordo com a leitura diária de Brix.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Local, animais e grupos experimentais

O Comitê de Ética no Uso de Animais da Escola Superior de Agricultura (CEUA/ESALQ) aprovou todos os procedimentos envolvendo animais neste estudo (Protocolo nº 5576050221). O experimento foi desenvolvido nas instalações do Bezerreiro Experimental “Evilásio de Camargo”, do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, localizado na cidade de Piracicaba – SP, no período de dezembro de 2020 a fevereiro de 2021. Durante todo o período experimental, as condições climáticas foram, temperatura média de 24,4°C, amplitude térmica média de 11,6°C e umidade relativa de 75,6% (Posto Agrometeorológico LEB – Esalq – USP/ Piracicaba - SP).

Foram utilizados 45 bezerros machos da raça holandesa, todos oriundos de fazenda comercial, em delineamento de blocos ao acaso, sendo 3 tratamentos com 15 repetições. Os blocos foram definidos de acordo com o peso ao nascer e data de nascimento e os animais de cada bloco distribuídos aleatoriamente nos seguintes tratamentos:

- 1) Leite integral;
- 2) Leite integral corrigido com corretor de sólidos comercial utilizando-se dose fixa de 25 g/L;
- 3) Leite integral corrigido com corretor de sólidos comercial utilizando-se a leitura diária de brix para correção para 15% de sólidos.

Primeiros cuidados, instalações e manejo alimentar

Após o nascimento, os bezerros foram imediatamente separados de suas mães e colostrados com duas doses do substituto de colostro SSCL® (Alta Genetics, Brazil, SCCL®, Saskatoon, Canadá; 470 g, contendo 100g de IgG) diluídas em dois litros de água morna (45°C) e fornecidas dentro de 2h após o nascimento. Os animais foram transportados (± 70 km de distância) para o Bezerreiro Experimental entre 2 e 4 dias de vida, sendo alimentados com leite integral na fazenda de origem no volume de 4 L/d. Ao chegarem no bezerreiro Experimental, foram alojados em gaiolas suspensas individuais (113 cm x 140 cm) com cama de serragem em galpão arejado até os 14 dias de vida e depois em abrigos individuais do tipo casinha tropical (135 cm x 100 cm x 145 cm) até oitava semana de vida. 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.

Os bezerros foram aleitados com 6 L/d, divididos em duas refeições (7h00 e 17h00) utilizando-se baldes abertos, sendo o consumo da dieta líquida monitorado diariamente. Os animais tiveram acesso ad libitum à água e concentrado comercial (22% de PB) desde o terceiro dia de vida. O concentrado peletizado comercial (Nutrimax, Salto de Pirapora, SP, Brasil; Tabela 2) foi fornecido no período da manhã e diariamente as sobras do dia anterior foram pesadas em balança digital (Toledo 9094) para o cálculo do consumo diário de concentrado.

O estudo foi finalizado aos 56 dias de vida, considerado como período de aleitamento. Os animais foram desaleitados de forma gradual a partir dos 57 dias de vida com redução de 1 L/d da dieta líquida, de forma que aos 63 dias o animal estava completamente desaleitado, período não considerado neste estudo.

O leite foi separado em três porções, conforme o volume necessário em cada refeição para os três tratamentos. Foi realizada a leitura diária de brix, a qual foi registrada em cada alimentação. Para o tratamento com correção em dose fixa, foi adicionado 25 g/L do corretor, valor pré-determinado considerando a composição média do leite do sistema de produção de leite do Depto. de Zootecnia, de forma que o fornecido tivesse ao final 15% de sólidos. Para o tratamento de dose variável foi adicionado 10 g/L para cada 1% de brix de aumento necessário para chegar a 13% de brix, o que corresponde a 15% de sólidos (Moore et al., 2009). Para a diluição, o corretor foi adicionado em leite 40°C de forma gradual e misturado manualmente com o uso de um batedor por no mínimo três minutos.

Desempenho e saúde

Semanalmente, antes do fornecimento do leite da manhã, os bezerros foram pesados em balança mecânica (ISO-300, Coimma Ltda., Dracena, SP, Brasil), e foram registradas medidas corporais (perímetro torácico, altura na cernelha e largura de garupa), utilizando-se régua ou fita com escala em centímetros. Foi utilizada a avaliação adaptada da Escola de Medicina Veterinária da Universidade Wisconsin-Madison para auxiliar na avaliação de saúde e no diagnóstico de doenças (http://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/8calf/calf_health_scoring_chart.pdf). A ocorrência de diarreia foi monitorada diariamente através de observação visual do

escore fecal dos animais. As pontuações do escore fecal foram dadas de acordo com a consistência: (0) Normal; (1) pastosa; (2) líquido; (3) aquoso, conforme sugerido por (Larson, 1977). A temperatura retal dos animais foi aferida todos os dias no período da manhã. Todas as ocorrências de recusa da dieta líquida, diarreia, febre ou apatia e outros eventos foram registrados e os tratamentos realizados conforme indicações de médico veterinário.

Parâmetros sanguíneos

Semanalmente, foram colhidas amostras de sangue, sempre duas horas após o fornecimento da dieta líquida da manhã, com a finalidade de traçar os perfis bioquímicos e metabólicos durante a fase de aleitamento. A colheita de sangue foi realizada através da punção da veia jugular utilizando-se três tubos vacuolizados: 1 – contendo fluoreto de sódio, como antiglicolítico e EDTA de potássio como anticoagulante, para obtenção de plasma; 2 – com ativador de coágulo, para obtenção de soro e 3 – contendo EDTA de potássio para a determinação de hematócrito. O hematócrito foi determinado em capilar, o qual foi preenchido até $\frac{3}{4}$ de sua capacidade e uma das extremidades vedada, sendo posteriormente centrifugado por quinze minutos a 12.000 x g, utilizando-se centrífuga de micro hematócrito Modelo SPIN 1000 (MICROSPIN). Após centrifugação foram feitas leituras dos tubos capilares em régua própria para hematócrito, sendo expresso o resultado em porcentagem (%). As amostras foram centrifugadas 2.000 x g, durante 25 minutos, à temperatura de 4° C para a obtenção do plasma e soro sanguíneo. Ambos foram armazenados em microtubos plásticos e armazenados em freezer para posterior determinação de glicose, proteína total, albumina, creatinina e β -hidroxibutirato (BHBA). As determinações dos parâmetros sanguíneos foram realizadas em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA– 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil) utilizando-se kits comerciais específicos para glicose (Ref.: 85), proteínas totais (Ref.: 99), albumina (Ref.:19) e creatinina (Ref.:35) da LABTEST Diagnóstica S.A. 17 (Lagoa Santa, MG, Brasil); e de BHBA (RANBUT – Ref.: RB1007) da RANDOX Laboratories – Life Sciences Ltd (Crumlin, UK).

Amostras de leite de cada tratamento foram colhidas semanalmente e encaminhadas para laboratório da Clínica do Leite, Piracicaba/SP, para análise de composição, além de CCS e CBT (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química e microbiológica da dieta líquida

Componentes	Leite integral	Brix	Fixo
Sólidos Totais, %	12,29	14,83	14,38
Teor de proteína, %	3,38	3,97	3,86
Teor de gordura, %	3,52	3,63	6,65
Teor de lactose, %	4,34	6,12	5,77
CCS, (x mil céls./mL)	424,8	527,3	568
CBT, (x mil UFC/ mL)	341,93	-	-

Da mesma forma, amostras do concentrado foram colhidas e enviadas para análise químico-bromatológica no Depto. de Zootecnia, ESALQ/ USP (Tabela 2). Foram analisados os teores de proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) de acordo com a Association of Official Analytical Chemists (AOAC,1990); Fibra de detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) pelo método descrito por Van Soest et al. (1991). Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados de acordo com as equações propostas por Weiss (1993) e os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados pela equação (1):

$$\text{CNF (\%MS)} = 100 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{FDN} + \text{MM}) \quad (1)$$

Onde,

PB, EE, FDN e MM são expressos em % da MS.

Tabela 2. Composição químico-bromatológica do concentrado inicial

	Concentrado inicial
Matéria seca, %	87,60
Matéria mineral, % MS	4,50
Proteína bruta, % MS	22,60
Extrato etéreo, % MS	3,50
FDN, % MS	31,40
FDA, % MS	20,90
Carboidrato não fibroso, % MS	38,0
NDT, %	77,00

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo os animais alocados nos blocos de acordo com a data de nascimento e peso ao nascer. As medidas de desempenho e parâmetros sanguíneos 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: $Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + W_k + TW_{ik} + E_{ijk}$. Onde, Y_{ijk} = variável resposta; μ = média geral; T_i = efeito do tratamento (diferentes protocolos de correção do leite); B_j = efeito do bloco; W_k = efeito da idade dos animais (semanas de vida); TW_{ik} = efeito da interação tratamento e idade; E_{ijk} = efeito devido ao acaso (resíduo). A melhor estrutura de covariância identificada a partir de diferentes estruturas pela comparação da estatística AICC (Akaike's Information Criteria Corrected), foi escolhida aquela com menor valor (Wang; Goonewardene, 2004). Para efeito de comparação de médias, foi utilizado o método dos quadrados mínimos (LSMEANS), com nível de significância de 5%.

5. RESULTADOS

5.1 Consumo e desempenho animal

Os métodos de correção de sólidos afetaram tanto o consumo da dieta líquida ($P < 0,01$) quanto de concentrado ($P \leq 0,05$), mas não houve efeito no consumo de MS total (Tabela 3). O consumo de dieta líquida foi maior para a correção através de leitura diária de Brix em comparação com o método fixo e o controle. No entanto, esse método de correção resultou em menor consumo de concentrado em comparação ao controle, sem diferirem do método do Fixo. Todas as variáveis de consumo aumentaram com a idade dos animais ($P < 0,01$), e não foram observados efeitos da interação tratamento x idade ($P > 0,05$).

Tabela 3. Consumo de bezerros leiteiros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais

Item	Tratamento ¹			EPM ²	Valor de P ³		
	Controle	Brix	Fixo		Trat	Sem	TxS
Consumo (g MS/dia)							
Dieta líquida	735,5 ^c	883,3 ^a	851,3 ^b	3,11	<0,01	<0,01	0,62
Concentrado	383,6 ^a	251,1 ^b	304,0 ^{ab}	36,77	0,05	<0,01	0,71
Total	1116,2	1131,6	1159,6	50,75	0,24	<0,01	0,78
Consumo de nutrientes da dieta líquida (g MS/dia)							
Proteína bruta	201,9 ^c	236,7 ^a	228,7 ^b	0,80	<0,01	0,04	0,03
Gordura	210,6 ^b	216,2 ^a	216,0 ^a	0,80	<0,01	0,01	0,67
Lactose	259,7 ^c	364,5 ^a	341,6 ^b	1,24	<0,01	<0,01	0,58
Eficiência alimentar	0,563	0,557	0,569	0,02	0,93	<0,01	0,10

¹Controle: leite integral; Brix: leite integral corrigido para 15% de sólidos utilizando leitura diária de Brix; Fixo: leite integral corrigido com dose fixa 25g/L. ²EPM: erro padrão da média. ³Trat: efeito de tratamento; Sem: efeito de semana; TxS: interação entre tratamento e semana; PB = proteína bruta; GOR = gordura; LACT = lactose.

O consumo de nutrientes foi afetado tanto pela dieta líquida quanto pela idade dos animais ($P < 0,05$; Tabela 3, Figura 1). Apenas o consumo de proteína bruta teve efeito da interação entre tratamento e semana ($P < 0,03$; Tabela 3), onde o Brix foi

maior que Controle em todo o período experimental, e superior ao Fixo ($P < 0,01$; Figura 1-D) na 1^a, 3^a, 5^a, 6^a e 8^a semanas de vida. Quanto ao consumo de gordura e lactose foram superiores para os tratamentos Brix e Fixo ($P < 0,01$) quando comparado ao tratamento Controle, com aumento no consumo ao decorrer das semanas ($P = 0,01$). Tanto o consumo de gordura quanto de lactose apresentou queda na 2^a semana, independentemente da dieta líquida. A eficiência alimentar (EA) não foi afetada pelas diferentes dietas líquidas, porém apresentou efeito de idade ($P < 0,01$), aumentando conforme o avançar da idade dos animais.

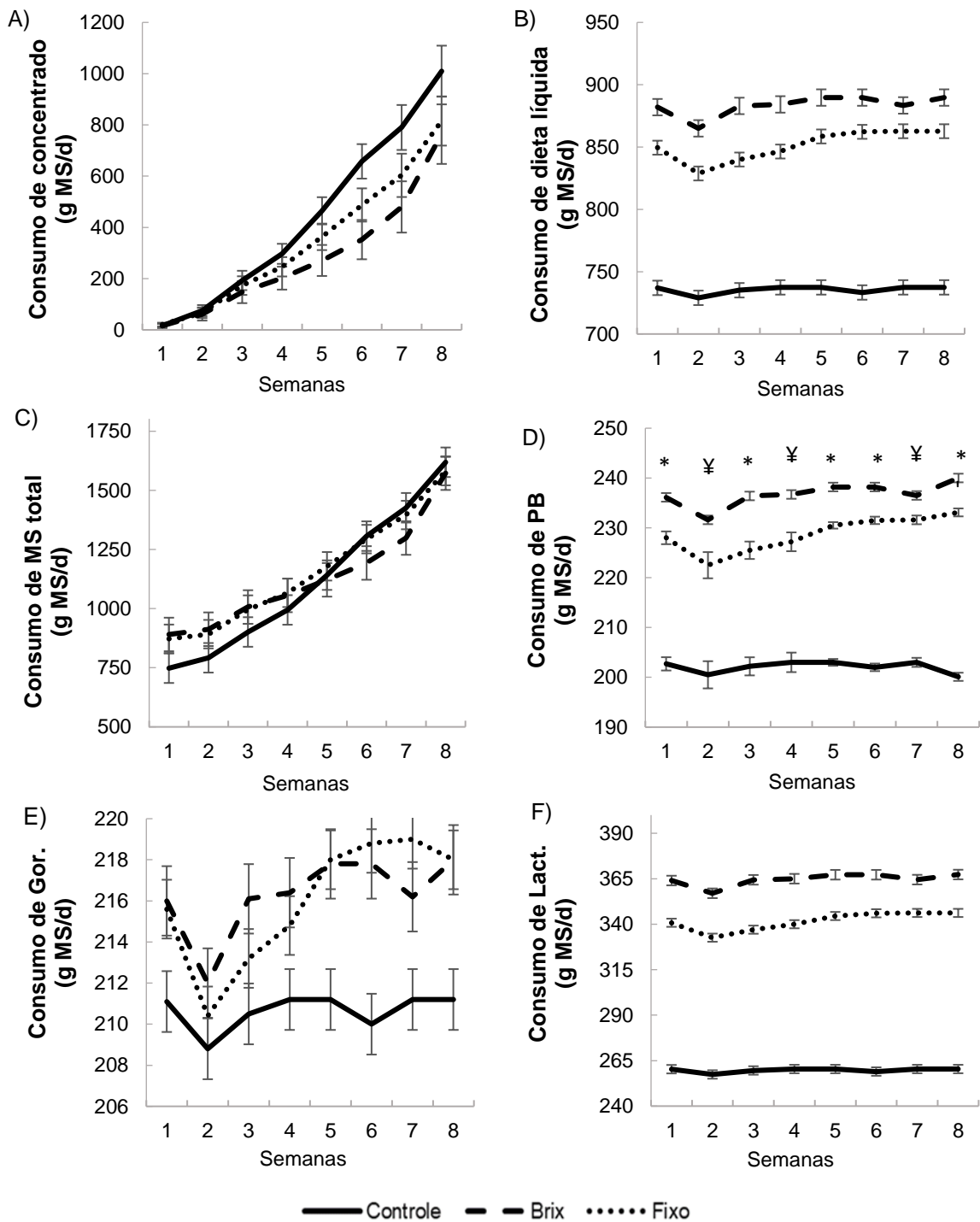


Figura 1. de concentrado (g MS/d); B) Consumo de dieta líquida (g MS/d); C) Consumo de matéria seca total (g/d); D) Consumo de proteína (g MS/d) E) Consumo de gordura (g MS/d); F) Consumo de lactose (g MS/d), de acordo com a semana de vida de bezerros leiteiros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais. *Denota diferença entre o tratamento Brix em relação ao Fixo e ao controle. † Denota diferença entre os tratamentos Brix e Fixo em relação ao controle ($P < 0,0001$), sem diferir entre eles.

Em relação ao desempenho e as medidas corporais dos bezerros leiteiros, houve uma tendência de interação entre tratamento e semana para o peso corporal médio ($P < 0,08$) entretanto, no desdobramento não foi observado efeito das dietas avaliadas. O ganho médio diário (GDP) e as medidas corporais e os ganhos corporais por semana também não apresentaram efeito de tratamento, mas foram crescentes com a idade ($P < 0,01$; Tabela 4).

Tabela 4. Desempenho e medidas corporais de bezerros leiteiros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais

Item	Tratamento ¹			EPM ²	Valor de P ³		
	Controle	Brix	Fixo		Trat	Sem	TxS
Peso Corporal, kg							
Peso médio	58,23	59,26	59,63	1,76	0,50	<0,01	0,08
Nascimento	43,36	43,86	43,68	1,61	-	-	-
Desaleitamento, kg	78,04	79,1	80,84	2,04	-	-	-
GMD, kg/d	0,616	0,637	0,665	0,03	0,34	<0,01	0,10
Mensurações, média cm							
Altura de cernelha	86,8	86,3	86,4	0,78	0,82	<0,01	0,72
Largura de garupa	23,9	24,1	24	0,3	0,59	<0,01	0,30
Perímetro torácico	89,2	89,4	89,1	0,94	0,93	<0,01	0,55
Mensurações, cm/semana							
Altura de cernelha	1,7	1,8	1,9	0,11	0,49	0,03	0,71
Largura de garupa	0,7	0,7	0,7	0,05	0,89	0,04	0,42
Perímetro torácico	2,2	2,0	2,4	0,13	0,10	<0,01	0,74

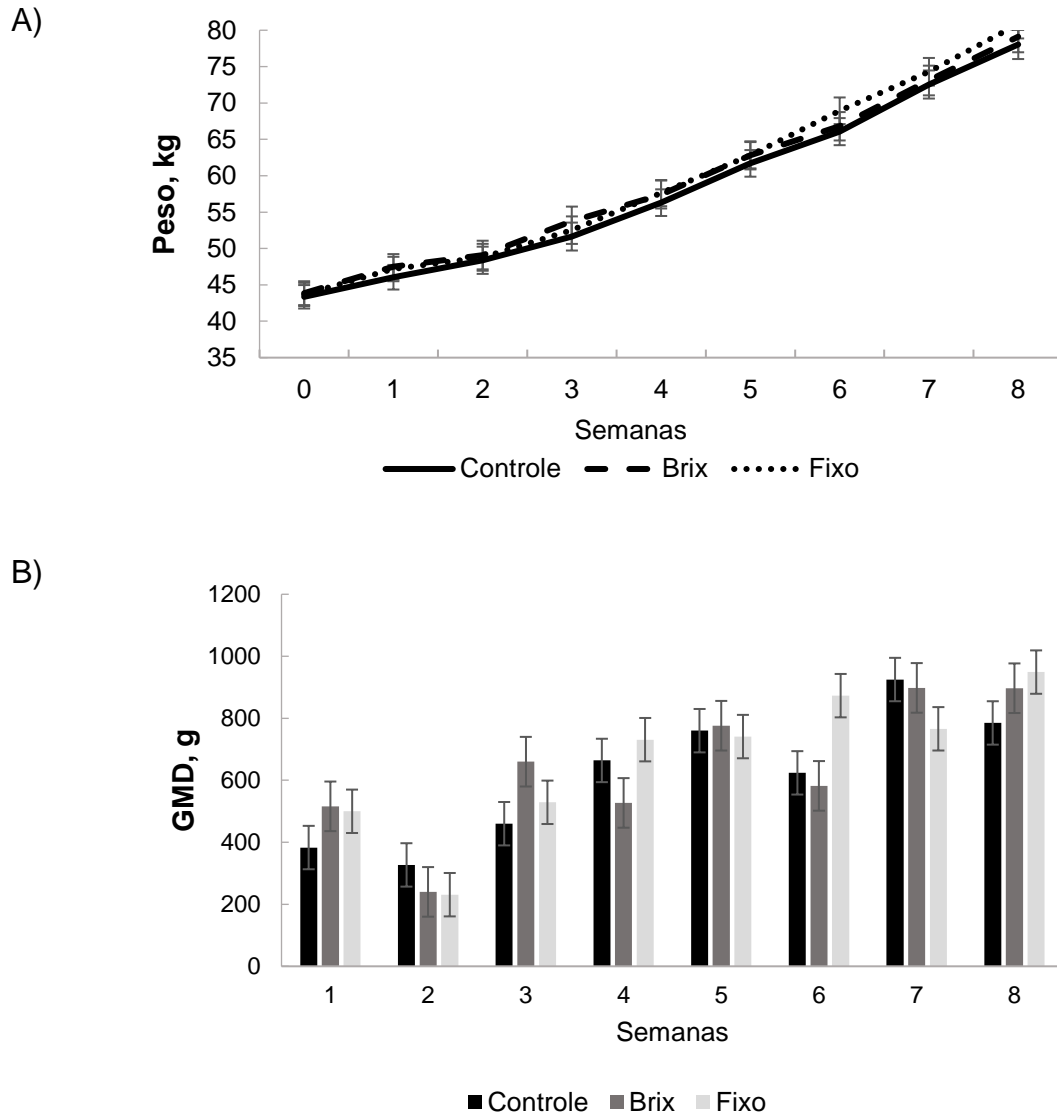


Figura 2. A) Peso corporal e B) ganho de peso médio diário acordo com a semana de vida de bezerros leiteiros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais.

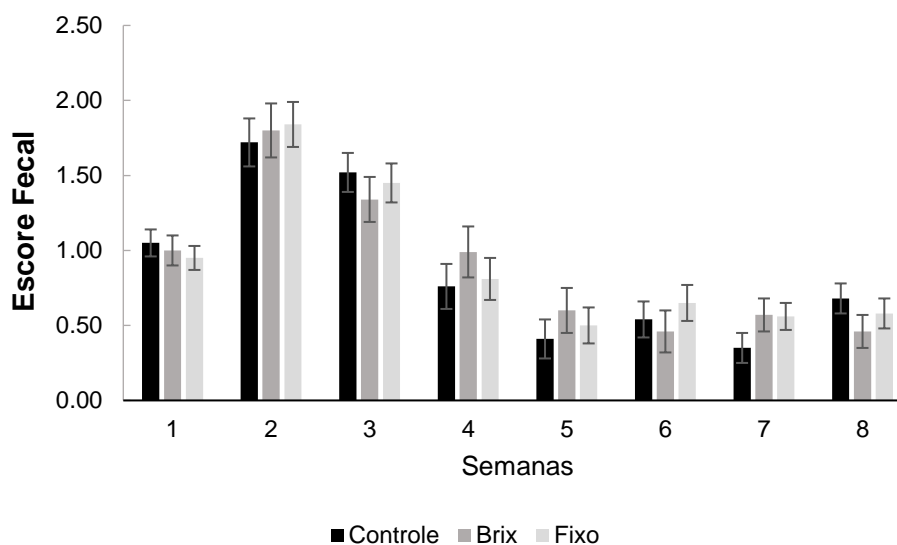
5.2 Saúde

Na avaliação da saúde dos bezerros leiteiros, não houve efeito de tratamento nos parâmetros analisados. O escore fecal apresentou efeito de semana ($P < 0,01$; Tabela 5; Figura 3), com maiores valores na segunda semana de vida e queda nas semanas seguintes. Foi considerado ocorrência de diarreia quando o escore foi igual ou superior a 2.

Tabela 5. Escore fecal e saúde de bezerros leiteiros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais

Item	Tratamento ¹				Valor de P ³		
	Controle	Brix	Fixo	EPM ²	Trat	Sem	TxS
Escore fecal	0,87	0,9	0,92	0,06	0,88	<0,01	0,60
Dias com escore fecal ≥ 2	9,9	11,8	11,6	1,74	0,50	-	-
Nº de episódios com diarreia	2,6	2,7	3,3	0,56	0,64	-	-
1º episódio de diarreia ⁴	7,1	5,3	7	0,98	0,37	-	-
Dias com febre	6,2	6,4	4,6	1,25	0,31	-	-
Hematócrito	24,7	25,6	26,3	0,50	0,06	0,05	0,10

¹Controle: leite integral; Brix: leite integral corrigido para 15% de sólidos utilizando leitura diária de Brix; Fixo: leite integral corrigido com dose fixa 25g/L. ²EPM: erro padrão da média. ³Trat: efeito de tratamento; Sem: efeito de semana; TxS: interação entre tratamento e semana. ⁴ Dias para o 1º episódio de diarreia.

**Figura 3.** Escore fecal em diferentes semanas de vida de bezerros leiteiros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais.

Em relação a porcentagem de hematócrito, não foi afetada pelas diferentes dietas líquidas (Tabela 5; $P > 0,05$). No entanto, houve efeito de semana ($P = 0,05$), com queda nos valores ao longo do período de aleitamento.

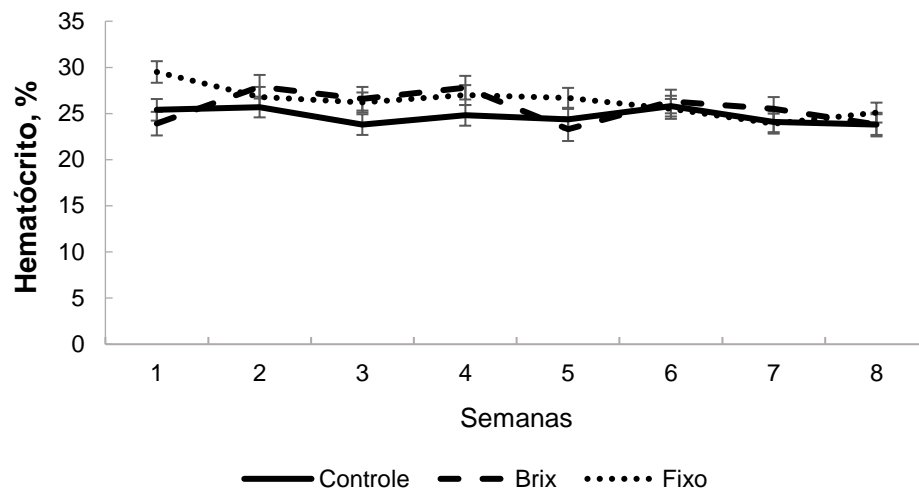


Figura 4. Porcentagem de hematócrito em diferentes semanas de vida de bezerros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais.

5.3 Metabólitos sanguíneos

Não foi observado efeito das diferentes dietas líquidas nas concentrações de metabólitos sanguíneos (Tabela 6), os quais foram afetados pela idade dos animais ($P < 0,01$; Figura 5). Quanto as concentrações plasmáticas da proteína total e de β - hidroxibutirato (BHBA) ocorreu um aumento com o avançar das semanas. Já a creatinina teve seu pico na 2^a semana de vida dos animais e posterior queda para todos os tratamentos analisados. Por fim, a albumina e glicose apresentaram variações em todos os tratamentos conforme o decorrer das semanas.

Tabela 6. Parâmetros sanguíneos de bezerros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais

Item	Tratamento ¹				Valor de P ³		
	Controle	Brix	Fixo	EPM ²	Trat	Sem	TxS
Albumina, g/dL	3,17	3,15	3,13	0,03	0,62	<0,01	0,45
Proteínas Totais, g/dL	6,04	5,86	6,00	0,11	0,46	<0,01	0,62
Creatinina, mg/dL	1,33	1,34	1,27	0,05	0,48	<0,01	0,46
Glicose, mg/dL	126,43	131,30	129,67	3,34	0,58	0,01	0,49
BHBA, mmol/L	0,117	0,100	0,101	0,01	0,17	<0,01	0,37

¹Controle: leite integral; Brix: leite integral corrigido para 15% de sólidos utilizando leitura diária de Brix; Fixo: leite integral corrigido com dose fixa 25g/L. ²EPM: erro padrão da média. ³Trat: efeito de tratamento; Sem: efeito de semana; TxS: interação entre tratamento e semana.

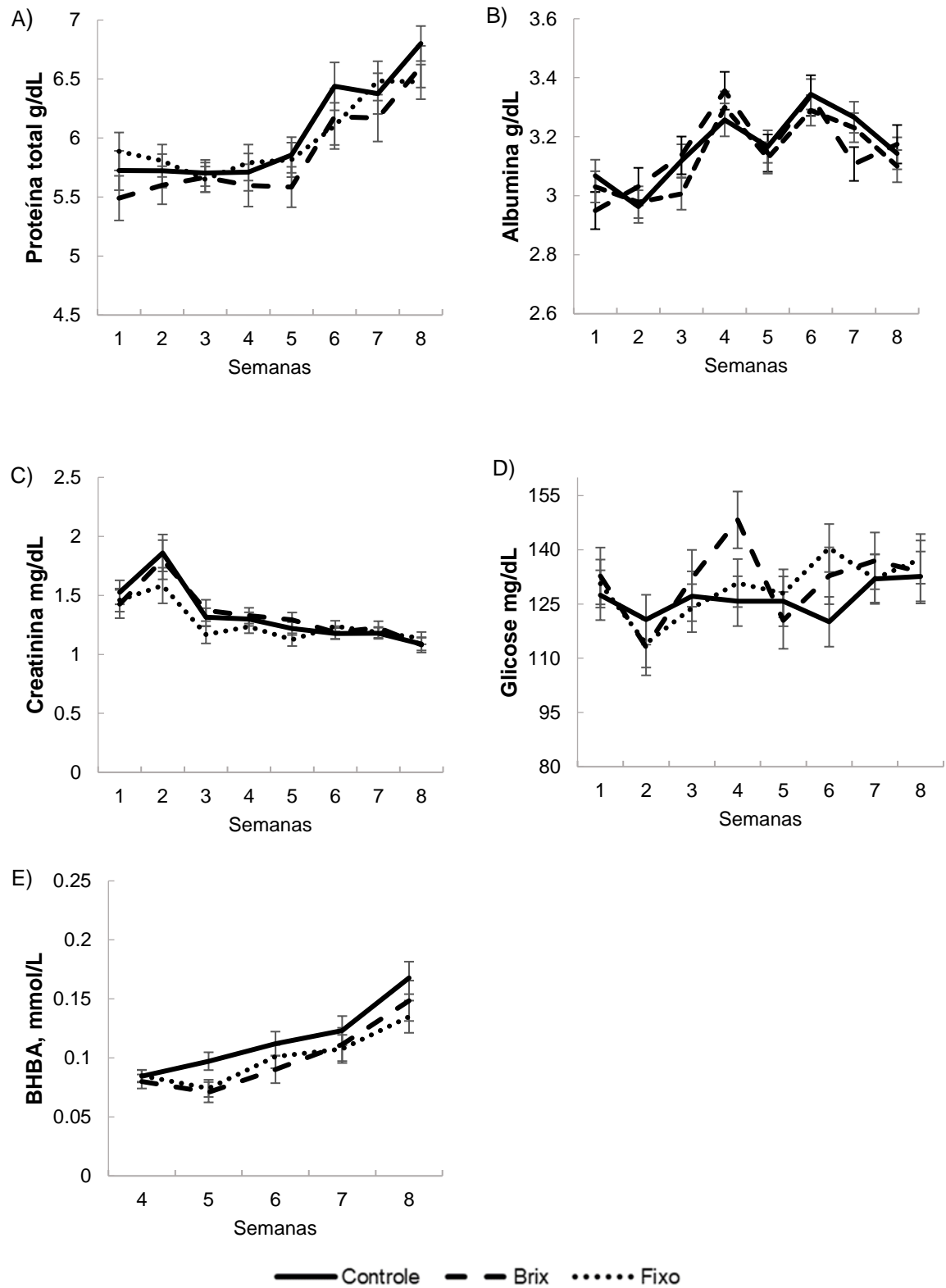


Figura 5. A) Proteína total g/d; B) Albumina g/dL; C) Creatinina mg/dL; D) Glicose mg/dL; E) BHBA mmol/L em diferentes semanas de vida de bezerros recebendo ou não leite integral corrigido para 15% de sólidos totais.

6. DISCUSSÃO

A adoção de planos nutricionais mais intensivos para bezerros leiteiros não é um conceito novo, mas os produtores podem utilizar de diferentes técnicas para otimizar o crescimento e a saúde desses animais (Glosson et al., 2015; Azevedo et al., 2016). Entre as alternativas disponíveis está a adição de produtos como balanceadores ou sucedâneos no leite integral, aumentando o ST da dieta líquida sem aumentar o volume ofertado, aumentando assim o aporte de nutrientes, o que contribui com a saúde e desempenho dos animais (Azevedo et al., 2016). No presente estudo, a adição do corretor de sólidos no leite integral, além de aumentar o consumo de matéria seca via dieta líquida, promoveu maior ingestão de proteína bruta, gordura e lactose quando comparado ao leite integral sem correção. No entanto, a maior ingestão de MS via dieta líquida adensada promoveu menor consumo do concentrado inicial quando compara aos animais do tratamento controle, assim como relatado por Glosson et al., (2015) e Mellado et al. (2021). Por outro lado, Azevedo et al. (2016) observaram que no período de aleitamento, o aumento do ST via dieta líquida não apresentou efeitos negativos para o consumo da dieta sólida, não deferindo entre os tratamentos.

Segundo os levantamentos realizados na literatura por Gelsinger et al. (2016), há uma relação negativa entre a ingestão de matéria seca via dieta líquida com o consumo do concentrado inicial e, pode ser explicada pela capacidade limitada de ingestão de matéria seca diária dos bezerros jovens. Essa relação ocorre quando a ingestão de matéria seca proveniente da dieta líquida é superior a 800 g/d (Gelsinger et al., 2016). Em nosso estudo, os animais que receberam leite adensado tiveram consumo de MS da dieta líquida superior a 800 g/d, corroborando os achados de Gelsinger et al. (2016). A diferença do consumo de MS via dieta líquida adensada foi de 32 g/d entre os tratamentos Brix e Fixo, mas o consumo de concentrado não foi diferente entre estes dois grupos. Os dados do presente estudo confirmam a relação negativa entre consumo de dieta líquida e dieta sólida quando animais recebem mais de 800 g/d de MS de dieta líquida.

Embora o maior fornecimento de MS via dieta líquida possa favorecer o crescimento dos animais, o consumo inadequado da dieta sólida, acaba por comprometer o desenvolvimento ruminal, ocasionando redução no desempenho pós-desaleitamento. No presente estudo é observado que, com o avançar da idade dos

animais ocorre o aumento no consumo de concentrado inicial em todos os tratamentos, indicando que a exigência de nutrientes pelos bezerros não está sendo atendida somente pela dieta líquida. Para Kristensen et al. (2007) o aumento do consumo de concentrado promove efeitos positivos para o desenvolvimento ruminal e contribuindo com o desempenho do animal no período de pós-desaleitamento. Infelizmente o consumo de alimentos e ganho de peso dos animais não foi avaliado após os 56 dias de idade, sendo uma limitação do presente trabalho.

Segundo o NASEM (2021), a recomendação mínima para o consumo do concentrado inicial para raças pequenas é de 1,25 kg/d (com base de 90% de MS) e raças grandes é de 1,5kg/d ao desaleitamento completo. No entanto, embora o consumo aos 56 dias de vida, principalmente para os animais que receberam maiores ST, estivesse bem abaixo dos valores recomendados, sabe-se que o desaleitamento gradual é uma estratégia eficiente para alavancar o consumo de concentrado (Bittar et al., 2020), mesmo em planos de aleitamento mais intensivos (De Paula et al., 2017).

Durante todo o período experimental, as condições climáticas foram desafiadoras para os bezerros, sendo o estresse por calor um grande desafio enfrentado durante o período de aleitamento. Foi possível observar animais com sinais claros de estresse térmico com aumento na taxa respiratória e língua para fora da boca. O estresse por calor pode reduzir cerca de 52% o consumo de concentrado (Shiasi Sardoabi et al., 2021), e conseqüentemente ganho de peso, sendo uma boa estratégia aumentar o aporte de nutrientes via dieta líquida durante esses períodos. No entanto, não foi observado efeito significativo do aumento do aporte de nutrientes no GMD e EA dos animais. Esse resultado demonstra que os bezerros, mesmo desafiados pelo ambiente, apresentaram desempenho adequado devido a ingestão de nutrientes de boa qualidade, principalmente via dieta líquida.

É importante salientar que animais alimentados com a dieta líquida adensada através de quantidade fixa de corretor apresentaram desempenho e saúde semelhantes aqueles com correção através de leituras diárias de Brix. Este manejo com leitura diária é um dos obstáculos observados em fazendas comerciais para a adoção do adensamento. Entender a composição do leite da propriedade e calcular a quantidade fixa de corretor ou sucedâneo para adensamento da dieta líquida é uma alternativa adequada e eficiente.

No presente estudo, os bezerros apresentaram crescimento semelhante, mesmo quando recebido maiores teores de sólidos via dieta líquida. No estudo de

Glosson et al. (2015) também não foram observadas diferenças quanto as medidas corporais, quando os animais receberam maiores teores de sólidos via dieta líquida (17,6% ST). No entanto, nos resultados encontrados por Shiasi Sardoabi et al. (2021), conforme houve aumento na ingestão de sólidos via dieta líquida, observou maior ganho de peso e medidas corporais bezerras leiteiros.

Segundo de Paula (2017) o crescimento de bezerras na fase de aleitamento, está diretamente relacionado com o acúmulo de novos tecidos corporais, principalmente dos tecidos esquelético e muscular, e necessita da deposição de proteína nos músculos e ossos e mineralização da matriz proteica. Para Drackley (2008), as exigências de proteínas são determinadas pela taxa de crescimento do animal, que ocorre em média, a deposição de 188 g de proteína/kg de ganho de peso vivo em bezerras, sendo necessária a ingestão de 250 a 280 g de proteína bruta via sucedâneo lácteo. Nesse estudo, embora o consumo de proteína tenha sido maior para os animais que receberam a dieta líquida adensada, não foi observado maior crescimento estrutural.

Segundo Goetz et al. (2021), o transporte é um evento de grande estresse para os bezerras pois, envolve várias práticas de manejo, privação de alimento e água e grande variação da temperatura ambiental. Fato esse que pode justificar os maiores valores de porcentagem do hematócrito na primeira semana de vida, indicando que esses animais foram mais susceptíveis aos desafios da alta temperatura ambiente e umidade e do transporte da fazenda até o local em que o estudo foi conduzido.

De acordo com Ježek et al. (2011), para animais até a quarta semana de vida, os valores padrões de hematócrito estão entre 18 a 46% e para animais entre a quinta e a oitava de 18 a 41%. No presente estudo, os valores de hematócrito se encontram dentro do padrão normal para a espécie, independentemente da dieta líquida fornecida.

Foi observado entre a 2ª e 3ª semana de vida maior fluidez nas fezes dos bezerras, o que pode estar relacionado a ocorrência de diarreia devido ao declínio da imunidade proveniente do colostro. No entanto, em nenhuma semana o escore médio foi superior a pontuação estabelecida como ocorrência de diarreia (≥ 2), indicando que a dieta líquida não interferiu na consistência das fezes dos animais. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Azevedo et al. (2016). Quando se utiliza balanceador no leite integral pasteurizado, o aumento do escore fecal pode ser explicado por maior osmolalidade da dieta líquida, a qual pode afetar a absorção de

água pelo intestino (Glosson et al., 2015). No entanto, nesse estudo não foi mensurada a osmolalidade da dieta líquida fornecida.

Segundo Azevedo et al. (2016), há uma limitação quanto ao consumo de ST via dieta líquida devido aos aumentos da osmolalidade da dieta, especialmente em resposta ao aumento de lactose. PettyJohn et al. (1963) observaram que a ingestão de 15% de ST via dieta líquida para bezerros leiteiros, resultou em níveis superiores de desempenho e utilização de nutrientes. No presente estudo, para trabalhar de forma segura do ponto de vista de osmolalidade da dieta e ocorrência de timpanismo abomasal, foi adotado o TS de 15%. Não foi observado nenhum caso de timpanismo durante o estudo.

No presente estudo os parâmetros metabólitos foram analisados semanalmente. As concentrações de glicose ficaram um pouco acima dos valores recomendados na literatura (80 a 120 mg/dL) para bezerros em aleitamento (Reece, 2006). Embora o consumo de lactose tenha sido em média em torno de 95 g superior para animais aleitados com 15% ST em comparação ao controle, não houve alteração na concentração de glicose avaliada 2h após o consumo de dieta líquida. No entanto, é possível que o pico de glicose tenha ocorrido mais cedo, conforme dados de Cezar et al. (2022) que mostram pico de glicose entre 1 e 2h após o fornecimento de leite e 4h após o fornecimento de sucedâneo para bezerros leiteiros.

A determinação de proteínas séricas totais, constituídas pela albumina, globulinas e fibrinogênio pode ser utilizada para avaliar a saúde e nutrição dos bezerros, podendo ser influenciada principalmente pela dieta e idade dos animais. No presente estudo, as diferentes dietas não alteraram as concentrações plasmáticas de proteína total e albumina, muito embora tenha havido diferenças no consumo de proteína proveniente da dieta líquida. Porém, as concentrações são semelhantes aos encontrados por outros pesquisadores (Feitosa et al., 2001; Lima et al., 2012), indicando que o aumento no consumo da dieta sólida influencia diretamente as concentrações séricas.

As concentrações séricas de creatinina, são indicadas para avaliação da função renal dos animais (Kaneko et al., 2008). Essa é uma substância nitrogenada não proteica, formada a partir do metabolismo muscular da creatina e fosfocreatina, a qual não é afetada pela dieta ou catabolismo proteico (Gregory et al., 2004). No presente estudo, houve um aumento das concentrações de creatinina em todos os tratamentos na 2ª semana de vida e posterior redução e estabilidade. Esse fator está

diretamente relacionado com a maior ocorrência de diarreias dos animais nesse período, indicando desidratação. No entanto, as concentrações estão dentro dos valores normais encontrados na literatura (Fagliari et al., 1998).

As concentrações plasmáticas de BHBA não diferiram entre as dietas líquidas fornecidas, mas foram crescentes com o avanço da idade. Segundo Virginio Jr. e Bittar (2021), o desenvolvimento ruminal está associado ao consumo do concentrado inicial, resultando na produção de ácidos graxos de cadeia curta, principalmente os ácidos butírico e propiônico (Baldwin et al., 2004). O ácido butírico é absorvido pelo epitélio ruminal e metabolizado a BHBA, sendo este um indicador de desenvolvimento ruminal, juntamente com o declínio na concentração de glicose (Suaréz-Mena et al., 2017). No presente estudo, embora houve aumento dos teores de BHBA com avançar da idade, os teores ficaram abaixo do recomendado por Quigley et al. (1991), podendo ser explicado pelo baixo consumo da dieta sólida, devido a maior ingestão de MS via dieta líquida até a 8^a. semana de vida (56 d).

A ingestão aumenta conforme o aumento da %ST presente na dieta no período de aleitamento, conforme observado nos estudos de Pettyjohn et al. (1963) e Azevedo et al. (2016). Infelizmente, devido a condução do estudo ter ocorrido durante o verão em alojamentos em área externa (abrigos tropicais), não foi possível avaliar o consumo de água, sendo uma limitação do estudo. Vários fatores estão relacionados com a ingestão de água como o consumo de dieta sólida, desempenho e a saúde dos animais, dessa maneira o entendimento mais aprofundado desses parâmetros foi afetado.

7. CONCLUSÃO

O adensamento da dieta líquida, além de promover melhor nutrição aos bezerros, contribuiu com a saúde dos mesmos, porém, a quantidade adicionada do corretor comercial não foi o suficiente para aumentar o desempenho dos animais.

O uso de uma dose fixa do corretor comercial resultou em desempenho semelhante à correção com base na leitura diária de Brix, sugerindo que uma dose fixa do produto poderia ser adotada para facilitar o manejo em fazendas leiteiras

REFERÊNCIAS

- Ahmadi, F.; Akbarian-Tefaghi, M.; Jafari, A.; Ghaffari, M. H. Effects of different milk feeding levels and frequencies on performance of Holstein heifers during weaning and first lactation. *Scientific Reports*, v.12, 2022.
- Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analyses of the Association of Official Analytical Chemists. Arlington: AOAC, 1990. 500p.
- Azevedo, R. A.; Machado, F. S.; Campos, M. M.; Furini, P. M.; Rufino, S. R. A.; Pereira, L. G. R.; Tomich, T.R.; Coelho, S.G. The effects of increasing amounts of milk replacer powder added to whole milk on feed intake and performance in dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 10, p. 8018-8027, out. 2016.
- Azevedo, R. A.; Machado, F. S.; Campos, M. M.; Lopes, D. R. G.; Costa, S. F.; Mantovani, H.C.; Lopes, F. C. F.; Marcondes, M. I.; Pereira, L.G. R.; Tomich, T. R.; Coelho, S. G. The effects of increasing amounts of milk replacer powder added to whole milk on passage rate, nutrient digestibility, ruminal development, and body composition in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v. 99, p. 8746-8758, 2016.
- Azevedo, R. A.; Teixeira, A. M; da Silva, A. L.; Bittar, C.M.M; Ferreira, G. C.; Zambrano, J. A.; Santos, J. E. P.; Costa, J. H. C.; Antunes, L. C. M. S.; Campos, M. M.; Tiveron, P. M.; Rotta, P. P.; Meneses, R. M.; Silva, R. O. S.; Coelho, S. G.; Chiogna Júnior, V; Gomes, V. *Alta Cria 2022*, Uberaba, Minas Gerais, 2022. 1ª edição. 150p.
- Baldwin, R. L.; Mcleod, K. R.; Klotz, J. L.; Heitmann, R. N. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and postweaning ruminant. **Journal Of Dairy Science**, v. 87, p. 55-65, jul. 2004.
- Beiranvand, H.; Ahmadi, F.; Tahmasbi, R.; Farokhzad, M. R.; Ariana, M.; Ghaffari, M. H. Performance of Holstein calves receiving equal solids per day from high-solids milk and milk replacer blend once or twice daily combined with dry versus wet fine-particle starter diet. *JDS Communications*, v. 3, 2022.
- Bittar, C. M. M.; Silva, J. T.; Chester-Jones, H. Macronutrient and amino acids composition of milk replacers for dairy calves. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 19, n. 1, p. 47-57, mar. 2018.

- Bittar, C. M. M. Alimentação e Manejo de Bezerras leiteiras. In: III Simpósio Nacional da Vaca Leiteira, 2016, Porto Alegre. Anais do III Simpósio Nacional da Vaca Leiteira1. Poto Alegre: UFGRS, Félix González, Raquel Fraga e S. Raimondo, Beatriz Riet Correa Rivero, 2016. p. 1-34.
- Bittar, C. M. M.; Gallo, M. P.; Silva, J. T.; de Paula, M. R.; Poczynek, M.; Mourão, G.B. Gradual weaning does not improve performance for calves with low starter intake at the beginning of the weaning process. **Journal of Dairy Science**, v.103, p. 4672–4680, 2020.
- Cezar, A. M.; Dondé, S. C.; Tomaluski, C. R.; da Silva, A. P.; Toledo, A. F.; Coelho, M. G.; Virgínio Júnior, G. F.; Bittar, C. M. M. Age and Post-Prandial Variations on Selected Metabolites in Dairy Calves Fed Different Liquid Diets. **Animals**, v.12, p. 3063, 2022.
- Coelho, M. G.; Virgínio Júnior, G. F.; Tomaluski, C. R.; Toledo, A. F.; Reis, M. E., Dondé, S. C.; Mendes, L. W.; Coutinho, L. L.; Bittar, C. M. M. Comparative study of different liquid diets for dairy calves and the impact on performance and the bacterial community during diarrhea. *Scientific Reports*, 12, 13394, 2022.
- Crochemore, A. R.; Dors, G. C., Nascente, P. S. Milk quality and composition: Dutch and Jersey breeds. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, v.11, n. 2, p. 217-226, abr-jun, 2021.
- Davis, c. I., and J. K. Drackley. *The Development, Nutrition, and management of the young calf*. Iowa State University Press, 1998.
- de Paula, M. R.; Oltramari, C. E.; Silva, J. T.; Gallo, M. P. C.; Mourão, G. B.; Bittar, C. M. M. Intensive liquid feeding of dairy calves with a medium crude protein milk replacer: effects on performance, rumen, and blood parameters. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 6, p. 4448-4456, jun. 2017.
- Deelen, S.M.; Ollivett, T. L.; Haines, D. M.; Leslie, K. E. Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 6, p. 3838-3844, jun. 2014. American Dairy Science Association.
- Deng, Y. F.; Wang, Y. J.; Zou, Y.; Azarfar, A.; Wei, X. L.; Ji, S. K.; Zhang, J.; Wu, Z. H.; Wang, S. X.; Dong, S. Z. Influence of dairy by-product waste milk on the microbiomes of different gastrointestinal tract components in pre-weaned dairy calves. **Scientific Reports**, v. 7, n.42689, p. 1-13, 10 mar. 2017.

- Diaz, M. C.; Van Amburgh, M.E.; Smith, J. M.; Kelsey J. M.; Hutten, E. L. Composition of growth of Holstein calves fed milk replacer from birth to 105-kilogram body weight. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.830-842, 2001.
- Doria, A. P.; Leal, L. S.; Chochel, V. N.; Neves, A. C.; Martins, A. S. Silagem de colostro e leite de transição para alimentação de bezerras: revisão de literatura. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 24, p. 924-938, 6 dez. 2016.
- Drackley J. K. Calf nutrition from birth to breeding. The Veterinary clinics of North America. Food animal practice, v.24, p. 55–86, 2008.
- Duse, A.; Waller, K. P.; Emanuelson, U.; Unnerstad, H. E.; Persson, Y.; Bengtsson, B. Farming practices in Sweden related to feeding milk and colostrum from cows treated with antimicrobials to dairy calves. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 55, p. 1-9, 2013.
- Fagliari, J. J.; Santana, A. E.; Lucas, F. D.; Campos, E. Z.; Curi, P.R. Constituintes sanguíneos de bovinos recém-nascidos das raças Nelore (*Bos indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça Murrah. Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinaria E Zootecnia, v. 50, 253-262, 1998.
- Feitosa, F. L. F.; Birgel, E. H.; Mirandola, R. M. S.; Perri, S. H. V. Proteinograma sérico de bezerros holandeses do nascimento até um ano de vida. Revista Brasileira de Ciência Veterinária, v. 8, n. 2, p. 105-108, 2001.
- Floren, H. K.; Sischo, W. M.; Crudo, C.; Moore, D. A. Technical note: use of a digital and an optical brix refractometer to estimate total solids in milk replacer solutions for calves. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 9, p. 7517-7522, set. 2016.
- Gelsinger, S. L., A. J. Heinrichs, and C. M. Jones. A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance. **Journal of Dairy Science**, v. 99, p. 6206–6214, 2016.
- Glosson, K. M.; Hopkins, B. A.; Washburn, S.P.; Davidson, S.; Smith, G.; Earleywine, T.; M. A. C. Effect of supplementing pasteurized milk balancer products to heat-treated whole milk on the growth and health of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 2, p. 1127-1135, fev. 2015.
- Goetz, H M et al. “Characterizing the literature surrounding transportation of young dairy calves: A scoping review.” **Journal of Dairy Science**, v. 105, p. 1555-1572, 2021.
- Gregory, L.; Birgel Júnior, E. H.; D'angelino, J. L.; Benesi, F. J.; Araújo, W. P. De; Birgel, E. H. Valores de referência dos teores séricos da ureia e creatinina em

- bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 71, n. 3, p. 339-345, 2004.
- Gurgel, A. L. C.; Lima Junior, V.; Câmara, P. L. O.; Roberto, F. F. S.; Silva, L. A. C.; Silva, L. R. C.; Almeida, E. M.; Santana, J. C. S. Efeito da dieta líquida no desempenho e custo de produção de bezerros leiteiros na fase de cria. *Medicina Veterinária (UFRPE)*, v. 13, n. 3, p. 446–453, 2020.
- Ježek, J.; Nemeč, M.; Starič, J. and Klinkon, M. Age related changes and reference intervals of haematological variables in dairy calves. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, v. 55, p. 471-478, 2011.
- Jones, C. M.; Heinrichs, J. Feeding the newborn dairy calf. College of Agricultural Sciences. Pennsylvania State University. 2022.
- Kaneko, J. J. Serum Proteins and the Dysproteinemias. **Clinical Biochemistry Of Domestic Animals**, p. 117-138, 1997.
- Larson, F.G. Owen, J.L. Albright, R.D. Appleman, R.C. Lamb, L.D. Muller, Guidelines Toward More Uniformity in Measuring and Reporting Calf Experimental Data, **Journal of Dairy Science**, v.60, p. 989-991,1977.
- Lima, P. O.; Cândido, M. J. D.; Queiroz, M. G. R.; Ferreira, J. M.; Modesto, E. C.; Lima, R. N.; Gomes, J. M. C.; Aquino, R. M. S. Parâmetros séricos de bezerros submetidos a diferentes tipos dietas líquidas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 2, p. 529-540, jun. 2012.
- Mellado, M., Carrillo-Moreno, E., de Santiago, Á. et al. Growth performance and mammary gland development of Holstein calves fed milk with 15% solids and treated with growth promoters. **Tropical Animal Health and Production**, v.53, p.467. 2021.
- McGuirk, S.M. Solving Calf Morbidity and Mortality Problems. In: American Association of Bovine Practitioners, Preconvention Seminar 7: Dairy Herd Problem Investigation Strategies 36th Annual Conference, 2003.1965. Cambridge University Press (CUP).
- Miqueo, E.; Torrezan, T. M.; Rocha, N. B.; Paula, M. R. De; Silva, F.L.M.; Rodrigues, P.H.M.; Bittar, C.M.M. Increase in Crude Protein Content of Milk Replacers with Vegetable Protein: effect on health and dairy calves' performance. **American Journal of Animal And Veterinary Sciences**, v. 12, n. 1, p. 17-25, jan. 2017. Science Publications.

- Moore, D.A.; Taylor, J.; Hartman, M.L.; Sisco, W.M. Quality assessments of waste milk at a calf ranch. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 7, p. 3503-3509, jul. 2009. American Dairy Science Association.
- Nascimento, G.V.; Cardoso, E.A.; Batista, N.L.; De Souza, B.B.; Cambuí, G.B. Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais em vacas de leite. **ACSA Agropecuária científica no semiárido**, Patos, v. 9, n. 4, p. 28-36, out. 2013.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2021. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
- Nóbrega, D. B.; Langoni, H. Breed and season influence on milk quality parameters and in mastitis occurrence. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 31, n. 12, p. 1045-1052, dez. 2011.
- Omidi-Mirzaei, H.; Khorvash, M.; Ghorbani, G.R.; Moshiri, B.; Mirzaei, M.; Pezeshki, A.; Ghaffari, M.H. Effects of the step-up/step-down and step-down milk feeding procedures on the performance, structural growth, and blood metabolites of Holstein dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 11, p. 7975-7981, nov. 2015. American Dairy Science Association.
- Pearson, F.; Johnson, M. J., Leaf, A. A. Milk osmolality: does it matter?. **Archives of Disease in Childhood - Fetal & Neonatal Edition**, v. 98, p.166–169, 2011.
- Peres, J. R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: Gonzáles, F.H.D.; Durr, J.W.; Fontaneli; R.S. Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- Pettyjohn, J.D; Everett, J. P.; Mochrie, R. D. Responses of Dairy Calves to Milk Replacer Fed at Various Concentrations, **Journal of Dairy Science**, v.46, p. 710-714, 1963.
- Quigley, J. D. 3rd; Smith, Z. P.; Heitmann, R. N. Changes in plasma volatile fatty acids in response to weaning and feed intake in young calves. *Journal of Dairy Science*, v. 74, p. 258–263, 1991.
- Quigley, J. D.; Wolfe, T. A.; Elsasser, T.H. Effects of Additional Milk Replacer Feeding on Calf Health, Growth, and Selected Blood Metabolites in Calves. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 1, p. 207-216, jan. 2006.

- Quigley, J. D.; Lago, A.; Chapman, C.; Erickson, P.; Polo, J. Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 2, p. 1148-1155, fev. 2013.
- Quigley, J. 2001. Calf Notes.com. Disponível em: <http://www.calfnotes.com/pdf/CN039.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2021.
- Quigley J. (2010). Supplementing waste milk. Calf Notes.com, Calf Note #148. Disponível em: <http://www.calfnotes.com/pdf/CN148.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2021.
- Ramírez-Rivera, E.J., Rodríguez-Miranda, J., Huerta-Mora, I.R. et al. Tropical milk production systems and milk quality: a review. **Trop. Anim. Health Prod.**, v. 51, p. 1295–1305, mai. 2019.
- Raeth-Knight, M.; Chester-Jones, H.; Hayes, S.; Linn, J.; Larson, R.; Ziegler, D.; Ziegler, B.; Broadwater, N. Impact of conventional or intensive milk replacer programs on Holstein heifer performance through six months of age and during first lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 2, p. 799-809, fev. 2009. American Dairy Science Association.
- Reis, E.M.B.; Lopes, M.A.; Santos, G. Dos; Guimarães, A. M. Custo de produção de fêmeas bovinas leiteiras durante as fases de cria e de recria: um estudo de caso. *Medicina Veterinária (Ufrpe)*, Pernambuco, v. 12, n. 1, p. 37, 3 out. 2018. *Medicina Veterinaria (UFRPE)*.
- Reece, W.O. *Fisiologia dos animais domésticos*. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 856p.
- Ribas, N. P.; Hartmann, W.; Monardes, H.G.; Andrade, U.V. C. de. Sólidos totais do leite em amostras de tanque nos estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2343-2350, dez. 2004.
- Santos, G.; Bittar, C.M.M. A survey of dairy calf management practices in some producing regions in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 44, n. 10, p. 361-370, out. 2015.
- Shiasi Sardoabi, R.; Alikhani, M.; Hashemzadeh, F.; Khorvash, M.; Mirzaei, M.; Drackley, J. K. Effects of different planes of milk feeding and milk total solids concentration on growth, ruminal fermentation, health, and behavior of late weaned dairy calves during summer. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.12, p.96, 2021.

- Soberon, F.; Raffrenato, E.; Everett, R.W.; Van Amburgh, M.E. Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 2, p. 783-793, fev. 2012.
- Suarez-Mena, F. X.; Hu, W.; Dennis, T. S.; Hill, T. M.; Schlotterbeck, R. L. Hydroxybutyrate (BHB) and glucose concentrations in the blood of dairy calves as influenced by age, vaccination stress, weaning, and starter intake including evaluation of BHB and glucose markers of starter intake. **Journal of Dairy Science**, v. 100, p. 2614–2624.2017.
- Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- Vieira, S. D. F.; Coelho, S. G.; Diniz Neto, H. D. C.; Sá, H. C. M. D.; Pereira, B. P.; Albuquerque, B. S. F.; Machado, F. S.; Pereira, L. G. R.; Tomich, T. R.; Renhe, I. R. T.; Campos, M. M. Effects of Bulk Tank Milk, Waste Milk, and Pasteurized Waste Milk on the Intake, Ruminal Parameters, Blood Parameters, Health, and Performance of Dairy Calves. **Animals**, v. 11, p. 3552, 2021.
- Virgínio Júnior, G.; Bittar, C. Microbial colonization of the gastrointestinal tract of dairy calves – a review of its importance and relationship to health and performance. **Animal Health Research Reviews**, v. 22, p. 97-108, 2021.
- Virginio Júnior, G. F.; Coelho, M. G.; Toledo, A. F.; Montenegro, H.; Coutinho, L. L.; Bittar, Carla M.M. The liquid diet composition affects the fecal bacterial community in pre-weaning dairy calves. *Frontiers in Animal Science*, 2021.
- Yavuz, E.; Todorov, N.; Ganchev, G.; Nedelkov, K. The effect of feeding different milk programs on dairy calf growth, health and development. **Bulgarian of Journal Agricola Science**, v.21, p.384-393, 2015.
- Wang, Z.; Goonewardene, L. A. The use of MIXED models in the analysis of animal experiments with repeated measures data. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 84, n. 1, p. 11, 2004.
- Weiss, W.P. Predicting energy values of feeds. In. Symposium: prevailing concepts in energy utilization by ruminants. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, p.1802-1811, 1993.
- Wickramasinghe, H. K. J. P.; Kramer, A. J., Appuhamy, J. A. D. R. N. Drinking water intake of newborn dairy calves and its effects on feed intake, growth performance,

health status, and nutrient digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.102, p 337-387, 2019.

Wilms, J.; Berends, H.; Martín-Tereso, J. Hypertonic milk replacers increase gastrointestinal permeability in healthy dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v. 102, p. 1237-1246, 2019.

Zhang, X. Ma, T.; Cheng, C.; Lv, J.; Bai, H.; Jiang, X.; Zhang, Y.; Xin, H. Effects of waste milk on growth performance, immunity, and gut health of dairy calves. *Animal Feed Science and Technology*, v. 285, 2022.