Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Desempenho, mortalidade e escore fecal de bezerros aleitados com diferentes dietas líquidas e terapias de reidratação quando acometidos por diarreias

Evangelina Miqueo

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

Piracicaba
2016

Evangelina Miqueo
Engenheira Agrônoma

Desempenho, mortalidade e escore fecal de bezerros aleitados com diferentes dietas líquidas e terapias de reidratação quando acometidos por diarreias

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

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

Piracicaba
2016

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

Miqueo, Evangelina
Desempenho, mortalidade e escore fecal de bezerros aleitados com diferentes dietas líquidas e terapias de reidratação quando acometidos por diarreias / Evangelina Miqueo. - - Piracicaba, 2016.
132 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Bezerro 2. Sucedâneo 3. Proteína de soja 4. Diarreia 5. Eletrólitos 6. Água 7. Terapias de reidratação I. Título

CDD 636.214
M669d

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

A Juan Pablo, por ser quem me incentivou a fazer o mestrado, pela tua confiança infinita, pela paciência, pela ajuda, por ser meu apoio nos momentos difíceis e compartilhar comigo as alegrias ao longo deste caminho, por ser meu amor; Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Brasil pela possibilidade que oferece aos jovens de outros países, de aprender nas suas universidades para levar novas tecnologias e ensinos aos nossos respectivos países.

Agradeço ao Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz' pela oportunidade da realização do meu mestrado no programa Ciência Animal e Pastagens e a todos os professores pelos ensinamentos.

Agradeço à professora Carla Maris Machado Bittar, pela confiança em mim, pelos ensinamentos, pela paciência, pelo apoio nos momentos difíceis, por tudo e mais.

Agradeço à Faculdade de Agronomia de Balcarce, minha faculdade querida e seus professores, por terem me dado às ferramentas para poder chegar até onde estou hoje, sem essa base sólida não poderia ter conseguido.

Agradeço aos meus companheiros do Grupo de Pesquisa em Metabolismo Animal: Jackeline, Thais, Nathalia, Carolina, Marilia, Fernanda, Glauber e Marcos pela ajuda e ensinos durante o mestrado, por compartilhar as alegrias e os momentos difíceis, e por me fazerem sentir um pouco menos longe de casa, e por corrigir sempre meu português.

Agradeço a todos os estagiários em particular Pumba, Samyra, Fernanda, Juliana e Marina pela ajuda nos experimentos e pela sua alegria que contagia.

Agradeço a Idalina por teu carinho maternal, por me ajudar nos experimentos e pelo teu sorriso de cada dia.

Agradeço a meus amigos paraguaios, peruanos, colombianos, uruguaios, argentinos e chilenos pela alegria, por compartir comigo sua cultura, que me enriquece cada dia, e por serem minha família em Piracicaba.

Agradeço particularmente a Alejandro e Carla por sempre estarem comigo, obrigada pela sua amizade que nunca vou esquecer.

Agradeço a minha família, por me apoiar à distância, por me fazerem sentir pertinho de casa a pesar dos quilômetros, por me ajudarem, por confiarem em mim, pelo amor.

A meus pais, Martin e Graciela pelo grande esforço que sempre fizeram para nos educar para que nunca nos faltasse nada, obrigada pelos valores que inculcaram em mim, por aceitarem minhas decisões, por me receberem sempre com tanto amor, infinitamente obrigada por tudo.

Agradeço a Felisa, pela ajuda com tudo, pelo teu apoio, pelo carinho, pela companhia, por nos receber com braços abertos sempre, por teu carinho maternal, e por muito mais. Agradeço também a Diego por toda tua ajuda sempre e pelo carinho.
Agradeço a minhas amigas/os queridos por fazerem pequenas todas as distâncias, obrigada por estarem sempre aí para mim.
Agradeço a Juan Pablo, pelo teu amor que me conteve em cada momento, você é o meu *hogar*.
Agradeço a Deus pelas oportunidades, pelas amizades, pelos aprendizados, por cada dia e por cada pessoa da minha vida.

El distraído tropezó con ella;
El violento la uso como proyectil;
El emprendedor construyo con ella;
El caminante cansado, la uso como asiento;
Para los niños fue un juguete;
Drummond hizo poesía con ella;
David mato a Goliat;
Michelángelo extrajo de ella la más bella escultura;
En todos los casos la diferencia no estaba en la piedra,
sino en el hombre.
No existe piedra en tu camino
que no puedas aprovechar para tu propio crecimiento.
(Anônimo)

SUMÁRIO

RESUMO....11
ABSTRACT....12
1 INTRODUÇÃO....16
1.1 Revisão bibliográfica....17
1.1.1 Sistemas de Aleitamento....19
1.1.2 Qualidade....24
1.1.3 Fatores antinutricionais....26
1.1.4 Intestino delgado e respostas às reações adversas....28
1.1.5 Diarreia....31
1.1.6 Métodos de hidratação....33
2 AUMENTO DO TEOR DE PROTEÍNA BRUTA EM SUCEDÂNEOS LÁCTEOS: EFEITO NA SAÚDE E DESEMPENHO DE BEZERROS LEITEIROS....51
2.1 Introdução....52
2.2 Material e métodos....54
2.2.1 Animais, instalações e manejo alimentar....54
2.2.2 Análise Bromatológica....55
2.2.3 Avaliação do desempenho e desenvolvimento corporal....56
2.2.4 Análises laboratoriais....56
2.2.5 Análise estatística....58
2.3 Resultados e Discussão....59
2.4 Conclusão....80
3 AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE REIDRATAÇÃO PARA BEZERROS LEITEIROS ACOMETIDOS POR DIARREIAS....86
3.1 Introdução....87
3.2 Material e métodos....89
3.2.1 Animais, instalações e manejo alimentar....89
3.2.2 Análise Bromatológica....90
3.2.3 Avaliação do desempenho e desenvolvimento corporal....91
3.2.4 Análises laboratoriais....92
3.2.5 Análise estatística....93
3.3 Resultados e Discussão....95
3.4 Conclusão....120
CONSIDERAÇÕES FINAIS....136

ANEXO.....138

RESUMO

Desempenho, mortalidade e escore fecal de bezerros aleitados com diferentes dietas líquidas e terapias de reidratação quando acometidos por diarreias

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da utilização de sucedâneo lácteo com alto conteúdo proteico de origem vegetal no desempenho e saúde de bezerros, e avaliar métodos de reidratação para o tratamento de diarreias. No primeiro estudo foram utilizados 33 bezerros da raça Holandês distribuídos nos tratamentos: 1) Alto volume e baixa proteína (AV/BP): 8 litros, 21,4% PB; 2) Alto volume e alta proteína (AV/AP): 8 litros, 23,7% PB e 3) Baixo volume e alta proteína (BV/AP): 6 litros, 23,7% PB. Os bezerros foram alojados em abrigos individuais, com livre acesso a água e concentrado. Não houve efeito dos tratamentos para o desempenho animal (P>0,05). Os tratamentos AV/BP e AV/AP resultaram em maior consumo de sucedâneo (P<0,05), mas não afetaram o consumo de concentrado nem o consumo total (P>0,05). O escore fecal foi maior (P>0,05) para animais nos tratamentos AV/AP e BV/AP. Os animais nos tratamentos AV/BP permaneceram maior número de dias em diarreia (P<0,05), em comparação aqueles aleitados com BV/AP, os quais tiveram menos dias com vida (P<0,05). A concentração de lactato foi maior (P<0,05) para animais nos tratamentos AV/BP e AV/AP enquanto a concentração de proteína total foi maior (P<0,05) nos tratamentos AV/BP e BV/AP. Sucedâneos com elevado conteúdo de proteína de origem vegetal afetam negativamente o desempenho de bezerros podendo levar o animal a morte. No segundo estudo foram comparados três soluções de hidratação oral quanto a sua eficiência em repor eletrólitos e água, além de manter o desempenho de bezerros. Foram utilizados 42 bezerros mestiços Holandês-Jersey, distribuídos nos tratamentos: 1) Soro comum, 2) Glutellac® e 3) Soro comum + Aminogut®. Os animais foram aleitados com 4 L/d de sucedâneo lácteo até a oitava semana de vida quando foram desaleitados de forma abrupta. As terapias de reidratação foram oferecidas quando os animais apresentavam escore fecal ≥ 3 na escala de 1 a 5. Não houve efeito das terapias de reidratação no desempenho nem em metabólitos sanguíneos (P>0,05). O consumo voluntário de água foi maior para os animais reidratados com Glutellac®, mas o consumo total maior para os animais reidratados com Soro comum. As concentrações de HCO_3 e Na^+ foram maiores para os animais no tratamento Glutellac® (P=0,088 e P=0,073 respectivamente), sendo a concentração de glicose também afetada pelo protocolo de hidratação (P<0,05). A concentração de HCO_3 aumentou do primeiro para o segundo dia, a de K+ e glicose diminuíram do primeiro para o segundo dia, enquanto que o Beecf teve um comportamento variável segundo a terapia de reidratação utilizada. Houve efeito da interação tratamento x dia de avaliação apenas para a concentração de BUN (P<0,05). O pH, a concentração de Na+ e Beecf foram maiores em animais mais velhos, enquanto K+, hematócrito e hemoglobina, foram menores (P<0,05). O consumo voluntário de água foi maior em animais reidratados com Glutellac®, o que junto com a simplicidade de uso, representam as principais vantagens deste método de reidratação.

Palavras-chave: Bezerro; Sucedâneo; Proteína de soja; Diarreia; Eletrólitos, Água; Terapias de reidratação

ABSTRACT

Performance, mortality and fecal score of suckled calves with different liquid diets and rehydration therapies when affected by diarrhea

The objective of this study was to evaluate the effect of milk replacer with high inclusion of vegetable protein in regard to performance and health of dairy calves, and evaluate rehydration methods for the treatment of diarrhea. In the first study 33 Holstein calvesdistributed in the treatments: 1) High volume and low protein (HV/LP): 8L/d, 21.4% CP; 2) High volume and high protein (HV/HP): 8L/d, 23.7% CP and 3) low volume and high protein (LV/HP): 6L/d, 23.7% CP. The calves were housed in individual shelters, with free access to water and starter concentrate. There was no effect of the treatments for animal performance ($P>0.05$). The treatments HV/LP and HV/HP resulted in higher milk replacer intake ($P<0.05$), but did not affect concentrate intake, neither the total dry matter intake ($P>0.05$). The fecal score was higher ($P>0.05$) for animals in treatments HV/HP and LV/HP. The animals in the treatments HV/LP remained more days in diarrhea ($P<0.05$), compared to LV/HP animals, which had fewer days with life ($P<0.05$). Lactate concentration was higher ($P<0.05$) for animals in treatments HV/LP and HV/HP while the concentration of total protein was higher ($P<0.05$) in treatments HV/LP and LV/HP. The use of milk replacer with high contents of vegetal protein, negatively affects the performance of calves and could lead to animals´ death. In the second study, three oral rehydration protocols were compared in regard to their efficiency in replace electrolytes and water, and in the maintenance of calves performance. Forty-two crossbred calves were used Holstein-Jersey, distributed in the treatments: 1) Common electrolytes oral solution, 2) Glutellac® and 3) Common electrolytes oral solution + Aminogut®. Calves were feed with 4 L/d of milk replacer until the eighth week of life when they were abruptly weaned. The rehydration therapy were offered when the animals presented fecal score ≥ 3 in a scale of 1 to 5. There was no effect of rehydration therapies for the variables related to animal's performance neither for blood metabolites ($P>0.05$). Voluntary water intake was greater for the animals that were rehydrated with Glutellac®, however total intake was higher for animals rehydrated with a common electrolytes oral solution. HCO_3 and Na^+ concentration were higher for the animals in the treatment Glutellac® ($P=0.088$ and $p=0.073$, respectively) being the glucose concentration also affected by protocol of rehydration ($P<0.05$). The HCO_3 was increased from the first to the second day, the K^+ and glucose reduced from the first to the second day, while the Beecf was variable according to rehydration therapy used. There was a significant interaction treatment x day only for the concentration of BUN ($P<0.05$). pH, concentration of Na+ and Beecf, were higher for older animals, while K+, hematocrit and hemoglobin, were lower ($P<0.05$). The voluntary water intake was significantly greater in animals rehydrated with Glutellac®, which together with simplicity of use, form the main advantages of this rehydrating.

Keywords: Calf; Milk replacer; Soy protein; Diarrhea; Electrolytes; Water; Rehydration therapy

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Representação esquemática dos quarto sistemas de transporte de eletrólitos no intestino delgado. Em todos os sistemas a energia é provida pela atividade da Na, K-ATPase. A absorção de Na+ é estimulada pela glicose e aminoácidos no intestino delgado (1), e pelos ácidos graxos de cadeia curta no cólon (4). A estimulação da secreção de Cl^- (2) está associada com a diminuição na absorção de NaCl (3). (Adaptado de DESJEUX; BRIEND; BUTZNER, 1997). 35
Figura 2.1 - Escore fecal e hematócrito de bezerros Holandeses durante as oito semanas de experimento. AV/BP: alto volume/baixa proteína; AV/AP: alto volume/alta proteína; BV/AP: baixo volume/alta proteína.....62
Figura 2.2 - Peso vivo e ganho de peso médio diario de bezerros holandeses durante as oito semanas de experimento. AV/BP: alto volume/baixa proteína; AV/AP: alto volume/alta proteína; BV/AP: baixo volume/alta proteína 66
Figura 2.3 - Altura da cernelha, perímetro torácico e largura da garupa de bezerros holandeses durante as oito semanas de experimento. AV/BP: alto volume/baixa proteína; AV/AP: alto volume/alta proteína; BV/AP: baixo volume/alta proteína.....69
Figura 2.4 - Consumo de concentrado, sucedâneo e total, de bezerros Holandeses durante as oito semanas de experimento. AV/BP: alto volume/baixa proteína; AV/AP: alto volume/alta proteína; BV/AP: baixo volume/alta proteína 72
Figura 2.5 - Concentração de glicose, BHBA, lactato, proteína total, albumina, ureia e creatinina de bezerros Holandeses durante as oito semanas de experimento. AV/BP: alto volume/baixa proteína; AV/AP: alto volume/alta proteína; BV/AP: baixo volume/alta proteína.....76
Figura 3.1 - Peso vivo de bezerros leiteiros recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro comum + Aminogut®, nas primeiras 8 semanas de vida 96
Figura 3.2 - Ganho de peso médio diário de bezerros leiteiros recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro comum + Aminogut®, nas primeiras 8 semanas de vida.....97
Figura 3.3 - Altura da cernelha, Largura da garupa e Perímetro torácico médio diário de bezerros leiteiros recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro comum + Aminogut®, nas primeiras 8 semanas de vida 98
Figura 3.4 - Consumo de sucedâneo, de concentrado e consumo total médio diário de bezerros leiteiros recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro comum + Aminogut®, nas primeiras 8 semanas de vida 100
Figura 3.5 - Escore fecal de bezerros leiteiros recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro comum + Aminogut®, nas primeiras 8 semanas de vida 102
Figura 3.6 - Hematócrito (%) de bezerros leiteiros recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro comum + Aminogut®, nas primeiras 8 semanas de vida.....103
Figura 3.7 - Concentração de Glicose, Proteína total, Albumina, Ureia e Creatinina de bezerros leiteiros recebendo como terapia de reidratação Soro comum,

Glutellac® ou Soro comum + Aminogut®, nas primeiras 8 semanas de vida 109
Figura 3.8 - Valores de pH, HCO3, PCO2 e TCO2 de bezerros leiteiros durante o primeiro e segundo dia de diarreia, recebendo como terapia de reidratação oral Soro comum (▬▬), Glutellac® (▬ ▬) ou Soro comum + Aminogut® (▪▪▪), quando acometidos por diarrea 113
Figura 3.9 - Valores de Na+, K+, Cl-, Beecf e Ânion Gap de bezerros leiteiros durante o primeiro e segundo dia de diarreia, recebendo como terapia de reidratação oral Soro comum (▬▬), Glutellac® (▬ ▬) ou Soro comum + Aminogut® (▪▪▪), quando acometidos por diarreia 115
Figura 3.10 - Valores de BUN e Glicose de bezerros leiteiros durante o primeiro e segundo dia de diarreia, recebendo como terapia de reidratação oral Soro comum (▬▬), Glutellac® (▬ ▬) ou Soro comum + Aminogut® (▪▪▪), quando acometidos por diarreia..... 118
Figura 3.11 - Valores de Hematócrito e Hemoglobina de bezerros leiteiros durante o primeiro e segundo dia de diarreia, recebendo como terapia de reidratação oral Soro comum (▬▬), Glutellac® (▬ ▬) ou Soro comum + Aminogut® (▪▪▪), quando acometidos por diarreia..... 119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Formulação de soluções orais de eletrólitos para a reidratação de bezerros 37
Tabela 2.1 - Composição químico-bromatológica do sucedâneo lácteo e concentrado inicial 56
Tabela 2.2 - Escore fecal, hematócrito, duração da diarreia em dias, dias com vida, porcentagem de dias com diarreia e taxa de mortalidade de bezerros leiteiros durante as oito semanas de experimento 61
Tabela 2.3 - Presencia e ocorrência de diferentes doenças em bezerros leiteiros aleitados com sucedâneos com diferentes teores de proteína em diferentes programas de aleitamento.....64
Tabela 2.4 - Desempenho de bezerros leiteiros durante as oito semanas de experimento.....65
Tabela 2.5 - Consumo de concentrado (g MS/d), sucedâneo (g MS/d), total (concentrado + sucedâneo) (g MS/d) e eficiência alimentar (ganho médio de peso diário/consumo total) de bezerros leiteiros durante as oito semanas de experimento.....70
Tabela 2.6 - Média de metabólitos sanguíneos de bezerros leiteiros durante as oito semanas de experimento 74
Tabela 3.1 - Composição químico-bromatológica do sucedâneo lácteo e concentrado inicial 91
Tabela 3.2 - Desempenho de bezerros leiteiros recebendo diferentes soluções de reidratação oral quando acometidos por diarreia, durante as oito semanas de experimento.....95
Tabela 3.3 - Consumo de concentrado, sucedâneo, total (concentrado + sucedâneo) e eficiência alimentar (ganho médio de peso diário/consumo total) de bezerros leiteiros recebendo diferentes soluções de reidratação oral quando acometidos por diarreia, durante as oito 99
Tabela 3.4 - Hematócrito, escore fecal, dias com diarreia de bezerros leiteiros durante as oito semanas de experimento e consumo voluntário de água e consumo de água total durante o período em que os animais estiveram com diarreia, recebendo diferentes soluções de reidratação.....101
Tabela 3.5 - Parâmetros sanguíneos de bezerros leiteiros recebendo diferentes soluções de reidratação oral quando acometidos por diarreia, durante as oito semanas de experimento 105
Tabela 3.6 - Média das medições clínicas de bezerros leiteiros recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro + Aminogut®, quando acometidos por diarreia 111
Tabela 3.7 - Gasometria e eletrólitos em bezerros de raça mista durante o primeiro e segundo dia de diarreia, recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro + Aminogut®.....112
Tabela 3.8 - Média do consumo de sucedâneo (L/d) e concentrado (g/d) de bezerros de raça mista durante o primeiro e segundo dia de diarreia, recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro + Aminogut® 119

1 INTRODUÇÃO

O manejo realizado durante a fase de aleitamento afeta o desempenho ao longo da vida do animal e a produção de leite futura (SOBERON et al., 2012). Este é um dos períodos mais críticos em relação à susceptibilidade do animal a diferentes tipos de distúrbios metabólicos.

Durante os primeiros meses de vida a fonte principal de nutrientes provêm da dieta líquida, uma vez que o animal ainda não consome grandes quantidades de concentrado. Nutrição adequada, tanto em volume quanto em qualidade, favorece taxas de ganho apropriadas (JASPER; WEARY, 2002) e melhora a função imunológica, diminuindo assim a incidência de doenças, como diarreia e pneumonia e, consequentemente as taxas de mortalidade (GODDEN et al., 2005; NONNECKE et al., 2003).

Em relação ao volume oferecido para os animais, no sistema de aleitamento considerado como convencional, o fornecimento de dieta líquida é realizado no volume de 10% do peso ao nascer (PN) da bezerra. No entanto, uma vez que a literatura mostra efeitos positivos na vida produtiva futura dos animais, maiores volumes têm sido fornecidos, a exemplo do sistema intensivo, quando os animais recebem volumes acima de 20% do PN. Quando o volume de dieta fornecido é alto o consumo de concentrado é reduzido, o que dificulta o processo de desaleitamento. Assim, outro sistema utilizado para o aleitamento é o sistema programado, que consiste na redução do volume fornecido dias antes do desaleitamento, para estimular consumo de concentrado (JASPER; WEARY, 2002; COWLES et al., 2006; DRACKLEY, 2008).

No que se refere à qualidade, o leite integral por possuir o perfil de aminoácidos mais próximo àquele exigido pelos animais para seu crescimento se apresenta como a opção de dieta líquida mais adequada (DAVIS; DRACKLEY, 1998). Entretanto, o leite constitui a principal fonte de renda nas propriedades leiteiras tornando seu fornecimento para os animais custoso e até às vezes inviável. A alternativa ao leite integral é a utilização de sucedâneo lácteo, o qual pode conter proteína de origem vegetal na sua composição, principalmente proteína de soja, como forma de diminuir o custo de alimentação (DAVIS; DRACKLEY, 1998). Embora a utilização deste tipo de produto possa atender as exigências nutricionais dos bezerros (OTTERBY; LINN, 1981), muitas vezes resultam em menor desempenho em comparação com o leite integral (CAMPOS; HUBER; BERGEN, 1982; NITSAN et al., 1972; COBLENTZ et al.,

1976; RAMSEY; WILLARD, 1975; ROY et al., 1977).

A inclusão destes produtos deve ser cautelosa uma vez que o processamento inadequado ou a inclusão excessiva dos mesmos pode reduzir o desempenho dos bezerros ou afetar negativamente a sua saúde. Esta fonte de proteína não forma coágulo no abomaso e pode desencadear processos alérgicos (OTTERBY; LINN, 1981), já que o sistema digestório do bezerro no início da vida está pobremente adaptado a fontes de proteína que não derivem do leite (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

A alimentação pode levar a ocorrência de diarreias principalmente nas primeiras semanas de vida, devido a sua maior vulnerabilidade às infeções intestinais, principalmente quando aleitados com fontes de proteína e carboidrato de origem vegetal. Além disso, podem se associar problemas de manejo como a má higienização dos materiais utilizados para alimentação, ambiente contaminado, contato de animais sadios com animais infectados, e também por mudanças na dieta (ROY, 1980; JASPER; WEARY, 2002; KLEIN-JÖBSTL; IWERSEN; DRILLICH, 2014). Seja qual for o agente causal, as diarreias em geral resultam em grande perda de água e eletrólitos, devido ao dano morfológico na mucosa intestinal, o que leva a um aumento na susceptibilidade ao ataque bacteriano (CONSTABLE, 2004).

Na maioria dos casos de diarreia, a morte do bezerro acontece por desidratação e perda de eletrólitos, e não diretamente por ação do agente infecioso (DESJEUX; BRIEND; BUTZNER, 1997). Assim, a manutenção do balanço de água e de eletrólitos é um fator crítico para a sobrevivência do animal (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

As soluções orais de eletrólitos devem prover suficientes quantidades de sódio para normalizar sua concentração extracelular, além de agentes como glicose, acetato, propionato ou glicina, que facilitam a absorção de sódio e água no intestino. Deve também prover agentes alcalinizantes, como acetato, propionato ou bicarbonato para tratar a acidose metabólica e fornecer energia suficiente para o animal (PHILLIPS; LEWIS; KNOX, 1971; NAYLOR et al., 1990; CONSTABLE et al., 2005).

1.1 Revisão bibliográfica

A produção leiteira é uma atividade em constante crescimento mundialmente. Nos últimos trinta anos, a produção leiteira mundial aumentou em mais de 50%, passando de 482 milhões de toneladas em 1982 a 754 milhões de toneladas em 2012 (FAYE; KONUSPAYEVA, 2012). Espera-se que a produção mundial de leite tenha um

aumento até o ano 2022 de 168 Mt, e que 74% desse aumento corresponda ao aumento nos países em desenvolvimento (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2013). Neste contexto, no ano 2013 o Brasil se posicionou como o sétimo país com maior produção láctea do mundo, com uma produção de 35 bilhões de litros (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2013).

O aumento na demanda de alimentos obriga aos países produtores de leite a melhorar a eficiência de produção. O sistema produtivo possui numerosos pontos críticos que afetam a eficiência do mesmo, porém na maioria das vezes esses pontos são observados apenas na produção de leite em si. No entanto, todos os pontos ao longo da vida do animal também merecem atenção.

Um dos fatores que afetam o sucesso no aumento da produtividade do rebanho leiteiro é a criação dos animais a partir do nascimento, permitindo que animais de melhor genética sejam incluídos no sistema produtivo. Neste sentido, a fase de aleitamento é um dos períodos mais críticos, pois é quando o animal é mais susceptível, além de não trazer retorno financeiro imediato, situação que persiste após o desaleitamento. A criação de bezerros ainda não é vista como uma parte importante do sistema de produção em muitas fazendas leiteiras, sendo quase sempre negligenciada. No entanto, pesquisas feitas nos últimos anos mostram que o manejo feito na fase de aleitamento afeta o desempenho ao longo da vida do bezerro e a produção de leite futura (SOBERON et al., 2012).

Um dos pilares constituintes da criação de bezerros é o manejo alimentar. Uma nutrição equilibrada é fundamental para a saúde, bem-estar e produtividade (CONNEELY et al., 2014). Nutrição adequada favorece taxas de ganho apropriadas (JASPER; WEARY, 2002) e melhora a função imunológica, diminuindo assim a incidência de doenças, como diarreia e pneumonia e, consequentemente as taxas de mortalidade (GODDEN et al., 2005; NONNECKE et al., 2003).

O volume e o método de fornecimento da dieta líquida, além de influenciar aspectos imunológicos, comportamentais e econômicos, afeta o crescimento, o desenvolvimento da glândula mamária e a produção de leite futura, tendo grande efeito no consumo de concentrado, e portanto no desenvolvimento ruminal (BAR-PELED et al., 1997).

O objetivo final da criação de bezerras é que as novilhas cheguem ao primeiro parto com 24 meses de idade aproximadamente (HEINRICHS, 1993). Para alcançar isto são necessárias taxas de crescimento em torno de 0,8 – 0,9 Kg/d, fornecendo-se nutrientes em elevadas quantidades e qualidade (LAMMERS; HEINRICHS; AYDIN, 1998).

Zanton e Heinrichs (2005) demonstraram através de meta análise a relação quadrática entre o ganho de peso diário e a produção de leite. Baseados nisto, determinaram que a maior produção de leite na primeira lactação era obtida com ganhos de peso de 0,799 Kg/d antes da puberdade, e que ganhos de peso excessivos neste mesmo período estão relacionados à redução na produção de leite na primeira lactação.

Nas primeiras semanas de vida as bezerras consomem quantidades insignificantes de dieta sólida, portanto os nutrientes que utilizarão neste período para seu crescimento provêm quase de forma exclusiva da dieta líquida que consomem.

1.1.1 Sistemas de Aleitamento

Existem diferentes sistemas de aleitamento, sendo os mais utilizados na atualidade denominados convencional e intensivo. O sistema de aleitamento convencional consiste no fornecimento de dieta líquida no volume de 10% do peso vivo (PV) da bezerra (JASPER; WEARY, 2002), o que normalmente representa quatro litros, com 20 – 22% de proteína bruta e 15 a 20% de gordura, e são tradicionalmente reconstituídos a aproximadamente 12,5% de sólidos (COWLES et al., 2006). Este sistema tem como objetivo estimular o consumo de concentrado para favorecer o desenvolvimento das papilas do rúmen permitindo o desaleitamento precoce (sete ou oito semanas de idade), reduzir o risco de enfermidades e os gastos de alimentação e manejo (ANDERSON; NAGARAJA; MORRILL, 1987; KERTZ; PREWITT; EVERETT, 1979; OTTERBY; LINN, 1981). Entretanto, esta quantidade padronizada de dieta líquida fornecida aos animais geralmente atende pouco mais que as exigências de mantença, inviabilizando altas taxas de crescimento (FLOWER; WEARY, 2001), comprometendo o sistema imune (HUBER et al., 1984) e afetando o comportamento do animal (CHUA et al., 2002). Isto se deve ao fato de que até a segunda e terceira semana de vida o consumo de concentrado é muito baixo, dificultando a possibilidade de compensar a deficiência nutricional relacionada ao

baixo volume de dieta líquida recebida pelos bezerros (APPLEBY; WEARY; CHUA, 2001; CHUA et al., 2002; HEPOLA, 2003). Ainda assim, este sistema de aleitamento é adequado para alguns sistemas de produção, com taxas de crescimento em torno de 400g/d, sendo o mais utilizado no Brasil (SANTOS; BITTAR, 2015).

Estudos mostram que o crescimento de bezerras no período de aleitamento pode ser melhorado quando os animais são alimentados com maiores quantidades de dieta líquida (RAETH-KNIGHT et al., 2009). Embora exista evidência que confirme os benefícios de se utilizar o sistema de aleitamento intensivo, a maioria dos produtores continua fornecendo volumes restritos de dieta líquida a seus animais. Isso ocorre devido à percepção de que o incremento nas quantidades de dieta líquida fornecidas pode trazer consequências prejudiciais para os bezerros em relação à maior incidência de diarreias, ou diminuir o consumo de concentrado, reduzindo o peso após o desaleitamento (JASPER; WEARY, 2002).

Bezerros que permanecem com suas mães começam a mamar normalmente logo após o nascimento. Segundo De Passillé et al. (2008), estes animais consomem aproximadamente 6 kg de leite por dia na primeira semana, e 12 kg de leite por volta dos dois meses de vida. Os bezerros na primeira semana de vida mamam em sua mãe cerca de 8 a 12 vezes ao dia, e cada uma destas refeições tem uma duração de aproximadamente 10 minutos. Esta frequência de mamada vai diminuindo com a idade do bezerro, até ser reduzida a uma mamada por dia, por volta dos seis meses de idade (DAS; REDBO; WIKTORSSON, 2000).

O aleitamento intensivo tenta imitar o comportamento alimentar natural do bezerro, preconizando o fornecimento de dieta líquida em volumes acima de 20% do PV do bezerro, normalmente representando 8 L/d, considerando-se animais da raça Holandês. No entanto, o número de refeições nem sempre é maior do que dois, o que não representa o comportamento de mamada dos animais quando estão com suas mães. Este tipo de sistema em geral utiliza sucedâneos com um conteúdo de proteína bruta de 25%, gordura em quantidades semelhantes ao sistema convencional (15 – 20%), e sólidos totais entre 12,5 – 17,5% (COWLES et al., 2006). Aumentando as quantidades de dieta líquida fornecidas para os bezerros, aumenta-se a taxa de crescimento (JASPER; WEARY, 2002; BORDERAS; DE PASSILLÉ; RUSHEN, 2009), e há possibilidade de melhorar a produção de leite futura, sem efeitos negativos na saúde do animal, nem no desenvolvimento da glândula mamária. Alguns autores relataram que existe uma melhora no balanço energético de animais consumindo

quantidades elevadas de dieta líquida, pois passam mais tempo descansando (DE PAULA VIEIRA et al., 2008), e desta forma o gasto energético é diminuído em comparação com aqueles animais que ficam em pé (SCHRAMA et al., 1995).

Alguns autores relataram redução ou nenhum efeito da ocorrência de doenças com dietas intensivas (APPLEBY; WEARY; CHUA, 2001; JASPER; WEARY, 2002; KHAN et al., 2007; BORDERAS; DE PASSILLÉ; RUSHEN, 2009; FOOTE et al., 2007; CONNEELY et al., 2014),), outros no entanto, sinalizam prejuízos na saúde dos mesmos (QUIGLEY; WOLFE; ELSASSER, 2006).

Bascom et al. (2007) e Raeth-Knight et al. (2009) relataram que bezerros consumindo leite *ad-libitum* mostraram melhores desempenhos comparado aos demais tratamentos. Contudo estes autores de forma semelhante a Raeth-Knight et al. (2009) e Morrison et al. (2009), não observaram diferenças significativas entre tratamentos na primeira lactação. Entretanto outras pesquisas onde também foram utilizados sistemas de aleitamento intensivo, obtiveram respostas positivas em relação à produção de leite na primeira lactação (DRACKLEY et al., 2007; RINCKER et al., 2011; BAR-PELED et al., 1997; MOALLEM et al., 2010).O período de tempo desde o nascimento até três meses de idade é a primeira fase de desenvolvimento da glândula mamária, durante a qual a taxa de crescimento da glândula é semelhante ao crescimento de outros órgãos, denominado crescimento isométrico. É por isto que nesta primeira etapa de vida da bezerra são desejáveis taxas de crescimento adequadas a fim de chegar à puberdade com o peso ideal sem comprometer o desenvolvimento mamário. Dos três meses de idade até a conclusão de vários ciclos de estro, o crescimento relativo da glândula mamária é mais do que três vezes maior do que o ganho de peso, sendo denominado crescimento alométrico (SINHA; TUCKER, 1969; SWANSON; POFFENBARGER, 1979).

O crescimento das células da glândula mamária é beneficiado com os nutrientes consumidos na fase de aleitamento. Novilhas que receberam aleitamento intensivo quando comparadas às que receberam aleitamento convencional, tem a massa de DNA aumentada em 32 – 47% (BROWN et al., 2005), e a proliferação das células mamárias aumentada em 40% (MEYER et al., 2006).

O tipo de alimentação pré e pós-puberdade e peso ao primeiro parto não tiveram nenhum efeito no desempenho reprodutivo ou na longevidade da vaca, embora o programa de sincronização possa ter mascarado alguns efeitos negativos ao primeiro serviço (MACDONALD et al., 2002). Resultados semelhantes foram obtidos por Meyer

et al. (2006), que mostraram que as dinâmicas de crescimento alométrica e isométrica da glândula mamária não foram afetadas pelo nível de nutrientes consumidos. Em concordância, Silva et al. (2002) relataram que as taxas de crescimento aceleradas antes da puberdade não prejudicam o desenvolvimento mamário, medido pela deposição de tecido parenquimal.

Contudo, o sistema de aleitamento intensivo possui desvantagens, pois reduz o consumo de concentrado inicial (TERRÉ; DEVANT; BACH, 2007), e com isto ocorre uma diminuição no ganho de peso após o desaleitamento. Jasper e Weary (2002) forneceram aleitamento intensivo para bezerros o que resultou em menor consumo de concentrado durante a fase de aleitamento. No entanto, esta redução não afetou o consumo após o desaleitamento, não havendo diferenças nesta etapa entre tratamentos. As taxas de ganho foram semelhantes para ambos os grupos após o desaleitamento, mas a vantagem no peso dos bezerros alimentados *ad-libitum* ainda persistiu por várias semanas. De forma geral, no estudo realizado por Borderas, Passillé e Rushen (2009), animais que receberam 12 ou 24 L/d de dieta líquida tiveram maiores ganhos de peso em comparação com animais recebendo quantidades restritas. Isto respalda os resultados publicados por Appleby; Weary e Chua (2001), que sugeriram que o fornecimento de dieta líquida em quantidades limitadas durantes as primeiras três semanas de vida resulta em diminuição do bem estar do animal, com animais manifestando comportamento de fome. É por este motivo que entre a terceira e sexta semana de vida, animais em sistema de aleitamento convencional tem um aumento no consumo de concentrado, que é superior àquele que ocorre em animais no sistema de aleitamento intensivo (BORDERAS; PASSILLÉ; RUSHEN, 2009).

Em concordância com o reportado por Jasper e Weary (2002), o peso corporal ao final de cada experimento realizado por Borderas, Passillé e Rushen (2009) foi superior para animais nos tratamentos com maiores provisões de dieta líquida. Isto pode ser explicado pela vantagem inicial no ganho de peso pelo consumo de elevadas quantidades de leite. Riordan e Everett (1972) explicaram que as vantagens do rápido crescimento nas primeiras semanas de vida podem ser mantidas após o desaleitamento, além de não afetarem negativamente o desenvolvimento da glândula mamária em animais com menos de 90 Kg (SEJRSEN et al., 2000). Conneely et al. (2014), relataram que bezerros alimentados com volumes equivalentes a 10% do peso vivo foram mais leves na quinta semana de vida que animais alimentados com o equivalente a 15% do peso vivo. Até a quinta semana de vida o reticulo-rúmen ainda

não se encontra completamente desenvolvido e bezerros consumindo quantidades restritas de dieta líquida podem não ser capazes de aumentar o consumo de concentrado de modo a compensar completamente o menor consumo de energia através da dieta líquida (JASPER; WEARY, 2002). Já entre a semana 7 e 9 não houve diferenças entre tratamentos (CONNEELY et al., 2014). Animais consumindo quantidades limitadas de leite, nas semanas prévias ao desaleitamento, ingerem o dobro de concentrado do que os animais alimentados *ad-libitum* para compensar a baixa quantidade de nutrientes que obtêm do leite. Borderas, Passillé e Rushen (2009), observaram aumento pronunciado no consumo de concentrado após o desaleitamento. No entanto, este foi menor para animais consumindo quantidades restritas de dieta líquida em comparação com aqueles no tratamento intensivo.

Uma das formas de minimizar a queda no ganho de peso pós-desaleitamento em bezerros alimentados com altos volumes de dieta líquida, é reduzir o volume fornecido dias antes do desaleitamento. Esta prática estimula o consumo de concentrado pelos animais, permitindo o desenvolvimento ruminal, e assegura o ganho de peso após este período. Este sistema é um intermediário entre o convencional e o intensivo, conhecido como aleitamento programado ou "*step down*", o qual resulta em uma menor queda no crescimento ao desaleitamento e menores problemas digestivos quando comparado ao aleitamento intensivo (DRACKLEY, 2008). O fornecimento de leite para bezerros utilizando este sistema pode prevenir problemas de redução no consumo de alimento sólido associado à ingestão de maiores volumes de dieta líquida no sistema intensivo e de ganho de peso com o método convencional (KHAN et al., 2007). Terré, Devant e Bach (2006) mostraram que bezerros em sistema de alimentação programada foram mais pesados ao final do experimento que aqueles em sistema convencional e não apresentaram diferenças no consumo de concentrado após o desaleitamento. Khan et al. (2007), obtiveram resultados semelhantes na sua pesquisa, no entanto animais no sistema programado consumiram mais concentrado em comparação com o sistema convencional.

Estudos recentes determinaram que os efeitos do aleitamento dos bezerros na produção de leite futura está associada ao tipo e qualidade dos nutrientes fornecidos (MOALLEM et al., 2010). Estes mesmos autores observaram aumentos na produção de leite na primeira lactação em torno de 10% para novilhas alimentadas com leite *ad–libitum* comparado com aquelas alimentadas com sucedâneo lácteo *ad–libitum* no mesmo período, ressaltando novamente a importância do fornecimento de dieta

líquida de qualidade.

1.1.2 Qualidade

O leite integral, por possuir o perfil de aminoácidos mais próximo a aquele exigido pelos animais para seu crescimento, se apresenta como a opção de dieta líquida mais adequada (DAVIS; DRACKLEY, 1998). Entretanto, o leite constitui a principal fonte de renda nas propriedades leiteiras tornando seu fornecimento para os animais custoso e até às vezes inviável.

Surge então como alternativa ao leite integral a utilização de sucedâneo lácteo. Esta alternativa de dieta líquida foi desenvolvida a início do ano 1950 (DAVIS; DRACKLEY, 1998), tentando imitar a composição do leite integral. Os primeiros sucedâneos lácteos eram constituídos por ingredientes de diferentes origens tais como óleo de linhaça, farelo de trigo, entre outros, resultando em desempenho aceitável somente quando fornecido junto com o leite (OTTERBY; LINN, 1981).

Ao final dos anos ’50 e início dos ’60 a indústria começou a formular sucedâneos com diferentes ingredientes de origem láctea e animal. O principal ingrediente utilizado, devido a seu baixo custo na época, era o leite desnatado em pó como fonte de proteína e carboidrato. Na formulação eram incorporados menos de 10% de gordura. Com os anos, os métodos de inclusão de gordura foram melhorando e com isto foi possível o incremento no conteúdo da mesma para valores superiores (OTTERBY; LINN, 1981).

Já no meio da década de ‘60 houve um aumento do preço dos ingredientes de origem láctea, o que resultou na busca por substitutos dos mesmos (OTTERBY; LINN, 1981). Durante esta década e início da década do ‘70 foram realizadas várias pesquisas buscando alternativas à proteína do leite para a formulação de sucedâneos lácteos, contudo estes não traziam resultados aceitáveis quando incorporados em grandes quantidades no sucedâneo lácteo (OTTERBY; LINN, 1981). O custo elevado dos ingredientes, principalmente proteína proveniente do leite, faz com que a utilização de proteína de fontes vegetais se torne uma alternativa interessante na formulação de sucedâneos lácteos. Das fontes vegetais existentes, a soja torna-se a alternativa mais interessante por sua ampla disponibilidade no mercado, baixo custo em comparação com a proteína do leite, e por seu favorável perfil de aminoácidos (DAVIS; DRACKLEY, 1998). A utilização de concentrados de proteína de soja e

isolados de soja têm conseguido atingir as exigências dos bezerros (OTTERBY; LINN, 1981). Entretanto, o uso destes ingredientes tem resultado em menores desempenhos em comparação com o leite integral (CAMPOS; HUBER; BERGEN, 1982; NITSAN et al., 1972; COBLENTZ et al., 1976; RAMSEY; WILLARD, 1975; ROY et al., 1977).

Na atualidade se encontram disponíveis no mercado uma variedade de substitutos do leite que contêm na sua formulação componentes que resultam em um menor custo final do produto em comparação com a utilização de leite integral. Estes contêm entre 12,48% e 24,94% de proteína na matéria seca (DA SILVA, 2014) sendo o recomendado pelo National Research Council - NRC (2001) entre 18% e 22% na matéria seca. Já o extrato etéreo encontra-se em valores por volta dos 4,91% e 18,53% na matéria seca (DA SILVA, 2014), sendo que o recomendado pelo NRC (2001) são valores entre 10 e 15% na matéria seca.

Na maioria dos casos os sucedâneos contêm na sua fórmula produtos de origem vegetal, no entanto esta inclusão deve ser cautelosa. O mal processamento ou inclusão excessiva dos mesmos pode reduzir o desempenho dos bezerros ou afetar negativamente a sua saúde. Esta fonte de proteína não forma coágulo no abomaso e pode desencadear processos alérgicos (OTTERBY; LINN, 1981). No entanto, segundo um estudo realizado por Ghorbani et al. (2007), bezerros com duas a quatro semanas de vida podem ser alimentados com sucedâneos contendo até 50% de proteína de soja sem ter prejudicada a sua saúde e desempenho.

Durante as três primeiras semanas de vida o sistema digestivo do bezerro está pobremente adaptado a fontes de proteína que não derivem do leite e é por isto que na composição do sucedâneo deve prevalecer a presença de proteína láctea (DAVIS; DRACKLEY, 1998). Também nesta fase, o consumo de concentrado é mínimo ou nulo, de forma que o bezerro depende quase exclusivamente da dieta líquida para a sua nutrição (DAVIS; DRACKLEY, 1998). Por conseguinte, a principal problemática em relação à utilização deste tipo de produto surge pela questão da qualidade dos mesmos, já que muitos não possuem na sua composição uma proporção adequada de proteína do leite que permita atingir as exigências nutricionais das bezerras nas primeiras três semanas de vida (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

Os principais sítios de digestão dos nutrientes contidos no sucedâneo ou leite consumido pelo bezerro no primeiro período de vida são o abomaso e o intestino delgado. A principal enzima presente no abomaso do pré-ruminante é a renina, a qual se ativa no ambiente ácido do recém-nascido (DRACKLEY, 2008). Esta enzima é a

encarregada da formação do coágulo de caseína que será digerido lenta e parcialmente no abomaso pela enzima pepsina, a qual é secretada na sua forma inativa (pepsinogênio) e ativada no ambiente ácido. Dentro deste coágulo fica a gordura que será digerida parcialmente pela enzima lipasa pregástrica que é secretada na boca, mas continua ativa no abomaso. Os produtos desta digestão continuarão sendo digeridos e absorvidos no intestino delgado. No entanto, as proteínas do soro, lactose, minerais solúveis e vitaminas ficam na porção líquida a qual entrará no intestino delgado nas próximas 2 ou 3 horas depois do aleitamento. A lactose será hidrolisada formando glicose e galactose pela enzima lactase presente na membrana de borda em escova do intestino, e posteriormente absorvidas pelas células epiteliais. Os pré-ruminantes não secretam a enzima sacarase, portanto não pode ser utilizada a sacarose na nutrição destes animais. Já a secreção da enzima amilase realizada pelo pâncreas, e a atividade intestinal da enzima maltase são escassas no recém-nascido, mas aumenta com a idade do animal (DRACKLEY, 2008). Como pode ser observado, nesta primeira etapa de vida o complexo enzimático presente no pré-ruminante não se encontra desenvolvido para digerir proteínas não lácteas. Assim, pode-se observar menor desempenho de bezerros alimentados com sucedâneos contendo ingredientes de origem vegetal na sua fórmula (DRACKLEY, 2008).

Por outra parte, o menor desempenho dos bezerros pode estar associado à presença de fatores antinutricionais tais como inibidores da tripsina (GORRILL; THOMAS, 1967), proteínas antigênicas como glicina e β-conglicina (SISSONS; SMITH, 1976; KILSHAW; SISSONS, 1979; KILSHAW; SLADE, 1980), carboidratos indigestíveis, lecitinas, taninos, etc (DAVIS; DRACKLEY, 1998). Estes fatores atuam principalmente na digestão e absorção de proteínas, no entanto também tem sido observados efeitos na digestão de carboidratos, utilização de minerais e disponibilidade de vitaminas (HUISMAN, 1989), podendo ocasionar diarreia e diminuição no desempenho dos animais.

1.1.3 Fatores antinutricionais

Um dos maiores problemas da inclusão de proteína da soja nos sucedâneos é a presença de inibidores da tripsina. Estes compostos inibem a atividade digestiva das proteases pancreáticas mediante sua ligação com as mesmas. Quando isto acontece,

as células endócrinas do intestino delgado liberam colecistoquinina, que faz com que o pâncreas libere mais enzimas digestivas (DAVIS; DRACKLEY, 1998). Ocorre um aumento na perda de proteínas ricas em aminoácidos limitantes, como metionina e cisteína, deprimindo assim o crescimento do animal (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

Já as lecitinas são glicoproteínas que podem formar complexos com glicoproteínas específicas ou açúcares nas membranas celulares (DAVIS; DRACKEY, 1998; LALLÉS, 1993). Uma vez ingeridas, resistem a digestão, se ligam à superfície da mucosa intestinal alterando a saúde do epitélio intestinal, diminuindo a permeabilidade e afetando o transporte de nutrientes pelas células, assim como também a função imune, o metabolismo de proteínas, a atividade enzimática e a regulação hormonal (PUSZTAI; BARDOCZ, 2009).

As proteínas antigênicas são principalmente glicoproteínas que induzem a síntese de anticorpos específicos quando são ingeridas pelo animal (LALLÉS, 1993). Alguns animais por causa do consumo em repetidas ocasiões deste tipo de compostos alergênicos podem desenvolver reações de hipersensibilidade retardada, sofrendo atrofia das vilosidades do intestino delgado, o que diminui a função absortiva do mesmo (DAVIS; DRACKEY, 1998; LALLÉS, 1993; VAN DIJK et al., 1988). As principais proteínas antigênicas são a glicina, a β-conglicina e provavelmente a α-conglicina (DAVIS; DRACKEY, 1998), representando 60%, aproximadamente, do conteúdo total de proteína implicado nestas reações (SISSONS, 1982). Estas proteínas são resistentes ao tratamento com temperatura e também resistem à digestão por parte dos bezerros (SISSONS, 1982).

Outras substâncias, além dos compostos proteicos de origem vegetal, que tem sido identificadas como prejudiciais para bezerros são os compostos fenólicos. Estes compostos promovem a síntese de prostaglandina e leucotrienos a partir do ácido araquidônico, mediante a estimulação dos receptores adrenérgicos ou como cofatores enzimáticos (LANDS, 1981; MALIK, 1988). A prostaglandina tem ocasionado vasodilatação em condições onde existe inflamação do tecido (KAO; ZIPSER, 1988). A prostaglandina E produz contração de músculo, diminui a pressão sanguínea das artérias, inibe a secreção de ácido gástrico, inibe a agregação de plaquetas, produz febre, estimula a secreção pancreática, bloqueia a absorção de sódio e água no trato gastrointestinal, entre outros efeitos. Além de exercer seus efeitos na motilidade intestinal, foi observado em práticas ginecológicas, que a prostaglandina ocasionava cólicas e diarreia. Também foi encontrado que esta substância influencia o transporte

de água e eletrólitos através da mucosa intestinal, inibindo a reabsorção intestinal (OLIW; GRANSTROM; ANGGARD, 1983).

Como consequência da presença destes fatores antinutricionais em alguns produtos de origem vegetal, a utilização dos mesmos na fabricação de sucedâneos lácteos para bezerros, sem que tenham sofrido o processamento adequado, pode resultar em inflamação do intestino e atrofia das vilosidades do intestino (BARRATT; STRACHAN; PORTER, 1979; KILSHAW; SLADE, 1982), podendo derivar em distúrbios digestivos e absortivos (BARRATT; STRACHAN; PORTER, 1978; SEEGRABER; MORRILL, 1982).

1.1.4 Intestino delgado e respostas às reações adversas

O Comitê de Reações Adversas aos Alimentos da Academia Americana de Alergia e Imunologia, define o termo de sensibilidade alimentar como qualquer reação adversa apresentada quando um alimento ou aditivo alimentar é ingerido. O termo alergia, também chamado de hipersensibilidade, é utilizado quando o sistema imune reage após a ingestão de alimento. Já o termo intolerância ao alimento é referido a reações que ocorrem sem participação do sistema imune (ATKINS; METCALFE, 1984).

O intestino delgado do bezerro recém-nascido se encontra constituído por uma camada simples de células epiteliais, a mucosa gastrointestinal, a qual está em íntimo contato com o lume intestinal, se tornando assim a primeira barreira à penetração de substâncias tóxicas, antígenos e enzimas, entre outros (WALKER, 1976). Em condições patológicas pode ocorrer uma ruptura na barreira da mucosa, facilitando assim a entrada destas substâncias no espaço do tecido intersticial, ou atingindo a circulação sanguínea (WALKER, 1976; KILSHAW; SLADE, 1980).

Depois do fechamento das células epiteliais do intestino delgado, entre 16 e 24h após o nascimento, a absorção de macromoléculas diminui e ocorre exclusivamente mediante folículos especializados que encontram-se associados a células epiteliais. No entanto, quando ocorre uma injúria, causada por agentes infecciosos ou toxinas na mucosa intestinal, pode ocorrer uma maior passagem de partículas (antígenos), derivando em hipersensibilidade intestinal (EGBERTS et al., 1984). Este prejuízo provocado por antígenos ocorre devido à falta da proteção dos neutrófilos que migram desde a lâmina própria até o lume intestinal, onde os antígenos seriam inativados ou

destruídos, sendo esta uma reação mediada por anticorpos antígeno-específica (BELLAMY; NIELSEN, 1974). A resposta imune local no intestino delgado pode ser inibida pela ação das proteínas da soja (BARRATT; STRACHAN; PORTER, 1978).

Existem diferentes mecanismos de defesa no trato intestinal do hospedeiro os quais podem ser classificados como defesas não imunológicas e mecanismos de defesa imunológicos. Os primeiros atuam de forma não específica por meio de um grupo de fatores que, de forma conjunta, ajudam na proteção contra a penetração de agentes estranhos. Podem ser considerados como mecanismos de ação a flora intestinal nativa, secreções, barreira gástrica, motilidade intestinal, filtração por parte de células presentes no fígado de substâncias nocivas provenientes do intestino, e diversas substâncias com propriedades inibitórias contra bactérias (WALKER, 1976). Já os mecanismos de defesa imunológica atuam por meio de um estímulo causado por um antígeno na superfície epitelial, para o qual o tecido linfático monta uma resposta imune para proteger contra a penetração deste antígeno através da superfície epitelial (WALKER, 1976). Estes mecanismos incluem a secreção de imunoglobulina A, a imunidade mediada por células, e as respostas de outras imunoglobulinas (IgG, IgE, IgM) (WALKER, 1976).

A penetração nas paredes do intestino de diferentes tipos de partículas como macromoléculas intatas de alimentos, pode conduzir à geração de respostas imunes sistêmicas e locais. Em relação ao tipo de mecanismo de defesa adotado podem ser classificados três tipos de reações de hipersensibilidade. A hipersensibilidade tipo I ocorre quando se produz uma interação entre antígeno e receptores de IgE em mastócitos, resultando em rápida liberação do conteúdo dos grânulos secretórios de mastócitos, o que leva a uma inflamação aguda (TIZARD, 2009). Hipersensibilidade tipo II (citotóxica), que ocorre quando uma resposta imune destrói células normais. Hipersensibilidade de tipo III, também chamada de reações de hipersensibilidade mediada por imunocomplexos, que ocorre quando a combinação de anticorpos com antígenos (imunocomplexos) é depositada nos tecidos, liberando peptídeos quimiostáticos que atraem neutrófilos. Estes últimos podem liberar substâncias oxidantes e enzimas, causando inflamação e destruição de tecidos (TIZARD, 2009).

Existem diversas sustâncias tais como alimentos, agentes químicos, conservantes, contaminantes, bactérias e vírus que podem afetar a estrutura da mucosa intestinal atuando como antígenos. Entre estes, alguns compostos provenientes da soja tem sido vistos como os principais causadores de respostas imunes em pré-ruminantes,

tais como inflamação, desordens digestivas, atrofia das vilosidades, aumento da permeabilidade do intestino a macromoléculas, entre outros (SISSONS, 1982; PEDERSEN; SISSONS, 1984; MONTAGNE et al., 1999; KILSHAW; SLADE, 1980).

A idade em que os animais são alimentados pela primeira vez com dieta contendo proteína de soja afeta a cinética da resposta imunológica. Na primeira semana de vida os animais alimentados com dietas deste tipo produzem entre 10 e 100 vezes mais anticorpos do que aqueles animais que são expostos a este tipo de dieta com quatro semanas de idade (BARRATT; STRACHAN; PORTER, 1979). Este fato pode ser explicado pela síntese de imunoglobulina secretora no intestino, que em animais jovens é baixa e aumenta paulatinamente na medida em que o animal cresce. Assim, a imunoglobulina forma um complexo com o antígeno prevenindo o seu transporte através da mucosa intestinal (BARRATT; STRACHAN; PORTER, 1979).

Existem controvérsias em relação ao tipo de imunoglobulina que é secretado em maior quantidade no intestino delgado. Lallès et al. (1995) concluíram que IgG_1, IgG_2 e IgA são caraterísticos de respostas sistémicas, no entanto respostas locais são caraterizadas pela presença de IgG_2 e IgM. Por outro lado, Kilshaw e Slade (1980) reportaram aumento na circulação de IgG, IgM e IgA, enquanto Barrat, Strachan e Porter (1979) identificaram como principais imunoglobulinas agindo localmente a IgM ou a IgA. Segundo Barrat, Strachan e Porter (1978), o principal anticorpo presente no soro sanguíneo de bezerros alimentados com dietas contendo proteína proveniente da soja é IgG, o qual precipita com a proteína da soja ativando o complemento (reações de hipersensibilidade tipo III), além de plaquetas (ATKINS; METCALFE, 1984). Isto leva à quimiotaxia de leucócitos, liberação de aminas vasoativas e de enzimas proteolíticas dando origem à reação inflamatória geral (BARRAT; STRACHAN; PORTER, 1979).

Mudanças fisiológicas também têm sido descritas na literatura, tais como diminuição do peso do abomaso (ROY et al., 1977; GUILLOTEAU et al., 1986) e aumento no peso intestinal (ROY et al., 1977). Este último se deve a hipertrofia das camadas de músculo liso (LALLÈS et al., 1996), o que faz com que as vilosidades tornem-se mais curtas e largas (BARRAT; STRACHAN; PORTER, 1979; PEDERSEN; SISSONS, 1984; MONTAGNE et al., 1999; ROY et al., 1977; LALLÈS et al., 1996; SEEGRABER; MORRILL, 1986). Outro efeito é a infiltração de células mononucleares conspícuas tanto nas vilosidades quanto na lâmina própria, apresentando-se edema e hemorragia no tecido laminal (BARRAT; STRACHAN; PORTER, 1979). Também

têm se observado diminuição na atividade de algumas enzimas (MONTAGNE et al., 1999), e aumento da permeabilidade intestinal (KILSHAW; SLADE, 1980).

Quando são utilizados sucedâneos lácteos de baixa qualidade, ocorre uma menor formação de coágulo no abomaso de bezerro, o que resulta em aumento da velocidade de esvaziamento, diminuindo assim a digestibilidade dos nutrientes e portanto sua absorção, afetando a motilidade do intestino e causando diarreia no animal (LALLÈS et al., 1996).

De modo geral, animais com plano de nutrição deficiente, seja durante o período de colostragem ou durante o aleitamento propriamente, são propensos a sofrer distúrbios metabólicos como diarreia, afetando negativamente seu desenvolvimento. Assim, uma nutrição equilibrada é fundamental para melhorias na saúde, bem-estar e produtividade dos animais (CONNEELY et al., 2014). No entanto, outros fatores como o manejo das instalações e manejo sanitário geral, também afetam fortemente a ocorrência de diarreias neste período.

1.1.5 Diarreia

A diarreia afeta os bezerros principalmente nas primeiras semanas de vida, sendo responsável por grandes perdas econômicas. As perdas estão relacionadas não só à mortalidade, mas também pelos custos com medicamentos e mão de obra para tratar os animais acometidos (CONSTABLE; THOMAS; BOISRAME, 2001), assim como com à redução no ganho de peso, gerando consequências negativas na vida produtiva futura do animal (VAN DONKERSGOED et al., 1993).

A placenta da vaca não permite a passagem de anticorpos da mãe para o feto, portanto os bovinos e outros ruminantes nascem sem imunoglobulina (Ig) circulante. Dessa forma, é de extrema importância o fornecimento de colostro durante as primeiras horas de vida, em quantidade, qualidade e tempo adequados. O cumprimento destes três itens assegura a absorção de imunoglobulinas, ou seja, a transferência de imunidade passiva. Assim, o animal adquire imunidade até que seu sistema imune comece a produzir seus próprios anticorpos, o que a maioria das vezes ocorre entre a segunda e a terceira semana de vida (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

Nas primeiras etapas de vida do animal, existe uma maior vulnerabilidade às infeções intestinais, as quais podem ser produto de má higienização dos materiais utilizados para alimentação, ambiente contaminado, contato de animais sadios com

animais infectados, e também por mudanças na dieta (ROY, 1980; JASPER; WEARY, 2002; KLEIN-JÖBSTL; IWERSEN; DRILLICH, 2014). Essa suscetibilidade às infecções é aumentada quando o animal apresenta falhas na transferência de imunidade passiva (DRACKLEY; DAVIS, 1998).

Uma das principais causas de morte em bezerros leiteiros, desde o nascimento até o desaleitamento é a diarreia, seguida das doenças respiratórias (ROY, 1980). A incidência de diarreia pode ser de até 80% (CORNAGLIA et al., 1992; WRIGHT et al., 1995), no entanto taxas de diarreia maiores que 50% não são comuns (BUENAU et al., 2005). Num levantamento feito nos Estados Unidos em 1993 pelo National Animal Health Monitoring System (NAHMS, 1993), se constatou que estes dois fatores são responsáveis por 75% das mortes de bezerras antes do desaleitamento, sendo a diarreia a causa principal destas mortes (52,2%). Segundo Quigley et al. (1995), o risco de incidência de diarreia em bezerros com até 30 dias de idade, varia entre 15 e 20%, e o risco de mortalidade é entre 1,5 e 8%. Já no ano 1996, o NAHMS reportou que a diarreia era responsável por 60,5% das mortes de bezerros. No ano 2005, *The* Norwegian Dairy Herd Recording System (NDHRS), apontou que 40% dos problemas que acometeram os bezerros era diarreia, com uma incidência de 3,8%.

Existem dois tipos de diarreia de acordo com a sua origem, infecciosa ou não infecciosa. No caso da diarreia infecciosa os agentes causais são normalmente microrganismos como bactérias (*Escherichia coli, Salmonella* e *Clostridium)*, vírus (rotavírus, coronavírus e vírus da diarreia bovina) e protozoários (*Coccidia* e *Cryptosporidium)*. Vários destes microrganismos tem transmissão do tipo oral/fecal, sugerindo que o alojamento individualizado contribui para a redução da ocorrência de diarreias. A sintomatologia se confunde, dificultando a identificação do agente causal e consequentemente o tratamento com antibióticos específicos. Os sintomas comuns são diarreia aquosa a aguda, com coloração variável (de amarela a esverdeada), associada ou não a febre, resultando em desidratação, apatia e anorexia, podendo levar o animal a morte. No caso de *Clostridium perfringens* podem aparecer hemorragias e necrose da mucosa intestinal (BLANCHARD, 2012), o que também ocorre em decorrência da infecção por *Coccidia* e *Cryptosporidium*.

Já no caso da diarreia não infecciosa, também chamada de osmótica, pode ocorrer em resposta ao acúmulo de solutos no intestino, produtos de problemas na digestão ou na absorção, fazendo com que a água seja retida e não absorvida. Isto pode ser

consequência de sucedâneos lácteos de baixa digestibilidade, que conduzem a um excesso de nutrientes indigestíveis no intestino delgado (BLANCHARD, 2012).

A diarreia alimentar ocorre de forma abrupta e sem sinais clínicos evidentes. Ela é causada de maneira geral por erro no manejo alimentar de bezerros em aleitamento como por exemplo má higienização de utensílios, fornecimento de leite estragado e mudança brusca na dieta (BLANCHARD, 2012).

Seja qual for o agente causal, as diarreias em geral resultam em grande perda de água e eletrólitos, devido ao dano morfológico na mucosa intestinal, o que resulta num aumento na susceptibilidade ao ataque bacteriano (CONSTABLE, 2004). A água é o principal nutriente para os animais, constituindo 70-75% do corpo do bezerro recém-nascido e apresenta papel essencial em manter o normal funcionamento do organismo (DAVIS; DRACKLEY, 1998). A manutenção do balanço de eletrólitos nos fluídos e tecidos corporais tem grande importância porque afeta todos os aspectos de absorção e metabolismo. A pressão osmótica que existe através das membranas celulares é criada pela concentração de íons solúveis (sódio, potássio, cloro, bicarbonato e fosfato) nos fluidos corporais. Na maioria dos casos de diarreia, a morte do bezerro acontece por desidratação e perda de eletrólitos, e não diretamente por ação do agente infecioso (DESJEUX; BRIEND; BUTZNER, 1997). Os bezerros recém-nascidos que são acometidos por diarreias tem redução do volume de água extracelular (50% aproximadamente) e particularmente do volume plasmático. Assim, a manutenção do balanço de água e de eletrólitos é um fator crítico para a sobrevivência do animal (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

1.1.6 Métodos de hidratação

Embora seja comum a ocorrência de diarreias na maior parte dos bezerreiros, o tratamento quase nunca é adequado, pois a administração de antibióticos e anti-inflamatórios não corrige os desequilíbrios hidroeletrolíticos e ácido-base, que são as principais causas da alta taxa de mortalidade (FREITAS et al., 2010). A manutenção do fornecimento da dieta líquida para bezerros que mostram sinais de diarreia leve a moderada é geralmente recomendado para manter o crescimento e apoiar a reparação da mucosa intestinal danificada (HEATH et al., 1989; GARTHWAITE et al., 1994; GOODELL et al., 2012). Isso ocorre porque o conteúdo de energia em soluções de reidratação é insuficiente para atender às necessidades do bezerro, mesmo em

soluções que contêm proporções elevadas de glicose (CONSTABLE et al., 2001). Assim, estes animais devem receber sua dieta líquida normalmente, além das soluções de reidratação de forma a repor água, eletrólitos e também energia.

O equilíbrio osmótico entre o líquido intracelular e o líquido extracelular é mantido pelos eletrólitos e, para manter a homeostase do organismo, é necessário que haja neutralidade entre os meios, ou seja, deve haver uma equivalência entre cátions e ânions (KELLUM, 2000). Sendo o sódio o principal eletrólito presente no líquido extracelular, uma diminuição na concentração do mesmo pode levar a um quadro de hiponatremia, com consequente diminuição do líquido extracelular e desidratação (FREITAS et al., 2010). O balanço deste eletrólito no fluído corporal é mantido pela sua ingestão e eliminação através das fezes, sendo que sua absorção ocorre sem gasto de energia, associado ao movimento de outras partículas que são transportadas ativamente através do intestino delgado (FREITAS et al., 2010).

O Na^+ é transportado de forma passiva, mas precisa da presença de glicose ou aminoácidos para que possa ser absorvido pelo enterócito (DESJEUX; BRIEND; BUTZNER, 1997; AVERY; SNYDER, 1990). Na membrana basolateral, a bomba Na^+/K^+-ATPase, bombeia Na^+ ao exterior da célula, elevando a osmolaridade intercelular e atraindo mais água para o lúmen intestinal, expandindo assim, o volume de líquido extracelular e reidratando o bezerro (Figura 1.1; FOSTER; SMITH, 2009).

O potássio, presente principalmente no líquido intracelular é perdido nas fezes, portanto aqueles animais que se encontrem com um quadro de diarreia são propensos a sofrer deficiência de K^+ (SMITH, 2009). Este íon tem uma distribuição associada ao sódio por meio da bomba de Na^+/K^+ - ATPase (FREITAS et al., 2010). A bomba de Na^+/K^+ - ATPase, em condições de acidemia provoca um aumento da concentração de Na^+ intracelular e de K^+ extracelular. Assim o fluído extracelular sofre um forte incremento na concentração de K^+ (que em condições normais é de 5%), podendo levar a um quadro de hipercalemia. Ao mesmo tempo há uma forte perda deste íon nas fezes, portanto o conteúdo de K^+ no fluído intercelular diminui (SMITH; BERCHTOLD, 2014).

O cloro está presente principalmente no líquido extracelular, mas também pode ser encontrado no fluido intracelular, embora em menores quantidades. O transporte ativo do sódio gera um gradiente elétrico que permite o transporte passivo do cloro (FREITAS et al., 2010). Animais com acidose metabólica podem apresentar concentrações elevadas deste íon, o que é conhecido como hipercloremia. No soro

sanguíneo sua concentração tem um comportamento inverso à concentração de bicarbonato (FREITAS et al., 2010).

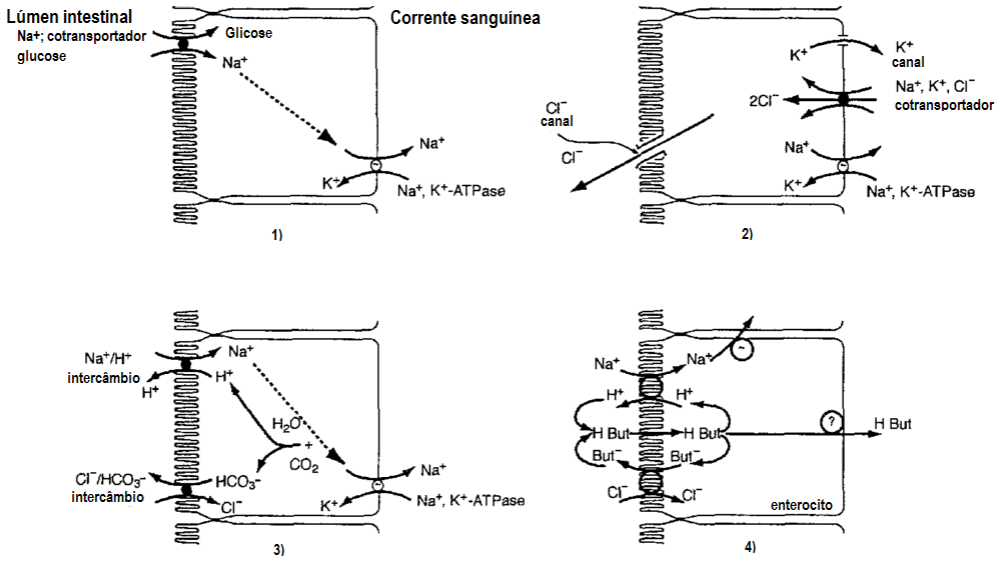

Figura 1.1 - Representação esquemática dos quarto sistemas de transporte de eletrólitos no intestino delgado. Em todos os sistemas a energia é provida pela atividade da Na, K-ATPase. A absorção de Na+ é estimulada pela glicose e aminoácidos no intestino delgado (1)), e pelos ácidos graxos de cadeia curta no cólon (4). A estimulação da secreção de Cl^- (2) está associada com a diminuição na absorção de NaCl (3). (Adaptado de DESJEUX; BRIEND; BUTZNER, 1997).

Alguns aminoácidos também tem ação no equilíbrio osmótico entre os líquidos intra e extracelular. Glicina, alanina e glutamina, são aminoácidos neutros que também podem facilitar a absorção de sódio no intestino delgado, por um mecanismo semelhante ao da glicose (DESJEUX; BRIEND; BUTZNER, 1997). A utilização de glicina aumenta a absorção de água no intestino. A glutamina favorece a absorção de sódio nos enterócitos e mantém a forma e função das vilosidades (VAN DER HULST, 1993). Este aminoácido é o combustível principal do intestino delgado e promove a absorção intestinal e a absorção hepática de glicose (GARDEMANN et al., 1992); isso pode ser importante em tratamentos de reidratação contendo altos conteúdos glicose (BROOKS et al., 1997). Bezerros atravessando um quadro de diarreia tendem a diminuir o consumo de leite, o que tem efeitos adversos sobre a função entérica (BROOKS et al., 1997). Um dos benefícios da glutamina é o de manter o efeito do fator de crescimento epidérmico sobre a proliferação de células da mucosa intestinal, além de ser um importante precursor das células intestinais (BROOKS et al., 1998; DECHELOTTE et al., 1991; SOUBA; FACS; PACITTI, 1992).

A terapia de hidratação oral é realizada para restabelecer o nível de eletrólitos em animais que sofrem de redução do volume sanguíneo (hipovolemia), acidose metabólica ou hiponatremia (baixo sódio no sangue), como consequência de quadro de diarreia (CONSTABLE, 2003). Este tipo de terapia utiliza baixas concentrações de glicose (2%) para promover a absorção de sódio no intestino. As soluções orais de eletrólitos devem prover suficientes quantidades de sódio para normalizar o conteúdo extracelular, além de agentes como glicose, acetato, propionato ou glicina, que facilitam a absorção de sódio e água no intestino. Deve também prover agentes alcalinizantes, como acetato, propionato ou bicarbonato para tratar a acidose metabólica e deve prover energia suficiente (PHILLIPS; LEWIS; KNOX, 1971; NAYLOR et al., 1990; CONSTABLE et al., 2005).

Ainda não há certeza sobre as concentrações ideais de eletrólitos, o tipo de tampão, e o tipo, quantidade e fonte de energia, bem como o pH e a pressão osmótica da solução de reidratação (NAYLOR et al., 1990; CONSTABLE et al., 2001; CONSTABLE, 2003). Por isto existem diversas recomendações na bibliografia de como deve estar composta a solução de hidratação (Tabela 1.1).

Soluções eletrolíticas orais hiperosmóticas (>312 mOsm/L) proporcionam maior suporte nutricional do que soluções iso-osmóticas (280-300 mOsm/L). Quando administradas a bezerros recém-nascidos sem diarreia, soluções hiperosmóticas não têm efeitos deletérios, particularmente em relação à manutenção do estado adequado de hidratação, osmolaridade intestinal, a concentração de glicose sérica e intestinal. Em relação às soluções iso-osmóticas, soluções hiperosmóticas minimizam a perda de peso corporal, que ocorre quando os bezerros saudáveis são privados de leite (CONSTABLE; THOMAS; BOISRAME, 2001). Existem diversos trabalhos comparando diferentes protocolos de reidratação. Em experimento realizado por Constable et al. (2001), observou-se que a utilização de solução hiperosmótica (330 mM de glicose) em bezerros recebendo leite (2 litros a cada 12 horas) melhorou significativamente a hidratação dos animais, além de incrementar o peso vivo, manter a produção de urina, diminuir o grau de depressão clínica e prevenir o desenvolvimento de acidose metabólica, em comparação com o tratamento que fornecia apenas sucedâneo lácteo.

Tabela 1.1 - Formulação de soluções orais de eletrólitos para a reidratação de bezerros

Referência	Na+ (mmol/L)	K+ (mmol/L)	Mg+2 (mmol/L)	Cl- (mmol/L)	Fosfato (mmol/L)	Glicose (mmol/L)	Base metabolizável (não HCO_3,		Glutamina (mmol/L)	Glicina (mmol/L)	Bicarbonato (mmol/L)	Osmolaridade (mOsm/L)
							Propionato e acetato	Citrato				
Michell et al., 1992; Brooks et al., 1996, 1997	50	20	0	40	5	160	0	10	0	20	0	305
Heath et al., 1989	105	20	0	35	0	180	0	10	0	0	80	430
Naylor et al., 1990	113	26	0	51	0	166	0	0	0	36	80	472
Naylor et al., 1990	120	20	0	50	0	120	80	8	0	40	0	438
Michell et al., 1992	120	15		55	0	180	80	0	0	30	0	480
Brooks et al., 1996	133	20	0	60	0	378	70	16	0	0	80	770
Brooks et al., 1997	120	30	6	100	0	378	30	17	30	0	80	791
Brooks et al., 1997	120	30	6	100	0	378	30	0	0	0	80	761
Brooks et al., 1997	120	20	0	60	0	378	30	0	0	0	0	705
Constable; Thomas; Boisrame, 2001	81	24	5	53	6	85	53	0	0	0	0	307
Constable; Thomas; Boisrame, 2001	110	25	2	74	5	330	60	0	0	0	50-80	606
Kehoe; Heinrichs, 2006	70-145	20-30	0	50-100	0	<200	-	-	0	<145	-	-
Bachmann et al., 2009	111	25	0	59	0	Glicose	-	-	-	-	0	823
Smith 2009	90-130	10--20	0	40-80	0	2%	-	-	0	0	0	500-600
Smith; Berchtold, 2014	90-130	10--20	0	40-80	0	2%	-	-	0	0	0	400-600

Num estudo realizado por Garthwaite e colaboradores (1994), foram testados três métodos de reidratação: fornecimento apenas de solução de reidratação oral, seguido de um gradual retorno ao leite após dois dias; interrupção parcial do fornecimento de leite, onde os animais recebiam pequenas quantidades (2.5% do peso corporal por dois dias seguido de 5% do peso corporal por dois dias), com solução oral de eletrólitos; e o fornecimento contínuo de leite (10% do peso vivo por dia) com solução oral de eletrólitos. Não houve diferença significativa na severidade ou duração da diarreia entre os diferentes tratamentos. No entanto, aqueles animais que receberam leite e a solução com eletrólitos ganharam mais peso do que os animais do primeiro método de reidratação. Os animais que continuaram recebendo leite ganharam mais peso durante o período experimental, e os animais dos outros tratamentos perderam peso.

Bachmann et al. (2009) realizaram uma pesquisa utilizando soluções eletrólíticas misturadas na água ou no sucedâneo lácteo (Glutellac (Bayer AG, Leverkusen, Germany), Boviferm (Chevita GmbH, Pfaffenhofen, Germany), Lytafit (Albrecht GmbH, Aulendorf, Germany) e Lectade Plus (Pfizer Inc. Animal Health Group, New York, NY)) e concluíram que aqueles animais que receberam a mistura de solução eletrolítica junto com a dieta líquida tiveram maior expansão do volume plasmático, sendo o mais eficiente em corrigir a desidratação do bezerro diarreico.

Durante o período de diarreia os animais tendem a aumentar o consumo de água como consequência das perdas deste fluído nas fezes (JENNY et al., 1978; KERTZ et al., 1984; WENGE et al., 2014). Existem evidencias de que animais recebendo soluções eletrolíticas orais misturadas com a dieta líquida consomem maior quantidade de água em comparação com aqueles que recebem a terapia de hidratação oral separada da dieta líquida. Isso ocorre por que estas soluções provocam sensação de sede, incrementando o consumo de água voluntário. No entanto, este tipo de tratamento demanda o fornecimento de água *ad libitum* de modo de evitar situações de hipernatremia (WENGE et al., 2014).

As soluções eletrolíticas fornecidas junto com a dieta líquida com disponibilidade de água *ad libitum*, são um método simples de reidratação para animais com quadro de diarreia, que simplificam o trabalho do produtor (WENGE et al., 2014; BACHMANN et al., 2012; GOODELL et al., 2012). Em contrapartida, outras soluções orais eletrolíticas devem ser fornecidas num horário afastado daquele utilizado para o aleitamento dos animais de modo que não seja comprometida a formação do coágulo

no abomaso, o que significa trabalho extra para o produtor (SMITH e BERCHTOLD, 2014).

Soluções hiperosmóticas deixam mais rapidamente o abomaso do que as soluções iso-osmóticas, e são, portanto, mais rapidamente absorvidas após o seu consumo; a taxa ótima de esvaziamento abomasal ocorre com soluções de eletrólitos entre 400 e 600 mOsm/L (BELL; RAZIG, 1973).

As mudanças nas concentrações séricas dos íons devem ser interpretadas juntamente com as alterações na concentração total de CO_2 (TCO_2) e pH, pois a dinâmica dos íons nos líquidos extra e intracelular é modificada nos casos de acidose ou alcalose metabólica (ADROGUE; MADIAS, 1981).

O pH do sangue venoso dos bovinos varia de 7,31 a 7,41, sendo de extrema importância a sua manutenção dentro destes valores, devido a sua influencia na atividade de numerosas enzimas que atuam em determinada faixa de pH (RADOSTITS et al., 2006; HOUPT, 2006). Esta manutenção do pH é devida ao balanço entre íons intra e extracelulares, o que ocorre por três vias metabólicas que estão interligadas: os tampões intra e extracelulares; a eliminação de CO_2 via pulmonar; e regulação renal de íons H^+ e HCO_3 (HOUPT, 2006). A primeira destas vias é constituída por pares conjugados de ácidos e bases fracas, as quais são capazes de doar ou receber prótons, respectivamente. Enquanto no meio extracelular o tamponamento é realizado pelo sistema bicarbonato/ácido carbônico, no meio intracelular ocorre pela ação de proteínas, fosfatos orgânicos e inorgânicos, sendo a hemoglobina atuante nos glóbulos vermelhos (HOUPT, 2006).

Para determinar a concentração de ácido carbônico (H_2CO_3) no sangue, é realizada a medição de $PACO_2$ (pressão arterial parcial de CO2), uma vez que existe uma relação direta entre os mesmos. O valor do $PACO_2$ é de 40 mmHg e a constante de CO_2 no sangue é de 0,03 x $PACO_2$. Para o monitoramento do pH no líquido extracelular é utilizada a concentração de $PACO_2$ e a concentração sérica do íon (FREITAS et al., 2010). O sistema respiratório também interfere no controle do pH uma vez que os pulmões respondem rapidamente às modificações de pH, alterando a taxa de remoção de CO_2 do sangue e, consequentemente, a taxa de H_2CO_3 (HOUPT, 2006).

Uma ferramenta para a avaliação do estado ácido-base e prognóstico do quadro clínico é a hemogasometria. Os valores de pH se associam de forma direta à atividade metabólica e respiratória, portanto quando existe uma mudança nos valores

considerados normais de $PACO_2$ (34,7 a 44 mmHg), tanto acima quanto abaixo, há um desequilíbrio no balanço ácido-base conhecido como alcalose ou acidose respiratória (FREITAS et al., 2010).

O bicarbonato é o principal encarregado da manutenção do pH sanguíneo, sendo sua concentração no plasma de aproximadamente 27mmol/L. Animais com diarreia podem sofrer acidose metabólica por causa da diminuição de HCO_3 em sangue a menos de 20 mmol/L (KASARI; NAYLOR, 1986). O dióxido de carbono total (TCO_2) é a soma dos valores de bicarbonato e CO_2 dissolvido, dando uma estimativa grosseira do estado ácido-base do animal, variando para os bovinos de 25,6 a 33,4 mEq/L, sendo valores acima ou abaixo destes indicativos de alcalose e acidose, respetivamente (FREITAS et al., 2010).

Como visto até agora, todas as mudanças no equilíbrio ácido-base produzem uma resposta do organismo o qual tenta corrigir o desbalanço no pH para retornar ao estado de homeostase. É por isto que resulta imprescindível o conhecimento do funcionamento destes mecanismos de regulação, a fim de poder interpretar a informação e poder fazer um tratamento adequado do animal.

Referências

ADROGUE, H.J.; MADIAS, N.E. Changes in plasma potassium concentration during acute acid-base disturbances. **The American Journal of Medicine**, New York, v. 71, p. 456-467, 1981.

ANDERSON, K.L.; NAGARAJA, T.G.; MORRILL, J.L. Ruminal and metabolic development in calves weaned conventionally or early. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 70, p. 1000–1005, 1987.

APPLEBY, M.C.; WEARY, D.M.; CHUA, B. Performance and feeding behavior of calves on ad libitum milk from artificial teats. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 74, p. 191–201, 2001.

ATKINS, F.M; METCALFE, D.D. The diagnosis and treatment of food allergy. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v. 4, p. 233-55, 1984.

AVERY, E.; SNYDER, J.D. Oral therapy for acute diarrhoea. **New England Journal of Medicine**, Boston, v. 323, p 891-894, 1990.

BACHMANN, L.; SCHMIDT, B.; RAUWOLF, U.; WENGE, J.; COENEN, M. Change of plasma volume, osmolality, and acid–base status in healthy calves after feeding of milk and water-and milk-based oral rehydration solutions. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, p. 6006-6014, 2012.

BACHMANN, L.; HOMEIER, T.; ARLT, S.; BRUECKNER, M.; RAWEL, H.; DEINER, C.; HARTMANN, H. Influence of different oral rehydration solutions on abomasal conditions and the acid-base status of suckling calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, p. 1649-1659, 2009.

BAR-PELED, U.; ROBINZON, B.; MALTZ, E.; TAGARI, H.; FOLMAN, Y.; BRUCKENTAL, I.; VOET, H.; GACITUA, H.; LEHRER, A.R. increased weight gain and effects on production parameters of holstein heifer calves that were allowed to suckle from birth to six weeks of age. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 2523–2528, 1997.

BARRATT, M.E.J.; STRACHAN, P.J.; PORTER, P. Immunologically mediated disturbances associated with soya protein antigens. **Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 38, p. 143-150, 1979.

BASCOM, S.A.; JAMES, R.E.; MCGILLIARD, M.L.; VAN AMBURGH, M. Influence of dietary fat and protein on body composition of jersey bull calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 5600–5609, 2007.

BELL, F.R.; RAZIG, S.A.D. Gastric emptying and secretion in the milk-fed calf. **The Journal of Physiology**, Cambridge, v. 228, p. 499-512, 1973.

BELLAMY, J.E.C.; NIELSEN, N.O. Immune-mediated emigration of neutrophils into the lumen of the small intestine. **Infection and Immunity**, Washington, v. 9, p. 415-419, 1974.

BLANCHARD, P.C. Diagnostics of dairy and beef cattle diarrhea. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, Maryland Heights, v. 28, p. 443-464, 2012.

BORDERAS, T.F.; DE PASSILLÉ, A.M.B.; RUSHEN, J. Feeding behavior of calves fed small or large amounts of milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, p. 2843–2852, 2009.

BROOKS, H.W.; HALL, G.A.; WAGSTAFF, A.J.; MICHELL, A.R. Detrimental Effects on villus form during conventional oral rehydration therapy for diarrhoea in calves; alleviation by a nutrient oral rehydration solution containing glutamine. **The Veterinary Journal**, London, v. 155, p. 263-274, 1998.

BROOKS, H.W.; WHITE, D.G.; WAGSTAFF, A.J.; MICHELL, A.R. Evaluation of a nutritive oral rehydration solution for the treatment of calf diarrhoea. **British Veterinary Journal**, London, v. 152, p. 699-708, 1996.

_____. Evaluation of a glutamine-containing oral rehydration solution for the treatment of calf diarrhoea using an *Escherichia coli* model. **The Veterinary Journal**, London, v. 153, p. 163-170, 1997.

BROWN, E.G.; VANDEHAAR, M.J.; DANIELS, K.M.; LIESMAN, J.S.; CHAPIN, L.T.; KEISLER, D.H.; WEBER NIELSEN, M.S. Effect of increasing energy and protein intake on body growth and carcass composition of heifer calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 585–594, 2005.

BUENAU, R. VON.; JAEKEL, L.; SCHUBOTZ, E.; SCHWARZ, S.; STROFF, T.; KRUEGER, M. *Escherichia coli* strain nissle 1917: significant reduction of neonatal calf diarrhea. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 317–323, 2005.

CAMPOS, O.F.; HUBER, J.T.; BERGEN, W.G. Partial substitution of milk protein with spray-dried fish soluble or soy protein concentrates in calf milk replacers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, p. 1240-1246, 1982.

CHUA, B.; COENEN, E.; VAN DELEN, J.; WEARY, D.M. Effects of pair versus individual housing on the behavior and performance of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p. 360–364, 2002.

COBLENTZ, E.; MORRILL, J.L.; PARRISH, D.B.; DAYTON, A.D. Nutritive value of thermoalkali-processed soy materials for young calves and rats. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 59, p. 481-490, 1976.

CONNEELY, M.; BERRY, D.P.; MURPHY, J.P.; LORENZ, I.; DOHERTY, M.L.; KENNEDY, E. Effects of milk feeding volume and frequency on body weight and health of dairy heifer calves. **Livestock Science,** Foulum, v. 161, p. 90–94, 2014.

CONSTABLE, P.D. Fluid and electrolyte therapy in ruminants. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 19, p. 557-597, 2003.

_____. Antimicrobial use in the treatment of calf diarrhea. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Lawrence, v. 18, p. 8–17, 2004.

CONSTABLE, P.D.; THOMAS, E.; BOISRAME, B. Comparison of two oral electrolyte solutions for the treatment of dehydrated calves with experimentally-induced diarrhoea. **The Veterinary Journal**, London, v. 162, p. 129–140, 2001.

CONSTABLE, P.D.; STÄMPFLI, H.R.; NAVETAT, H.; BERCHTOLD, J.; SCHELCHER, F. Use of a quantitative strong ion approach to determine the mechanism for acid–base abnormalities in sick calves with or without diarrhea. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Lawrence, v. 19, p. 581-589, 2005.

CORNAGLIA, E.M.; FERNÁNDEZ, F.M.; GOTTSCHALK, M.; BARRANDEGUY M.E.; LUCHELLI, A.; PASINI, M.I.; SAIFF, L.J.; PARRAUD, J.R.; ROMAT, A.; SCHUDEL, A.A. Reduction in morbidity due to diarrhea in nursing beef calves by use of an inactivated oil-adjuvanted rotavirus- *Escherichia coli* vaccine in the dam. **Veterinary Microbiology**, Amsterdam, v. 30, p. 191-202, 1992.

COWLES, K.E.; WHITE, R.A.; WHITEHOUSE, N.L.; ERICKSON, P.S. Growth characteristics of calves fed an intensified milk replacer regimen with additional lactoferrin. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 4835–4845, 2006.

DAS, S.M.; REDBO, I.; WIKTORSSON, H. Effect of age of calf on suckling behaviour and other behavioural activities of Zebu and crossbred calves during restricted suckling periods. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 67, p. 47-57, 2000.

DAVIS, C.L.; DRACKLEY, J.K. **The development nutrition and management of the young calf.** Ames: Iowa State University Press, 1998, 339 p.

DAVIS RINCKER, L.E.; VANDEHAAR, M.J.; WOLF, C.A.; LIESMAN, J.S.; CHAPIN, L.T.; WEBER NIELSEN, M.S. Effect of intensified feeding of heifer calves on growth, pubertal age, calving age, milk yield, and economics. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, p. 3554–3567, 2011.

DÉCHELOTTE, P.; DARMAUN, D.; RONGIER, M.; HECKETSWEILER, B.; RIGAL, O.; DESJEUX, J F. Absorption and metabolic effects of enterally administered glutamine in humans. **The American Journal of Physiology**, Baltimore, v. 260, p. 677-682, 1991.

DE PASSILLÉ, A.M.; MARNET, P.G.; LAPIERRE, H.; RUSHEN, J. Effects of twice-daily nursing on milk ejection and milk yield during nursing and milking in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 1416–1422, 2008.

DE PAULA VIEIRA, A.; GUESDON, V.; DE PASSILLÉ, A.M.; VON KEY- SERLINGK, M.A.G.; WEARY, D.M. Behavioural indicators of hunger in dairy calves. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 109, p. 180–189, 2008.

DESJEUX, J.F.; BRIEND, A.; BUTZNER, J.D. Oral rehydration solution in the year 2000: pathophysiology, efficacy and effectiveness. **Baillière's Clinical Gastroenterology**, Rotterdam, v. 11, p. 509-527, 1997.

DESJEUX, J.F.; TANNENBAUM, C.; TAI, Y.H.; CURRAN, P.F. Effects of sugars and amino acids on sodium movement across small intestine. **American Journal of Diseases of Children**, Chicago, v. 131, p. 331-340, 1977.

DRACKLEY, J.K. Calf nutrition from birth to breeding. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 24, p. 55-86, 2008.

DRACKLEY, J.K.; POLLARD, B.C.; DANN, H.M.; STAMEY, J.A. First lactation milk production for cows fed control or intensified milk replacer programs as calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 614, 2007.

EGBERTS, H.J.A.; KONINKX, J.F.J.G.; VAN DIJK, J.E.; MOUWEN, J.M.V.M. Biological and pathobiological aspects of the glycocalyx of the small intestinal epithelium: a review. **Veterinary Quarterly**, The Hague, v. 6, p. 186-199, 1984.

FAYE, B; KONUSPAYEVA, G. The sustainability challenge to the dairy sector and the growing importance of non-cattle milk production worldwide. **International Dairy Journal**, Barking, v. 24, p. 50-56, 2012.

FREITAS, M.D.; FERREIRA, M.G.; FERREIRA, P.M.; CARVALHO, A.U.; PEREIRA LAGE, A.; HEINEMANN, M.B.; FACURY FILHO, E.J. Equilíbrio eletrolítico e ácido-base em bovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, p. 2608-2615, 2010.

FLOWER, F.C.; WEARY, D.M. Effects of early separation on the daily cow and calf: 2. Separation at 1 day and 2 weeks after birth. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 70, p. 275–284, 2001.

FOOTE, M.R.; NONNECKE, B.J.; BEITZ, D.C.; WATERS, W.R. High growth rate fails to enhance adaptive immune responses of neonatal calves and is associated with reduced lymphocyte viability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 404–417, 2007.

FOSTER, D.M.; SMITH, G.W. Pathophysiology of diarrhea in calves. **The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 25, p. 13-36, 2009.

GARDEMANN, A.; WATANABE, Y.; GROSSE, V.; HESSE, S.; JUNGERMANN, K. Increases in intestinal glucose absorption and hepatic glucose uptake elicited by luminal but not vascular glutamine in the jointly perfused small intestine and liver of the rat. **The Biochemical Journal**, London, v. 283, p. 759-765, 1992.

GARTHWAITE, B.D.; DRACKLEY, J.K.; MCCOY, G.C.; JASTER, E.H. Whole milk and oral rehydration solution for calves with diarrhea of spontaneous origin. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, p. 835-843, 1994.

GHORBANI, G.R.; KOWSAR, R.; ALIKHANI, M.; NIKKHAH, A. Soymilk as a novel milk replacer to stimulate early calf starter intake and reduce weaning age and costs. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 5692–5697, 2007.

GODDEN, S.M.; FETROW, J.P.; FEIRTAG, J.M.; GREEN, L.R.; WELLS, S.J. Economic analysis of feeding pasteurized nonsalable milk versus conventional milk replacer to dairy calves. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 226, n. 9, p. 1547-1554, 2005.

GOODELL, G.M.; CAMPBELL, J.; HOEJVANG-NIELSEN, L.; STANSEN, W.; CONSTABLE, P.D. An alkalinizing oral rehydration solution containing lecithin-coated citrus fiber is superior to a nonalkalinizing solution in treating 360 calves with naturally acquired diarrhea. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, p. 6677-6686, 2012.

GORRILL, A.D.L.; THOMAS, J.W. Body weight changes, pancreas size and enzyme activity, and proteolytic enzyme activity and protein digestion in intestinal contents from calves fed soybean and milk protein diets. **The Journal of Nutrition**, Rockville, v. 92, p. 215-223, 1967.

GUILLOTEAU, P.; CORRING, T.; CHAYVIALLE, J.A.; BERNARD, C.; SISSONS, J.W.; TOULLEC, R.; BEAUFILS, M.; CONNAN, M.; GUEUGNEAU, A.M.; LESNE, M. Effect of soya protein on digestive enzymes, gut hormone and anti-soya antibody plasma levels in the preruminant calf. **Reproduction Nutrition Development**, Les Ulis Cedex, v. 26, p.717-728, 1986.

HEATH, S.E.; NAYLOR, J.M.; GUEDO, B.L.; PETRIE, L.; ROUSSEAUX, C.G.; RADOSTITS, O.M. The effects of feeding milk to diarrheic calves supplemented with

oral electrolytes. **Canadian Journal of Veterinary Research,** Ottawa, v. 53, p. 477-485, 1989.

HEINRICHS, A.J. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, p. 3179–3187, 1993.

HEPOLA, H. Milk feeding systems for dairy calves in groups: effects on feed intake, growth and health. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 80, p. 233–243, 2003.

HUBER, J.T.; SILVA, A.G.; CAMPOS, O.F.; MATHIEU, C.M. Influence of feeding different amounts of milk on performance, health, and absorption capability of baby calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, p. 2957-2963, 1984.

HUISMAN, J. Antinutritional factors (ANFs) in the nutrition of monogastric farm animals. In: van WEERDEN, E.J.; HUISMAN,J. (ED.). **Nutrition and digestive physiology in monogastric farm animals**. Wageningen: Pudoc, 1989. p. 17-35.

JASPER, J.; WEARY, D.M. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p. 3054–3058, 2002.

JENNY, B.F.; MILLS, S.E.; JOHNSTON, W.E. O'DELL, G.D. Effect of fluid intake and dry matter concentration on scours and water intake in calves fed once daily. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 61, p. 765-770, 1978.

KAO, H.W.; ZIPSER, R.D. Exaggerated prostaglandin production by colonic smooth muscle in rabbit colitis. **Digestive Diseases and Sciences**, New York, v. 33, p. 697-704, 1988.

KASARI, T.R.; NAYLOR, J.M. Further studies on the clinical features and clinico-pathological findings of a syndrome of metabolic acidosis with minimal dehydration in neonatal calves. **Canadian Journal of Veterinary Research**, Ottawa, v. 50, n. 4, p. 502–508, 1986.

KEHOE, S.; HEINRICHS, J. Electrolytes for dairy calves. **Dairy and Animal Science**, Pennsylvania, v. 1, p. 1-9, 2006.

KELLUM, J.A. Determinants of blood pH in health and disease John. **Critical Care**, Baltimore, v. 4, p. 6-14, 2000.

KERTZ, A.F.; PREWITT, L.R.; EVERETT JR., J.P. An early weaning calf program: summarization and review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 62, p. 1835-1843, 1979.

KERTZ, A.F.; REUTZEL, L.F.; MAHONEY, J.H. Ad libitum water intake by neonatal calves and its relationship to calf starter intake, weight gain, feces score, and season. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 67, p. 2964-2969, 1984.

KHAN, M.A.; LEE, H.J.; LEE, W.S.; KIM, H.S.; KIM, S.B.; KI, K.S.; HA, J.K.; LEE, H.G.; CHOI, Y.J. Pre-and post weaning performance of holstein female calves fed

milk through step-down and conventional methods. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 876–885, 2007.

KILSHAW, P.J.; SISSONS, J.W. Gastrointestinal allergy to soybean protein in pre-ruminant calves: antibody production and digestive disturbances in calves fed heated soybean flour. **Research in Veterinary Science**, London, v. 27, p. 361-365, 1979.

KILSHAW, P.J.; SLADE, H. Passage of ingested protein into the blood during gastrointestinal hypersensitivity reactions: experiments in the preruminant calf. **Clinical and Experimental Immunology**, Oxford, v. 41, p. 575-582, 1980.

_____. Villus atrophy and crypt elongation in the small intestine of preruminant calves fed with heated soyabean flour or wheat gluten. **Research in Veterinary Science**, London, v. 33, p. 305-308, 1982.

KLEIN-JÖBSTL, D.; IWERSEN, M.; DRILLICH, M. Farm characteristics and calf management practices on dairy farms with and without diarrhea: a case-control study to investigate risk factors for calf diarrhea. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, p. 5110-5119, 2014.

LALLÈS, J.P. Nutritional and antinutritional aspects of soyabean and field pea proteins used in veal calf production: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 34, p. 181-202, 1993.

LALLÈS, J.P.; DRÉAU, D.; HUET, A.; TOULLEC, R. Systemic and local gut-specific antibody responses in preruminant calves sensitive to soya. **Research in Veterinary Science**, London, v. 59, p. 56-60, 1995.

LALLÈS, J.P.; TUKUR, H.M.; TOULLEC, R.; MILLER, B.G. Analytical criteria for predicting apparent digestibility of soybean protein in preruminant calves. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 79, p. 475-482, 1996.

LALLÈS, J.P.; DRÉAU, D.; FÉMÉNIA, F.; PARODI, L.; TOULLEC, R. Feeding heated soyabean flour increases the density of B and T lymphocytes in the small intestine of calves. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, Amsterdam, v. 52, p. 105-115, 1996.

LAMMERS, B.P.; HEINRICHS, A.J.; AYDIN, A. The effect of whey protein concentrate or dried skim milk in milk replacer on calf performance and blood metabolites. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 1940-1945, 1998.

LANDS, W.E.M. Control of prostaglandin biosynthesis. **Progress in Lipid Research**, Oxford, v. 20, p. 875-883, 1981.

MACDONALD, K.A.; PENNO, J.W.; BRYANT, A.M.; ROCHE, J.R. Effect of feeding level pre-and post-puberty and body weight at first calving on growth, milk production, and fertility in grazing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 3363–3375, 2002.

MALIK, K.U. Interaction of arachidonic acid metabolites and adrenergic nervous system. **The American Journal of the Medical Sciences**, Charleston, v. 295, p. 280-286, 1998.

MEYER, M.J.; CAPUCO, A.V.; ROSS, D.A.; LINTAULT, L.M.; VAN AMBURGH, M.E. Developmental and nutritional regulation of the prepubertal bovine mammary gland: ii. Epithelial cell proliferation, parenchymal accretion rate, and allometric growth. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 4298–4304, 2006.

MICHELL, A.R.; BROOKS, H.W.; WHITE, D.G.; WAGSTAFF, A.J. The comparative effectiveness of three commercial oral solutions in correcting fluid, electrolyte and acid-base disturbances caused by calf diarrhoea. **The British Veterinary Journal**, London, v. 148, p. 507-522, 1992.

MOALLEM, U.; WERNER, D.; LEHRER, H.; ZACHUT, M.; LIVSHITZ, L.; YAKOBY, S.; SHAMAY, A. Long-term effects of ad libitum whole milk prior to weaning and prepubertal protein supplementation on skeletal growth rate and first-lactation milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 2639–2650, 2010.

MONTAGNE, L.; TOULLEC, R.; SAVIDGE, T.; LALLÈS, J.P. Morphology and enzyme activities of the small intestine are modulated by dietary protein source in the preruminant calf. **Reproduction Nutrition Development**, Les Ulis Cedex, v. 39, p. 455-466, 1999.

MORRISON, S.J; WICKS, H.C.F.; FALLON, R.J.; TWIGGE, J.; DAWSON, L.E.R.; WYLIE, A.R.G.; CARSON, A.F. Effects of feeding level and protein content of milk replacer on the performance of dairy herd replacements. **Animal**, Theix, v. 3, p. 1570–1579, 2009.

NATIONAL ANIMAL HEALTH MONITORING SYSTEM. **Dairy herd management practices focusing on pre-weaned heifers.** Fort Collins: USDA, Animal and Plant Health Inspection Service, Veterinary Services, 1993. 36 p.

_____. **Dairy herd management practices focusing on preweaned heifers.** Fort Collins: USDA, Animal and Plant Health Inspection Service, Veterinary Services, 1996. 1007 p.

NAYLOR, J.M.; PETRIE, L.; RODRIGUEZ, M.I.; SKILNICK, P. A comparison of three oral electrolyte solutions in the treatment of diarrheic calves. **The Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v. 31, p. 753-760, 1990.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington: National Academy of Sciences, 2001. 408 p.

NITSAN, Z.; VOLCANI, R.; HASDAI, A.; GORDIN, S. Soybean protein substitute for milk protein in milk replacers for suckling calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 55, p. 811-821, 1972.

NONNECKE, B.J.; FOOTE, M.R.; SMITH, J.M.; PESCH, B.A.; VAN AMBURGH, M.E. Composition and functional capacity of blood mononuclear leukocyte populations

from neonatal calves on standard and intensified milk replacer diets. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 3592–3604, 2003.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Perspectivas agrícolas 2013. **Agricultural Outlook,** Paris, 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/ar111s/ar111s.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2015.

OLIW, E.; GRANSTROM, E.; ANGGARD, E. The prostaglandins and essential fatty acids. In: PACE-ASCIAK, C.; GRANSTROM, E. **Prostaglandins and related substances**. Amsterdam: Elsevier, 1983. chap. 1, p. 1-44.

OTTERBY, D.E; LINN, J.G. Advances in nutrition and management of calves and heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, p. 1365-1377, 1981.

PEDERSEN, H.E.; SISSONS, J.W. Effect of antigenic soyabean protein on the physiology and morphology of the gut in the preruminant calf. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 64, p. 183-184, 1984.

PHILLIPS, R.W.; LEWIS, L.D.; KNOX, K.L. Alterations in body water turnover and distribution in neonatal calves with acute diarrhea. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 176, p. 231-234, 1971.

PUSZTAI, A.; BARDOCZ, S. Biological effects of plant lectins on the gastrointestinal tract: metabolic consequences and applications. **Trends in Glycoscience and Glycotechnology**, Tokai, v. 8, p. 149-165, 2009.

QUIGLEY, J.D.; MARTIN, K.R.; BEMIS, D.A.; POTGIETER, L.N.D.; REINEMEYER, C.R.; ROHRBACH, B.W.; DOWLEN, H.H.; LAMAR, K.C. Effects of housing and colostrum feeding on serum immunoglobulins, growth, and fecal scores of jersey calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, p. 893-901, 1995.

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 Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 207-216, 2006.

RADOSTITS, O.M.; LESLIE, K.E.; FETROW, J. **Food animal production medicine**. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1994. v. 1, 631 p.

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**, Champaign, v. 92, p. 799–809, 2009.

RAMSEY, H.A.; WILLARD, T.R. Soy Protein for Milk Replacers. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 58, p. 436-441, 1975.

RIORDAN, T.F.; EVERITT, G.C. Effects of pre-weaning nutrition on subsequent growth rate, feed conversion efficiency and carcass composition of identical twin

steers. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, Hamilton, v. 32, p. 26–38, 1972.

ROY, J.H.B.; STOBO, I.J.F.; SHOTTON, S.M.; GANDERTON, P.; GILLIES, C.M. The nutritive value of non-milk proteins for the preruminant calf. The effect of replacement of milk protein by soya-bean flour or fish-protein concentrate. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 38, p. 167-187, 1977.

ROY, J.H.B. Factors affecting susceptibility of calves to disease. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, p. 650-664, 1980.

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, p. 361-370, 2015.

SCHRAMA, J.W.; ROEFS, J.P.A.; GORSSEN, J.; HEETKAMP, M.J.W.; VERSTEGEN, M.W.A. Alteration of heat production in young calves in relation posture. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, p. 2254-2262, 1995.

SEEGRABER, F.J.; MORRILL, J.L. Effect of soy protein on calves' intestinal absorptive ability and morphology determined by scanning electron microscopy. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, p. 1962-1970, 1982.

SEJRSEN, K.; PURUP, S.; VESTERGAARD, M.; FOLDAGER, J. High body weight gain and reduced bovine mammary growth: physiological basis and implications for milk yield potential. **Domestic Animal Endocrinology**, Stoneham, v. 19, p. 93–104, 2000.

SILVA, J.T. **Aminoácidos limitantes para o desempenho de bezerros leiteiros: avaliação de teores ótimos e via de fornecimento**. 2014. 122 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

SILVA, L.F.P.; VANDEHAAR, M.J.; WHITLOCK, B.K.; RADCLIFF, R.P.; TUCKER, H.A. Short communication: relationship between body growth and mammary development in dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p. 2600–2602, 2002.

SINHA, Y.N.; TUCKER, H.A. Mammary development and heifers from birth through the estrous cycle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 52, p. 507-512, 1969.

SISSONS, J.W. Effects of soya-bean products on digestive processes in the gastrointestinal tract of preruminant calves. **Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 41, p. 53-61, 1982.

SISSONS, J.W.; SMITH, R.H. The effect of different diets including those containing soyabean products, on digesta movement and water and nitrogen absorption in the small intestine of the pre-ruminant calf. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 36, p. 421-438, 1976.

SMITH, J.W. Treatment of calf diarrhea: oral fluid therapy. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 25, p. 55-72, 2009.

SMITH, J.W.; BERCHTOLD, J. Fluid therapy in calves. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 30, p. 409-427, 2014.

SOBERON, F.; RAFFRENATO, E.; EVERETT, R.W.; VAN AMBURGH, M.E. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, p. 783–793, 2012.

SOUBA, W.W.; PACITTI, A.J. How amino acids get into cells: mechanisms, models, menus, and mediators. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, Silver Spring, v. 16, p. 569-578, 1992.

SWANSON, E.W.; POFFENBARGER, J.I. Mammary gland development of dairy heifers during their first gestation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 62, p. 702-714, 1979.

TERRÉ, M.; DEVANT, M.; BACH, A. Effect of level of milk replacer fed to Holstein calves on performance during the preweaning period and starter digestibility at weaning. **Livestock Science**, Foulum, v. 110, p. 82–88, 2007.

TIZARD, I.R. **Imunologia veterinária**. 8. ed. São Paulo: Elsevier, 2009. 608 p.

VAN DER HULST, R.R.W.J.; VON MEYENFELDT, M.F.; DEUTZ, N.E.P.; SOETERS, P.B.; BRUMMER, R.J.M.; VON KREEL, B.K.; ARENDS, J.W. Glutamine and the preservation of gut integrity. **The Lancet**, London, v. 341, p. 1363-1365, 1993.

VAN DIJK, J.E.; FLEDDERUS, A.; MOUWEN, J.M.V.M.; HOLZHAUER, C. Gastrointestinal food allergy and its role in large domestic animals. **Veterinary Research Communications**, Amsterdam, v. 12, p. 47-59, 1988.

VAN DONKERSGOED, J.; RIBBLE, C.S.; BOYER, L.G.; TOWNSEND, H.G.G. Epidemiological study of enzootic pneumonia in dairy calves in Saskatchewan. **Canadian Journal of Veterinary Research**, Ottawa, v. 57, p. 247-254, 1993.

WALKER, W.A. Host defense mechanisms in the gastrointestinal tract. **Pediatrics**, Boston, v. 57, p. 901-916, 1976.

WENGE, J.; STEINHÖFEL, I.; HEINRICH, C.; COENENA, M.; BACHMANN, L. Water and concentrate intake, weight gain and duration of diarrhea in young suckling calves on different diets. **Livestock Science**, Foulum, v. 159, p. 133-140, 2014.

WRIGHT, A.K.; GIGER, R.; ARNOLD, T.M.; JANZEN, E.D. An episode of diarrhea in calves of a well-managed dairy herd. **Canadian Journal of Veterinary Research**, Ottawa, v. 36, p. 36-38, 1995.

ZANTON, G.I.; HEINRICHS, A.J. Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein heifers on first-lactation production. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 3860–3867, 2005.

2 AUMENTO DO TEOR DE PROTEÍNA BRUTA EM SUCEDÂNEOS LÁCTEOS: EFEITO NA SAÚDE E DESEMPENHO DE BEZERROS LEITEIROS

Resumo

A utilização de sucedâneos lácteos em substituição ao leite é uma alternativa econômica para os sistemas de criação de bezerras de reposição. Contudo, a sua composição é fundamental para obtenção de adequado desempenho e saúde, principalmente em relação ao origem da proteína. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de sucedâneos lácteos com diferente conteúdo proteico no desempenho de bezerros, utilizando o sistema de aleitamento programado com dois volumes diferentes de sucedâneo. Foram utilizados 33 bezerros da raça Holandês, em delineamento de blocos, distribuídos nos tratamentos: 1) Alto volume e baixa proteína (AV/BP): 8 litros, 21,4% PB; 2) Alto volume e alta proteína (AV/AP): 8 litros, 23,7% PB e 3) Baixo volume e alta proteína (BV/AP): 6 litros, 23,7% PB. Após o nascimento, os bezerros receberam 4 L/dia de colostro, em duas refeições diárias até o segundo dia de vida, a partir do qual começaram receber os respectivos tratamentos. Os bezerros foram alojados em abrigos individuais, com livre acesso a água e concentrado. A partir da sétima semana de vida os animais foram gradualmente desaleitados. O consumo de concentrado inicial e o escore fecal dos animais foram registrados diariamente. Semanalmente, foram realizadas pesagens e medidas de crescimento corporal e colheitas de sangue para determinação de metabólitos. O escore fecal foi maior ($P>0,05$) para animais nos tratamentos AV/AP e BV/AP. Os animais nos tratamentos AV/BP permaneceram maior número de dias em diarreia ($P<0,05$), em comparação aos animais aleitados com BV/AP, os quais tiveram menos dias com vida ($P<0,05$). Não houve efeito dos tratamentos para o peso corporal, ganho de peso diário, medidas corporais e consumo de concentrado e total ($P>0,05$). Os tratamentos AV/BP e AV/AP resultaram em maior consumo de sucedâneo ($P<0,05$), conforme planejado, mas não afetaram o consumo de concentrado nem o consumo total de matéria seca ($P>0,05$). Em relação aos metabólitos sanguíneos, a concentração de lactato foi maior ($P<0,05$) para animais nos tratamentos AV/BP e AV/AP enquanto a concentração de proteína total foi maior ($P<0,05$) nos tratamentos AV/BP e BV/AP. Os outros parâmetros metabólicos não foram afetados pelos diferentes manejos alimentares. A utilização de sucedâneos com elevado conteúdo de proteína de origem vegetal afeta negativamente o desempenho de bezerros podendo levar a morte do animal.

Palavras-chave: Aleitamento; Proteína vegetal; Bezerro

Abstract

The use of milk replacer instead of whole milk may be an economical alternative to calf-rearing systems. However, its composition is critical for high performance, especially regarding the origin of the protein. The aim of this study was to evaluate the effect of two milk replacers with different protein content on the performance of calves, using the step-down methods with two different volumes of milk replacers. Thirty-three Holstein calves were used in randomized blocks and distributed in the treatments: 1) High volume and low protein (HV/LP): 8 liters, 21.4%; 2) High volume and high protein (HV/HP): 8 liters, 23.7% CP and 3) Low volume and high protein (LV/LP): 8 liters, 23.7 % PB 6 liters. After birth, calves received 4 L/day of

colostrum twice a day, until the second day of life, from which started their treatments. Animals were housed in individual hutches, with free access to water and starter. Calves were gradually weaned from the seventh week of life. Starter feed intake and fecal score were recorded daily. Weekly, calves were weighed, body measurements taken and blood samples were collected metabolites. Fecal score was higher (P> 0.05) for animals in treatments HV/HP, LV/HP. Animals in treatments HV/LP, HV/HP had greater amount of days in diarrhea (P <0.05), whereas calves of the treatment LV/HP had fewer days alive (P <0.05). There was no effect of treatments for body weight, average daily gain, body measurements and consumption intake (P> 0.05). The treatments HV/LP and HV/HP had a significant effect (P <0.05) on milk replacer intake which was expected due to the increased supply of liquid diet to the animals in these treatments, but did not affect the concentrate intake or total dry matter intake (P>0.05). Regarding blood metabolites, lactate concentration was higher (P <0.05) in animals fed HV/LP and HV/HP and total protein concentration was higher (P <0.05) in treatments HV/LP and LV/HP, while the other metabolic parameters did not differ. The use of substitutes with high vegetable protein content negatively affect the performance of calves and may lead to the animal dead.

Keyword: Feeding; Vegetal protein; Calves

2.1 Introdução

Uma nutrição equilibrada é fundamental para a saúde, bem-estar e produtividade (CONNEELY et al., 2014). O volume e o método de fornecimento da dieta líquida, além de influenciar aspectos imunológicos, comportamentais e econômicos, afeta também o crescimento, o desenvolvimento da glândula mamária e a produção de leite futura, tendo grande efeito no consumo de concentrado, e portanto no desenvolvimento ruminal (BAR-PELED et al., 1997).

Nas primeiras semanas de vida as bezerras consomem quantidades insignificantes de dieta sólida, portanto os nutrientes que utilizarão neste período para seu crescimento provêm quase de forma exclusiva da dieta líquida que consomem. Existem diferentes sistemas de aleitamento, sendo os mais utilizados na atualidade denominados convencional (fornecimento de dieta líquida no volume de 10% do peso vivo (PV) da bezerra), intensivo (acima de 20% do PV do bezerro) e programado (bezerros alimentados com altos volumes de dieta líquida, é redução do volume fornecido dias antes do desaleitamento, para estimular consumo de concentrado) (JASPER; WEARY, 2002; COWLES et al., 2006; DRACKLEY, 2008).

Estudos recentes determinaram que os efeitos do aleitamento dos bezerros na produção de leite futura está associada ao tipo e qualidade dos nutrientes fornecidos (MOALLEM et al., 2010). O leite integral, por possuir o perfil de aminoácidos mais

próximo a aquele exigido pelos animais para seu crescimento, se apresenta como a opção de dieta líquida mais adequada (DAVIS; DRACKLEY, 1998). Entretanto, o leite constitui a principal fonte de renda nas propriedades leiteiras tornando seu fornecimento para os animais custoso e até às vezes inviável. Surge então como alternativa ao leite integral, a utilização de sucedâneo lácteo. O custo elevado dos ingredientes, principalmente proteína proveniente do leite, faz com que a utilização de proteína de fontes vegetais se torne uma alternativa interessante na formulação de sucedâneos lácteos. A soja por sua ampla disponibilidade no mercado, baixo custo em comparação com a proteína do leite, e por seu favorável perfil de aminoácidos é a alternativa mais interessante (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

A utilização de concentrados de proteína de soja e isolados de soja têm conseguido atingir as exigências dos bezerros (OTTERBY; LINN, 1981). Entretanto, o uso destes ingredientes tem resultado em menores desempenhos em comparação com o leite integral (CAMPOS; HUBER; BERGEN, 1982; NITSAN et al., 1972; COBLENTZ et al., 1976; RAMSEY; WILLARD, 1975; ROY et al., 1977). A inclusão destes produtos deve ser cautelosa devido a que o mal processamento ou inclusão excessiva dos mesmos pode reduzir o desempenho dos bezerros ou afetar negativamente a sua saúde. Esta fonte de proteína não forma coágulo no abomaso e pode desencadear processos alérgicos (OTTERBY; LINN, 1981).

Durante as três primeiras semanas de vida o sistema digestivo do bezerro está pobremente adaptado a fontes de proteína que não derivem do leite e é por isto que na composição do sucedâneo deve prevalecer a presença de proteína láctea (DAVIS; DRACKLEY, 1998). Contudo, segundo um estudo realizado por Ghorbani et al. (2007), bezerros com duas a quatro semanas de vida podem ser alimentados com sucedâneos contendo até 50% de proteína de soja sem ter prejudicada a sua saúde e desempenho.

O menor desempenho dos bezerros pode estar associado à presença de fatores antinutricionais tais como inibidores da tripsina (GORRILL; THOMAS, 1967), proteínas antigênicas como glicina e β-conglicina (SISSONS; SMITH, 1976; KILSHAW; SISSONS, 1979; KILSHAW; SLADE, 1980), carboidratos indigestíveis, lecitinas, taninos, etc. (DAVIS; DRACKLEY, 1998). Estes fatores atuam principalmente na digestão e absorção de proteínas, no entanto também tem sido observados efeitos na digestão de carboidratos, utilização de minerais e disponibilidade de vitaminas

(HUISMAN, 1989), podendo ocasionar diarreia e diminuição no desempenho dos animais.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de dois sucedâneos lácteos com diferente conteúdo proteico no desempenho de bezerros da raça holandês, utilizando o sistema de aleitamento programado com dois volumes diferentes de sucedâneo.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Animais, instalações e manejo alimentar

O experimento foi conduzido no bezerreiro experimental “Evilásio de Camargo” do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP/ESALQ, Piracicaba, SP, no período de Outubro a Dezembro de 2015. Foram utilizados 33 bezerros machos inteiros da raça Holandês, provenientes da Fazenda Agrindus Ltda/Descalvado-SP, com idade entre 4 e 9 dias de vida, nascidos no período de 23 de Setembro ao 4 de Novembro de 2014. Após o nascimento, os animais foram separados da mãe, recebendo 2L de colostro na primeira refeição.

Os bezerros foram transportados à área experimental, onde foram alojados em abrigos individuais, sendo contidos por corrente de 1,80 m de comprimento, fixada ao solo em uma das extremidades e acopladas a uma coleira, impedindo deste modo o contato físico entre os bezerros. Os abrigos eram de estrutura de madeira e cobertura de zinco, com suporte para comedouro e balde para água. Este sistema de criação permite mudar o. Os abrigos foram dispostos em local plano com gramado, orientados com a lateral sentido leste-oeste para que em todo momento do dia o animal possua sombra ao seu alcance. Além disso, os abrigos foram mudados de lugar diariamente, de modo que o bezerro sempre tivesse local seco e limpo de fezes para se deitar. Os animais tiveram livre acesso à água e ao concentrado inicial comercial (Ração Bezerra Ag Milk Agroceres Multimix Nutrição Animal Ltda., Rio Claro, São Paulo, Brasil) durante todo o período experimental.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados. Os tratamentos aplicados, de acordo com a composição (Tabela 1.1) e o volume da dieta líquida, foram: 1) Alto volume, Baixa proteína (BV/AP: 8 litros, 21,4% PB (os quais foram fornecidos em três refeições diárias: três litros 6h, dois litros 12h e três litros 18h); 2) Alto volume, Alta proteína (AV/AP: 8 litros, 23,7% PB (os quais foram

fornecidos em três refeições diárias: três litros 6h, dois litros 12h e três litros 18h) e 3) Baixo volume, alta proteína (BV/AP): 6 litros, 23,7% PB (os quais foram fornecidos em três refeições diárias: dois litros 6h, dois litros 12h e dois litros 18h). A partir da sétima semana de vida os animais foram gradualmente desaleitados. Os tratamentos em alto volume (8L/d) tiveram redução de 2L no dia -7 em relação ao desaleitamento, recebendo 6L/d; no dia -5 os três grupos tiveram redução de 2L, recebendo 4L/d; o mesmo ocorreu no dia -3, quando os animais passaram a receber 2L/d (1L pela manhã e outro a tarde); e no dia -1 redução de mais 1L/d. O sucedâneo foi sempre diluído para apresentar 12,5% de sólidos.

2.2.2 Análise Bromatológica

Foram colhidas amostras de concentrado e sucedâneo, as quais foram analisadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia/Esalq/USP. As amostras de concentrado foram moídas em moinho de facas com peneira com crivos de 1 mm para a determinação de matéria seca (MS) em estufa a 105ºC até obter peso constante da amostra, matéria mineral (MM) por incineração completa da amostras após a determinação da matéria seca, extrato etéreo (EE) por extração com éter de petróleo durante cinco horas em extrator Soxhlet de acordo com Association of Official Analytical Chemists – AOAC (1990), energia bruta (EB) através de bomba calorimétrica PARR 1261 (Parr Instrument Company, Moline, Illinois, EUA), proteína bruta (PB) através de combustão, conforme método de Dumas, utilizando-se o analisador de nitrogênio modelo FP-528 (Leco Corporation, St. Joseph, MI, EUA) e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) pelo método descrito por Van Soest, Robertson e Lewis (1991).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram determinados por meio da fórmula proposta por Weiss (1993):

$NDT = 0.98 \times (100 - FDN_N - PB – MM - EE - 1) + 0.93 \times PB + 2.25 \times EE + 0.75 \times (FDN_N - lignina) \times [1 - (lignina/FDN_N)^{0,667}] – 7$

Onde:

FDN_N: N insolúvel no FDN;

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

A composição químico-bromatológica do concentrado inicial e sucedâneo lácteo, utilizados durante o experimento estão apresentadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Composição químico-bromatológica do sucedâneo lácteo e concentrado inicial

	Alimentos		
	Sucedâneo[1]	Sucedâneo[2]	Concentrado[3]
Matéria Seca, %	86,61	96,52	92,78
Matéria Mineral, % MS	11,24	11,24	7,81
Proteína Bruta, % MS	21,39	23,73	22,85
Extrato Etéreo, % MS	13,87	11,64	5,24
FDN, % MS	0,46	0,52	15,98
Nutrientes digestíveis totais (NDT), % MS	-	-	84,20
Energia Bruta, Mcal/kg	4.560,70	4.501,70	-

[1]Feedtech, De Laval Ltda., Campinas, São Paulo, Brasil;
[2]Sucedâneo em teste, De Laval Ltda., Campinas, São Paulo, Brasil;
[3]Ração Bezerra Ag Milk Agroceres Multimix Nutrição Animal Ltda.

2.2.3 Avaliação do desempenho e desenvolvimento corporal

Os animais foram pesados na chegada ao campo experimental e semanalmente, em balança mecânica, sempre antes do fornecimento da dieta líquida do período da manhã, até a 8ª semana de vida quando se encerrou o período experimental. Semanalmente também foram tomadas medidas de altura na cernelha e largura na garupa com o auxílio de régua graduada em centímetros; e perímetro torácico com o auxílio de fita flexível, graduada em centímetros.

O monitoramento do escore fecal foi realizado diariamente através de observações visuais da fluidez das fezes, utilizando-se adaptações do método descrito por Larson et al. (1977). Foi estabelecido um escore de fluidez para as fezes variando de 1 a 5 onde: (1) normais e firmes, (2) consistência pastosa mas com aspecto geral saudável, (3) consistência pastosa e ligeiramente líquida, (4) fezes em grande quantidade líquida e pouca quantidade pastosa, e (5) fezes totalmente líquidas. Foi considerado como diarreia o escore fecal maior ou igual a 3. Após a observação da incidência de diarreia, foi aplicado o protocolo de reidratação durante o período em que o escore permanecer acima ou igual a três. Antibioticoterapia foi realizada somente quando o animal apresentou sintomas de depressão, como recusa da dieta líquida, febre ou fraqueza para se levantar, sendo realizada conforme indicações de médico veterinário.

2.2.4 Análises laboratoriais

Foram colhidas semanalmente amostras para analisar o desempenho e metabolismo dos animais durante a fase de aleitamento. No dia das pesagens de cada animal de acordo com sua idade, foi realizada colheita de sangue, através de punção da veia jugular com auxílio de tubos vacuolizados contendo fluoreto de sódio como antiglicolítico e EDTA de potássio como anticoagulante, para obtenção de plasma, e tubos vacuolizados com ativador de coágulo, para obtenção de soro. As amostras foram centrifugadas a 2000 x *g*, durante 20 minutos, a temperatura de 4º C para a obtenção do plasma e soro sanguíneo. Ambos foram armazenados em microtubos plásticos, os quais foram mantidos em freezer para posterior determinação de glicose plasmática, proteína total, creatinina, ureia, β-hidroxibutirato (BHBA) e albumina.

Foi utilizada uma alíquota do sangue, retirada do tubo contendo anticoagulante, para a realização do hematócrito em capilar. Os capilares foram centrifugados em centrífuga de micro hematócrito Modelo SPIN 1000 (MICROSPIN), a 12.000 x g, durante dez minutos. Após centrifugação foram feitas leituras dos tubos capilares em régua própria para hematócrito, sendo expresso o resultado em porcentagem (%).

Para determinação de glicose plasmática, foi utilizando o kit enzimático GLICOSE HK LIQUIFORM – Ref.: 133-1/500 (LABTEST Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil) por espectrofotometria de ponto final, utilizando filtro de absorbância de 505 nm em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

Foi determinado o conteúdo de proteína total a partir do kit enzimático PROTEÍNAS TOTAIS – Ref.: 99 (LABTEST Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil) por espectrofotometria de ponto final, utilizando filtro de absorbância de 540 nm em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

A determinação de albumina sérica foi realizada através de kit enzimático ALBUMINA – Ref.: 19 (LABTEST Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil) por espectrofotometria de ponto final, utilizando filtro de absorbância de 620 nm em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

A determinação de ureia foi realizada através do sistema enzimático UREIA UV Liquiform – Ref.: 104 (LABTEST Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil) por fotometria em ultravioleta usando cinética de dois pontos (tempo fixo), utilizando filtro de absorbância de 340 nm em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

A análise de creatinina foi realizada através do sistema colorimétrico CREATININA – Ref.: 35 (LABTEST Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil) por espectrofotometria de ponto final, utilizando-se filtro de absorbância de 510 nm com leitura feita em Sistema Automático para Bioquímica - Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

As concentrações de lactato foram determinados utilizando-se o sistema enzimático LACTATO ENZIMÁTICO – Ref.: 138-1/50 (LABTEST Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil), por espectrofotometria de ponto final, utilizando-se filtro de absorbância de 550 nm em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA-200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

A determinação de BHBA foi realizada utilizando-se kit enzimático RANBUT – Ref.: RB1007 (RANDOX Laboratories – Life Sciences Ltd., Crumlin, UK; importado por RANDOX Brasil Ltda., São Paulo, SP, Brasil), utilizando-se filtro de absorbância de 340 nm, em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA-200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

2.2.5 Análise estatística

Os dados foram analisados com o pacote Statistical Analysis System (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Antes das análises propriamente ditas, os dados foram analisados em relação à presença de informações discrepantes (“outliers”) e normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk). Quando a premissa de normalidade não foi atendida, a transformação logarítmica ou pela raiz quadrada foi necessária.

Os dados biométricos e de desempenho foram analisados de acordo com o Proc Mixed para modelos mistos, tendo os dias de coleta (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 e 56) como medidas repetidas. Para as análises, dentre as 15 diferentes estruturas de covariância testadas, a que melhor se ajustou ao modelo estatístico foi escolhida baseado no menor valor do critério de informação Akaike corrigido (AICC) (WANG; GOONEWARDENE, 2004). O modelo incluiu efeitos fixos de Tratamento, Tempo e interação Tempo*Tratamento, bem como a covariável Peso Inicial. Efeito de Bloco, formado em função da data de nascimento dos animais e peso ao nascer, foi incluído no modelo como efeito aleatório.

Os dados de enfermidades também foram analisados de acordo com o Proc Mixed para modelos mistos, tendo os efeitos de Tratamento e da covariável Peso Inicial

como efeitos fixos e do Bloco como efeito aleatório. Nesse caso, quando não foi respeitada a normalidade dos resíduos, tentou-se adicionalmente a distribuição de Poisson, ferramenta está disponível no Proc Glimmix, também do SAS.

Para todas variáveis, a comparação entre os tratamentos foi realizada de acordo com o teste de Tukey ajustado, da mesma forma que para todos os testes realizados foi adotado o nível de significância de 5%.

Abaixo é aprestando o modelo estatístico para os dados sem medidas repetidas no tempo.

$Y_{ijk} = \mu + T_i + PI_j + B_k + e_{ijk}$

Onde:

Y_{ijk} = Variável resposta;

μ = Média geral;

T_i = Efeito fixo de tratamento;

PI_j = Efeito fixo de peso inicial (covariável);

B_k = Efeito aleatório de bloco;

e_{ijk} = Erro experimental aleatório.

As medidas repetidas no tempo foram analisadas conforme o modelo:

$Yijk=\mu+Ti+Ij+TIij+Bk+eijk$

Onde:

Yijk= variável resposta

μ=média geral

Ti=Efeito de tratamento

Ij= efeito de idade

TIij= interação Tratamento X Idade

Bk=Efeito de bloco

eijk= erro experimental

2.3 Resultados e Discussão

Devido a alta exigência proteica dos bezerros na fase de aleitamento, há uma crescente preocupação por parte dos fabricantes em aumentar o conteúdo proteico no sucedâneo. A inclusão de proteína de origem láctea, por ser esse um ingrediente utilizado na alimentação humana, encarece o produto final. Assim, uma opção

utilizada pelos fabricantes é a adição de proteína de origem vegetal. Porém a inclusão deste ingrediente requer cautela com relação à porcentagem utilizada e seu processamento (DAVIS; DRACKLEY, 1998; OTTERBY; LINN, 1981).

O sucedâneo lácteo utilizado no tratamento alto volume/baixa proteína (AV/BP; Tabela 2.1) continha valores de proteína e de extrato etéreo de 21,39% e 13,87% na matéria seca, respectivamente, encontrando-se dentro da faixa de valores recomendados pelo National Research Council - NRC (2001) e mais recentemente por Aita, Fischer e Stumpf (2006). Já em relação ao FDN, Davis e Drackley (1998) explicaram que valores de fibra bruta acima de 0,5% indicam presença de proteína de origem vegetal na fórmula utilizada, mas que valores acima de 0,2% já são indicativos da presença deste tipo de composto, entretanto ainda se encontram dentro de valores razoáveis. Uma vez que o valor de FDN do sucedâneo AV/BP é de 0,46% na matéria seca, muito próximo ao valor citado acima como indicador de presença de componentes de origem vegetal, acredita-se que a proteína utilizada na sua formulação era em grande proporção de origem vegetal. No caso do sucedâneo utilizado nos tratamentos alto volume/alta proteína (AV/AP) e baixo volume/alta proteína (BV/AP), o conteúdo em proteína e extrato etéreo encontravam-se dentro do recomendado pelo National Research Council - NRC (2001), sendo de 23,73% e 11,64% na matéria seca, respectivamente. Entretanto, o conteúdo em FDN supera 0,5%, sugerindo que este sucedâneo também tem uma grande proporção de proteína de origem vegetal.

A falta de processamento de produtos de soja ou a inclusão excessiva dos mesmos na formulação do sucedâneo pode afetar negativamente a saúde do bezerro, produzindo distúrbios como má digestão, má absorção, alteração na motilidade intestinal e diarreia (LALLES et al., 1993). Os tratamentos AV/AP e BV/AP foram os que resultaram em maiores escores fecais ($P<0,05$; Tabela 2.2), o que poderia ter relação com o tipo de proteína utilizada na composição do sucedâneo. Por outro lado, houve também efeito da idade dos animais, e isto se encontra relacionado ao maior risco de ocorrer diarreias entre o sétimo e o décimo dia de vida (BUENAU et al., 2005).

Estes resultados são semelhantes aos publicados por Campos, Huber e Bergen (1982), que testaram sucedâneos contendo proteína de peixe, concentrado de proteína de soja ou leite integral, nos quais os tratamentos contendo proteína não láctea obtiveram maiores escores fecais (porém não estatisticamente diferentes do tratamento controle). Gorrill e Thomas (1967), Seegraber e Morrill (1979) e Gardner et

al. (1990), descreveram maiores escores fecais e de maior duração em bezerros consumindo proteína de soja em comparação àqueles que consumiram leite integral. Eles associaram estes resultados ao maior pH abomasal em comparação com animais consumindo leite integral, à ausência de formação de coágulo no abomaso nos bezerros nos tratamentos consumindo sucedâneos com proteína de soja na sua formulação e à rápida passagem desta dieta líquida para o duodeno.

De outra forma, Silva, Huber e De Gregorio (1986) observaram valores mais baixos (2,2) que no presente estudo (Tabela 2.2), mas não observaram diferenças no escore fecal de bezerros consumindo sucedâneos com substituição de 66% da proteína do leite por proteína de soja modificada ou farinha de soja aquecida. Em concordância, Ghorbani et al. (2007) não reportaram diferenças significativas entre tratamentos contendo diferentes porcentagens de inclusão de proteína de soja na dieta líquida.

Tabela 2.2 - Escore fecal, hematócrito, duração da diarreia em dias, dias com vida, porcentagem de dias com diarreia e taxa de mortalidade de bezerros leiteiros durante as oito semanas de experimento

	Tratamento[1]			EPM	P<[2]		
	AV/BP	AV/AP	BV/AP		T	I	TxI
Escore fecal	2,99[b]	3,51[a]	3,55[a]	0,146	0,001	0,001	0,06
Hematócrito (%)	20,86	20,69	23,01	0,942	0,19	0,0001	0,73
Diarreia, dias	37,20[ab]	41,10[a]	26,20[b]	2,450	0,03	.	.
Dias com vida	56,00[a]	52,10[a]	34,10[b]	2,760	<0,01	.	.
Dias com diarreia, % dias de vida	66,40	77,10	72,70	3,260	0,41	.	.
Taxa de mortalidade, %	0	10	66,67	.	.	.	.

[1]AV/BP: alto volume/baixa proteína; AV/AP: alto volume/alta proteína; BV/AP: baixo volume/alta proteína.
[2]T: efeito de tratamento, I: efeito de idade (semana), TxI: interação Tratamento x Idade, EPM: erro padrão da média, ab: letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística (P<0,05).

O aumento do escore fecal foi observado da primeira para a segunda semana em todos os tratamentos (Figura 2.1), o qual era esperado devido à diminuição das defesas adquiridas com o colostro materno, e coincidem com os dados publicados por Dawson et al. (1988). Porém esperava-se que nas subsequentes semanas de vida o escore fecal começasse a diminuir, devido ao início da produção de seus próprios anticorpos, conhecido como imunidade adquirida, além da adaptação à dieta e maturação do intestino (DAVIS; DRACKLEY, 1998; DAWSON et al., 1988).

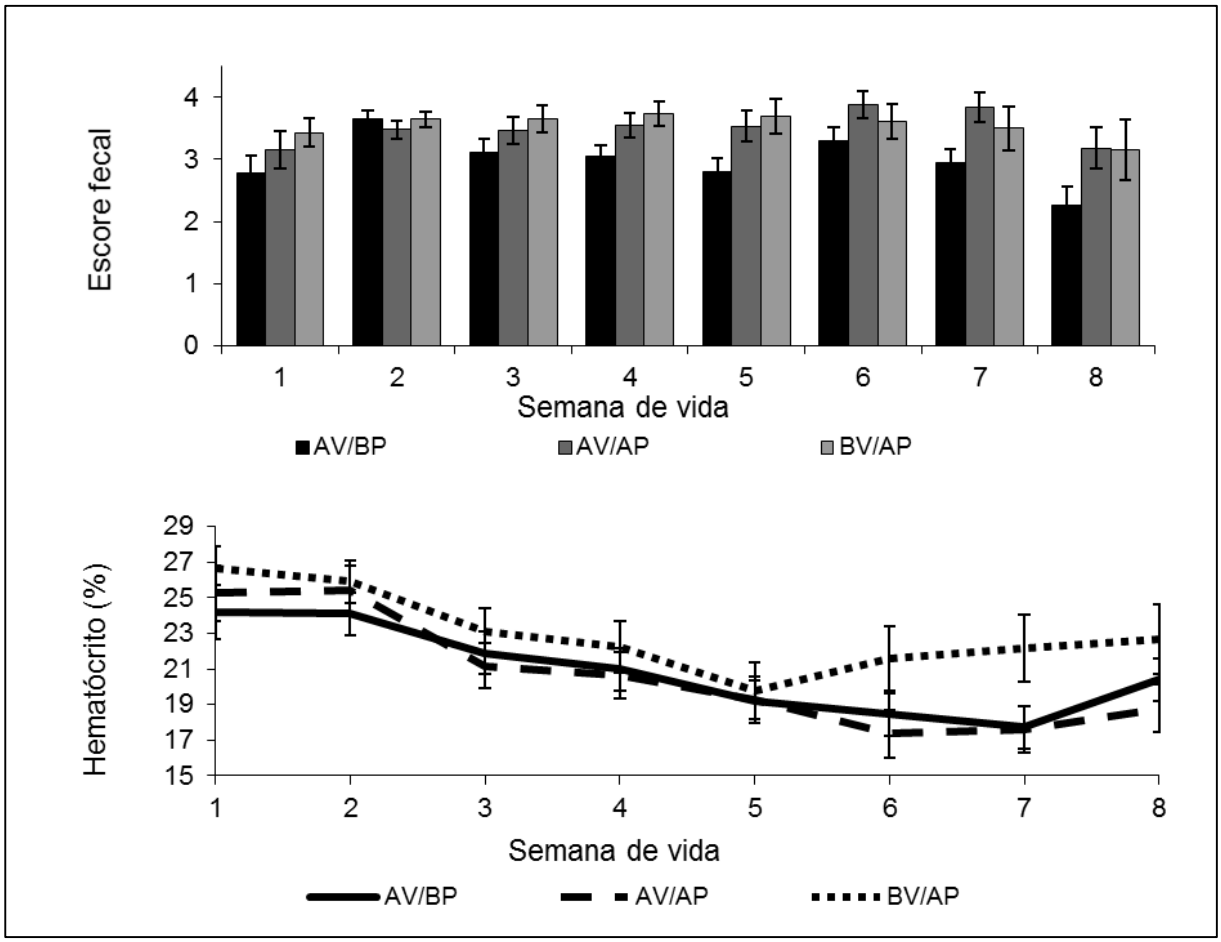

Figura 2.1 - Escore fecal e hematócrito de bezerros Holandeses durante as oito semanas de experimento. AV/BP: alto volume/baixa proteína; AV/AP: alto volume/alta proteína; BV/AP: baixo volume/alta proteína

Os tratamentos AV/AP e BV/AP foram os que mantiveram os maiores escores ao longo do período experimental, o que pode estar associado ao tipo de proteína utilizada para aumentar seu teor no produto. Campos, Huber e Bergen (1982), relataram comportamentos semelhantes em relação ao escore fecal para animais alimentados com sucedâneo contendo proteína de soja. Resultados similares foram os obtidos por Gardner et al. (1990) que relacionaram este fato com a presença de compostos fenólicos na soja, os quais ativam a síntese de prostaglandina e leucotrienos, os quais tem efeitos prejudiciais no animal tais como diminuição da motilidade gastrointestinal, diarreia, diminuição da absorção de água e eletrólitos, entre outros.

O tratamento BV/AP apresentou-se como o que teve menor número de dias com diarreia ($P<0,05$) que associado ao menor dias com vida dos animais ($P<0,05$), reflete a alta taxa de mortalidade (Tabela 2.2). Grande proporção dos animais do tratamento

BV/AP morreram antes de finalizar o período experimental (66,67%), e estavam acometidos por severa diarreia, o que os conduzia a este resultado final.

Em concordância, Gardner et al. (1990) relataram altas taxas de mortalidade de bezerros que receberam como tratamento sucedâneos com proteína de soja, e essas mortes em geral eram precedidas por severas diarreias. Por outro lado, estes mesmos autores fizeram exames dos animais no pós morte, e encontraram que os animais apresentavam degenerações e inflamação no intestino delgado, coincidindo com Silva et al. (1986). Gardner et al. (1990) relataram também acúmulo de gás no abomaso e rúmen em alguns dos animais do experimento, caraterística que foi observada no pós morte, em um dos animais do tratamento BV/AP no atual experimento. Lallés et al. (1995) reportou também a morte de dois animais consumindo sucedâneo com proteína de soja por inchaço e desidratação entre a sexta e décima semana de vida. Já a variável porcentagem de dias com diarreia não apresentou diferenças entre tratamentos, idade dos animais nem interação entre estes dois parâmetros ($P>0,05$). Os dias com diarreia, em relação ao total de dias com vida, não apresentou efeito dos tratamentos testados nesta pesquisa ($P>0,05$).

Quando observados os dados de hematócrito dos bezerros nos tratamentos, houve apenas efeito devido à idade dos animais ($P<0,0001$), mas não se observaram efeitos de tratamento ou da interação tratamento x idade (Figura 2.1). Embora não tenham ocorrido diferenças entre os tratamentos, nem interação entre estes e a idade, observa-se ao final do período experimental um aumento no valor de hematócrito para os animais do tratamento BV/AP, o que estaria indicando desidratação destes bezerros por causa da diarreia. Era esperado que os animais no tratamento AV/AP apresentassem um comportamento semelhante como consequência do elevado escore fecal apresentado pelos animais deste tratamento neste período. Uma possível explicação poderia ser o maior volume de dieta líquida consumida por estes animais que foi maior para os tratamentos AV/BP e AV/AP (Figura 2.4). Assim, apesar de apresentar valores de escore fecal elevados, os animais no tratamento AV/AP, ao consumirem maior quantidade de dieta líquida, balanceava a perda de água pelas fezes com a ingestão no sucedâneo.

Em relação à ocorrência de outros tipos de doenças, não foram observadas diferenças significativas em função da combinação do volume de fornecimento e teor de proteína bruta do sucedâneo ($P>0,05$; Tabela 2.3). Porém, dois animais do tratamento BV/AP perderam quase 100% dos pêlos, um deles apresentando inchaço

nos olhos além de diarreia aguda, enquanto que os outros bezerros deste tratamento apresentaram uma leve alopecia, o que poderia estar indicando algum tipo de resposta adversa à alimentação que estavam recebendo (Anexo A).

Tabela 2.3 - Presencia e ocorrência de diferentes doenças em bezerros leiteiros aleitados com sucedâneos com diferentes teores de proteína em diferentes programas de aleitamento

	Tratamento[1]			EPM	P<
	AV/BP	AV/AP	BV/AP		
Empanzinamento, %					
Presença	45,50	10,00	16,70	7,600	0,15
Ocorrência	0,64	0,10	0,25	0,110	0,44
Pneumonia, dias	1,55	1,50	0,83	0,650	0,15
Pneumonia, %					
Presença	18,20	20,00	8,30	6,300	0,63
Ocorrência	18,20	20,00	8,30	6,300	0,63
Tristeza, %					
Presença	36,40	80,00	16,70	8,700	0,34
Ocorrência	0,36	1,40	1,17	0,162	0,28
Alopecia					
Presença, %	18,20	50,00	50,00	8,640	0,51
Problemas articulares, %	18,20	00,00	0,00	4,220	0,13
Outros, %	0,00	10,00	8,30	4,220	0,59

[1]AV/BP: alto volume/baixa proteína; AV/AP: alto volume/alta proteína; BV/AP: baixo volume/alta proteína.
EPM: erro padrão da média, ab: letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística (P<0,05).

Segundo Barrat et al. (1979), de acordo com a idade em que os animais são expostos pela primeira vez à proteína de soja, a concentração de anticorpos produzidos varia. Assim, animais expostos a este tipo de formulação desde a primeira semana de vida produzem uma quantidade muito maior (10-100 vezes a mais) de anticorpos em comparação aqueles expostos a partir da quarta semana de vida. Os autores explicaram que isso poderia estar relacionado ao mecanismo de exclusão do antígeno pelos anticorpos da mucosa em animais mais velhos. Animais jovens têm baixa produção de imunoglobulinas no intestino, a qual aumenta paulatinamente com a idade, permitindo a formação de complexos com o antígeno e impedindo assim o transporte através da mucosa.

De forma geral, em decorrência do alto escore fecal e das altas taxas de mortalidade, pode-se observar um reduzido desempenho dos animais durante as oito semanas em que permaneceram no experimento, o que poderia estar associado à

constituição dos sucedâneos lácteos utilizados em cada tratamento (Tabela 2.4). Como os bezerros não têm o aparato enzimático totalmente desenvolvido neste período para a digestão deste tipo de proteína, o baixo desempenho dos animais poderia ser explicado por este fator.

Tabela 2.4 - Desempenho de bezerros leiteiros durante as oito semanas de experimento

	Tratamento[1]			EPM	P<[2]		
	AV/BP	AV/AP	BV/AP		T	I	TxI
Peso corporal, Kg							
Inicial	38,62	39,62	38,79	1,507	0,40	.	.
Final	57,93	55,34	57,23	4,227	0,73	.	.
Média do período total	48,39	45,91	43,23	1,810	0,15	<,0001	0,62
Ganho de peso, Kg/d							
Média do período total	0,35	0,24	0,23	0,080	0,21	<,0001	0,89
Medidas de crescimento, cm							
Altura da cernelha	81,86	81,31	82,05	0,680	0,67	<,0001	0,74
Perímetro torácico	83,83	82,85	82,02	1,000	0,45	<,0001	0,87
Largura da garupa	22,67	22,23	22,76	0,180	0,11	<,0001	0,56
Ganhos, cm/semana							
Ganho altura da cernelha	0,97	0,77	0,66	0,160	0,18	0,39	0,63
Ganho perímetro torácico	1,60	1,10	1,31	0,330	0,13	0,06	0,74
Ganho largura da garupa	0,04	0,05	0,04	0,010	0,82	0,28	0,51

[1]AV/BP: sucedâneo 20,5% PB, 8L; AV/AP: sucedâneo 25% PB, 8L; BV/AP: sucedâneo 25% PB, 6L.
[2]T: efeito de Tratamento, I: efeito de Idade (semana), TxI: interação Tratamento x Idade, EPM: erro padrão da média

Durante o percurso do experimento observou-se aumento no peso vivo dos bezerros dos três tratamentos (P<0,05). No entanto os tratamentos não diferiram entre si em relação a este parâmetro (P>0,05), e também não houve diferença na interação entre o tratamento e a idade dos animais (P>0,05). De forma semelhante, alguns trabalhos relataram baixos pesos corporais ao longo do período experimental em bezerros que receberam sucedâneo lácteo com proteína proveniente de soja com diferentes graus de tratamento da mesma, sendo estes desempenhos inferiores àqueles apresentados pelos animais que consumiram leite ou sucedâneo com proteína do leite (P<0,05) (DAWSON et al., 1988; ESTEVES; PENTEADO; ORTOLANI, 1995; SILVA; HUBER; DE GREGORIO, 1986; FRANÇA et al., 2011).

Foi observada uma diminuição do peso (Kg) da semana 1 para a semana 2 em todos os tratamentos (P<0,05; Figura 2.2). Este resultado era esperado devido à maior ocorrência de diarreia neste período como consequência da queda da imunidade dos

animais, e coincide com os dados apresentados por Silva, Huber e De Gregorio (1986) e Nitsan et al. (1971).

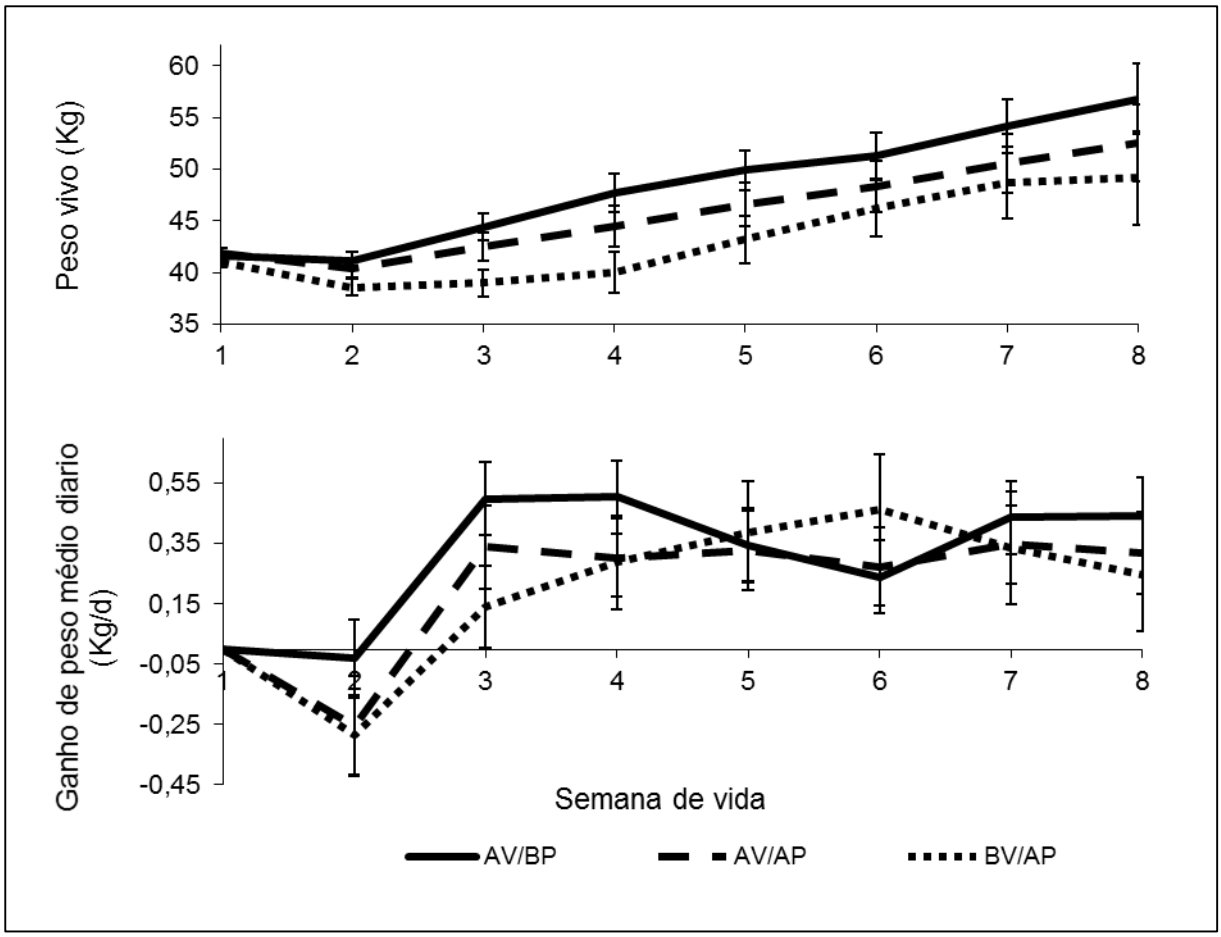

Figura 2.2 - Peso vivo e ganho de peso médio diario de bezerros holandeses durante as oito semanas de experimento. AV/BP: alto volume/baixa proteína; AV/AP: alto volume/alta proteína; BV/AP: baixo volume/alta proteína

Por outro lado, durante as primeiras semanas de vida do bezerro, em função do desenvolvimento insuficiente do aparato enzimático do recém-nascido para realizar a digestão de compostos que não sejam de origem láctea, existe uma baixa utilização dos nutrientes contidos no sucedâneo afetando assim o desempenho do animal (WILLIAMS; ROY; GILLIES, 1976). Os sucedâneos atualizados na atualidade, ao igual que os utilizados nesta pesquisa, por possuir proteína de origem vegetal e do soro do leite, não formam coágulo no abomaso, fato que também poderia ter influenciado o desempenho (ROY et al., 1977). A presença de fatores inibidores da tripsina (COLVIN; RAMSEY, 1968) e também alterações no fluxo intestinal, podem ter influenciado o peso dos animais (PEDERSEN; SISSONS, 1984).

Ghorbani et al. (2007) observaram pesos corporais numericamente maiores entre os 50º e 60º dias de vida para os tratamentos leite integral ou 25% de inclusão de

proteína de soja. Estes resultados corroboram em parte com o resultado do presente estudo, uma vez que o tratamento AV/BP, que continha menor porcentagem de proteína de soja, foi o que apresentou maior peso corporal (P>0,05) no final do período experimental.

Da mesma forma que ocorreu com o peso dos animais, não foram observadas diferenças entre tratamentos (P>0,05) na variável ganho de peso médio diário, nem houve interação entre tratamento e idade dos animais (P>0,05). Como pode ser observado, os tratamentos AV/AP e BV/AP, os quais diferiram apenas no volume fornecido aos animais, não mostraram comportamentos diferentes em relação ao ganho de peso médio diário. Isto se deve ao fato de que neste caso a composição da dieta líquida e não a quantidade fornecida está exercendo maior influência no desempenho dos bezerros é, por isto não existe um efeito compensatório ao aumentar o volume de sucedâneo. No entanto, houve diferença no ganho de peso semanal (P<0,05), o que era esperado por serem animais em crescimento. Isto concorda com os resultados apresentados por Gardner et al. (1990), Akinyele e Harshbarger (1983) e Silva, Huber e De Gragorio (1986). No entanto Ghorbani et al. (2007) obtiveram valores de ganhos de peso médio diário semelhantes, nos bezerros recebendo leite integral e aqueles que receberam uma dieta composta por 25% proteína de soja e 75% leite integral. Porém animais que consumiram maiores proporções de proteína de soja na dieta atingiram menores taxas de ganho de peso. Os autores explicam este resultado pelo baixo conteúdo de nitrogênio e energia, além do conteúdo insuficiente de alguns aminoácidos essenciais os quais são considerados críticos para o crescimento do bezerro. Segundo Dawson et al. (1988) aqueles animais que são alimentados com dieta líquida contendo na sua formulação proteína de leite, têm maior ganho de peso nas primeiras três semanas de vida em comparação aos animais que são alimentados com sucedâneos contendo proteína de soja, e esta vantagem inicial se mantêm nas semanas subsequentes.

Por outro lado a média de ganho de peso diário do período experimental (Tabela 2.4) apresentou-se abaixo dos valores que a bibliografia reconhece como ideais para atingir as metas de idade à puberdade, idade ao primeiro parto, entre outros, que seriam em torno de 800-900 g/d (LAMMERS; HEINRICHS; AYDIN, 1998). Esteves, Penteado e Ortolani (1995) publicaram resultados semelhantes detectando diferenças significativas (P<0,05) no ganho de peso médio diário quando compararam animais consumindo sucedâneos lácteos contendo proteína de leite ou proteína de soja (0,552

Kg/d e 311 Kg/d respetivamente). Da mesma forma Ghorbani et al. (2007) e Seegraber e Morrill (1979) observaram durante as cinco semanas de experimento, menores ganhos médios diários de peso para os animais em tratamentos contendo proteína de soja em comparação com o controle.

A partir da sétima semana de vida, período em que foi iniciado o desaleitamento gradual, os bezerros dos tratamentos AV/BP e AV/AP mantiveram uma taxa de ganho constante enquanto que os animais do tratamento BV/AP tiveram uma menor taxa de ganho em relação à semana anterior (P>0,05; Figura 2.2). Apesar deste comportamento não ter prejudicado o peso dos animais ao desaleitamento, esperava-se que por se tratar de um sistema de desaleitamento menos agressivo, os animais tendessem a compensar a falta de nutrientes por parte da dieta liquida aumentando o consumo de concentrado, mantendo dessa forma taxas de ganho maiores. Devido ao maior volume de sucedâneo fornecido para os animais nos tratamentos AV/BP e AV/AP, eram esperadas taxas de crescimento mais elevadas. Em alguns trabalhos, utilizando este mesmo sistema de aleitamento, os animais tiveram maiores taxas de ganho de peso no período de aleitamento do que as apresentadas no atual experimento (TERRÉ; DEVANT; BACH, 2006; KHAN et al., 2007).

Em relação às medidas de crescimento, não foram observadas diferenças entre os três tratamentos utilizados para altura da cernelha, perímetro torácico e largura da garupa, mas sim foram observadas diferenças para as três medidas de crescimento em relação à idade (P<0,05; Tabela 2.4), de novo um resultado esperado por se tratar de animais em período de crescimento. No entanto, não houve efeito entre tratamento e idade do animal (P>0,05). Hoffman (1997) reportou valores ideais de altura da cernelha e de ganhos semanais desta medida para bezerros de dois meses de idade os quais devem ser de 86 cm e de 1,3 – 1,4 cm por semana, respectivamente. Os animais deste experimento não atingiram estas metas de crescimento, provavelmente devido à qualidade da dieta líquida. No entanto, esta variável (Figura 2.3) apresentou um comportamento crescente ao logo do período experimental (P<0,05), sem apresentar diferenças entre tratamentos (P>0,05).

O perímetro torácico apresentou também um aumento ao longo do período experimental (P<0,05; Figura 2.3), com uma leve queda na segunda semana de vida provavelmente associada à ocorrência de diarreia e consequente diminuição de peso, devido à grande correlação entre estes dois parâmetros. Igualmente às variáveis anteriores, a largura da garupa apresentou um comportamento crescente ao longo do

período experimental (P<0,05; Figura 2.3), no entanto não se apresentaram diferenças em relação aos tratamentos nem interação tratamento e idade.

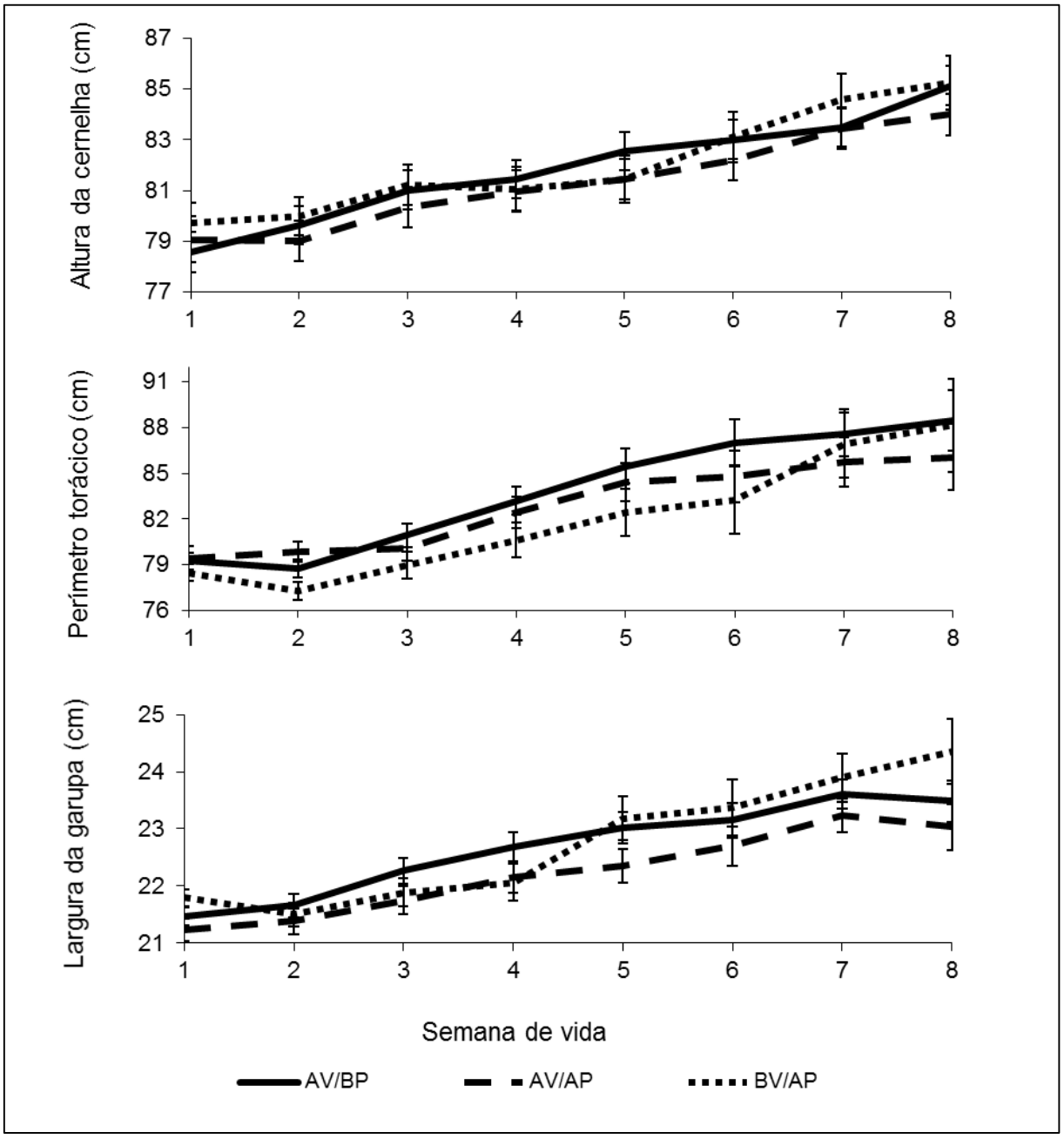

Figura 2.3 - Altura da cernelha, perímetro torácico e largura da garupa de bezerros holandeses durante as oito semanas de experimento. AV/BP: alto volume/baixa proteína; AV/AP: alto volume/alta proteína; BV/AP: baixo volume/alta proteína

Os ganhos semanais de altura na cernelha, perímetro torácico e largura da garupa também não foram beneficiados pela utilização de nenhum dos dois sucedâneos, nem pelos volumes utilizados dos mesmos, e também não apresentaram efeito da idade nem interação tratamento e idade. Este baixo desempenho pode ser explicado em parte também pelo consumo de matéria seca dos animais (Tabela 2.5).

Tabela 2.5 - Consumo de concentrado (g MS/d), sucedâneo (g MS/d), total (concentrado + sucedâneo) (g MS/d) e eficiência alimentar (ganho médio de peso diário/consumo total) de bezerros leiteiros durante as oito semanas de experimento

	Tratamento[1]			EPM	P<[2]		
	AV/BP	AV/AP	BV/AP		T	I	TxI
Consumo, g MS/d							
Consumo concentrado	236,5	193,0	280,1	38,54	0,33	<,0001	0,96
Consumo Sucedâneo	771,0[a]	728,6[a]	602,0[b]	24,70	0,0001	<,0001	<,0001
Consumo total	1010,8	910,7	981,6	44,34	0,18	<,0001	0,12
Eficiência Alimentar	0,29[a]	0,17[ab]	0,08[b]	0,070	0,01	0,003	0,75

[1]AV/BP: alto volume/baixa proteína; AV/AP: alto volume/alta proteína; BV/AP: baixo volume/alta proteína.
[2]T: efeito de tratamento, I: efeito de idade (semana), TxI: interação Tratamento x Idade, EPM: erro padrão da média, ab: letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística (P<0,05).

Para o consumo de concentrado, observa-se efeito da idade dos animais (P<0,05), uma vez que os animais ao longo do período experimental foram consumindo maior quantidade de dieta sólida. Porém, não se observaram diferenças entre tratamentos nem interação entre tratamento e idade dos animais (P>0,05). Já o consumo de sucedâneo diferiu significativamente entre tratamentos (P<0,05), sendo que o tratamento BV/AP teve a menor média, resultado esperado devido ao fornecimento de menor quantidade de sucedâneo (6 l/d). O tratamento AV/BP teve o maior consumo de sucedâneo, mas não diferiu do tratamento AV/AP (P>0,05). Também foram observadas diferenças no consumo de sucedâneo com relação à idade dos animais (P<0,05), e interação entre tratamento e idade dos animais (P<0,05). Dado o menor volume de dieta líquida fornecido aos animais no tratamento BV/AP, estes tiveram um aumento no consumo de concentrado como tentativa de cobrir as necessidades nutricionais. Embora este consumo não tenha sido diferente (P>0,05), esse aumento numérico compensou o menor consumo de sucedâneo fazendo com que o consumo total não fosse afetado pelos tratamentos. O consumo total apresentou apenas efeito da idade dos animais (P<0,05).

Silva, Huber e De Gregorio (1986), reportaram maiores consumos naqueles animais que receberam como dieta líquida sucedâneo com proteína proveniente do leite em comparação com àqueles animais que foram alimentados com sucedâneo contendo soja tratada. Os autores explicaram que estes resultados eram esperados porque que os bezerros consumiram a dieta líquida proporcional ao peso vivo, e como

os bezerros que receberam sucedâneo com fonte proteica de origem vegetal cresceram menos, a quantidade correspondente de dieta líquida também foi menor.

Os valores de eficiência alimentar (ganho de peso diário/consumo de matéria secatotal) foram baixos para todos os tratamentos. O tratamento AV/BP apresentou maior eficiência (P<0,05) que o tratamento BV/AP (P<0,05), não habendo diferenças destes com o tratamento AV/AP, o qual apresentou eficiência intermediária. Estes resultados se assemelham ao publicado por Silva, Huber e De Gragorio (1986), que obtiveram maior eficiência alimentar para os bezerros consumindo sucedâneo com proteína de leite (0,4) em comparação com aqueles que consumiram sucedâneo com proteína de soja (-0,1) mostrando a baixa utilização da proteína de origem vegetal por parte dos animais. Estes dados também coincidem com os dados publicados por Ghorbani et al. (2007).

Na Figura 2.4 encontra-se representada a evolução no consumo de concentrado dos bezerros dos diferentes tratamentos ao longo das oito semanas de experimento. Nesta figura pode ser observada a diferença que ocorre no consumo ao longo do tempo.

Ghorbani et al. (2007) publicaram resultados semelhantes em relação ao consumo, no entanto estes autores não encontraram semelhanças para a ingestão de concentrado entre os animais recebendo dieta líquida composta exclusivamente por leite ou aqueles com alguma porcentagem de inclusão de proteína de soja até a terceira semana de vida. O aumento no consumo de dieta sólida a partir da sétima semana de vida é o ponto de destaque (Figura 2.4), o qual é consequência da diminuição do consumo de sucedâneo por conta do desaleitamento gradual realizado nos três tratamentos a partir da sétima semana de vida.

Entre a primeira e segunda semana de vida, os bezerros dos três tratamentos consumiram menor volume do que foi fornecido de dieta líquida, o que pode ser consequência por um lado da adaptação numa primeira instância aos altos volumes de sucedâneo, e por outro lado, também poderia estar relacionado à ocorrência de diarreias as quais são especialmente comuns neste período devido a queda na imunidade adquirida através da colostragem (Figura 2.1).

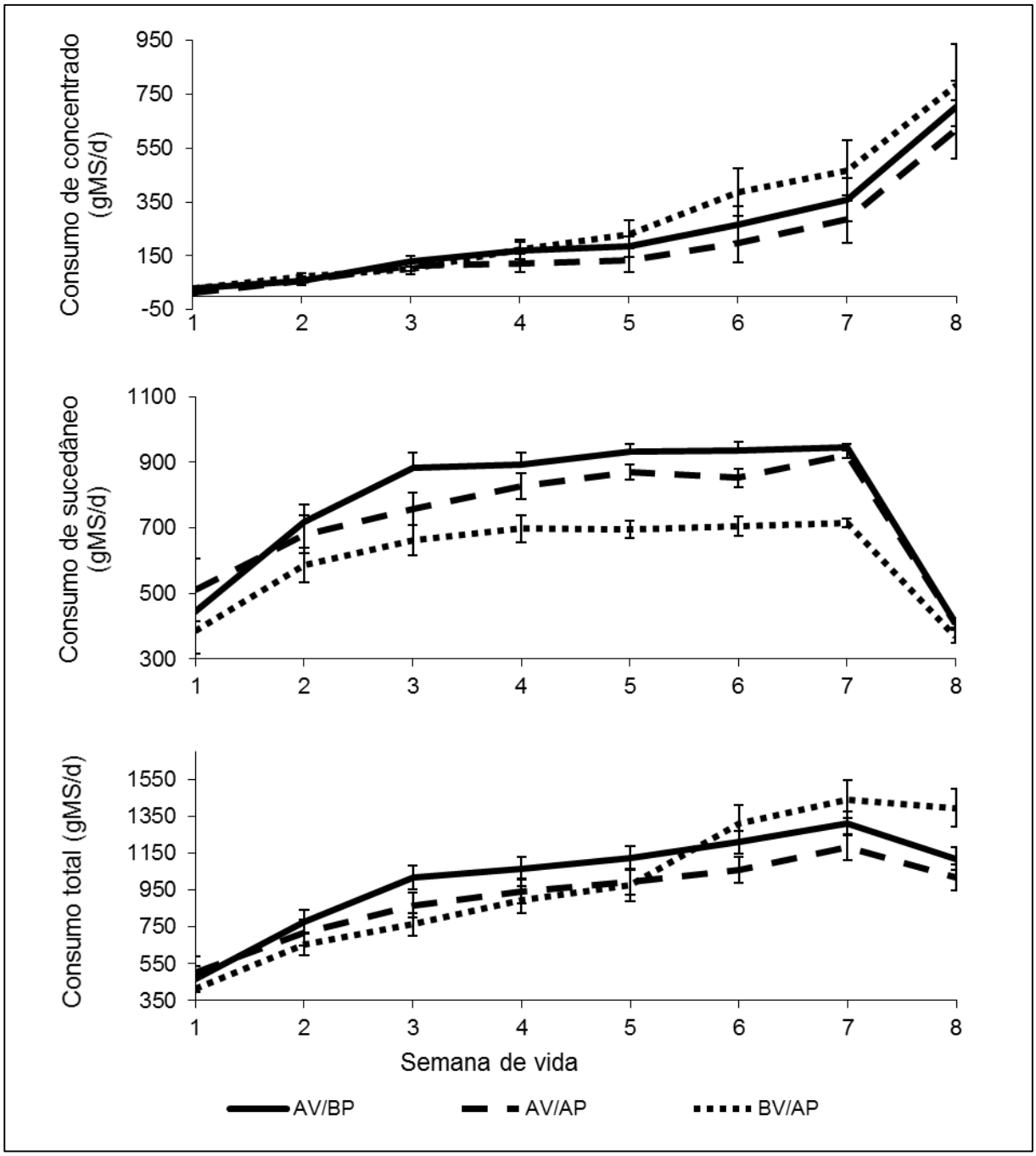

Figura 2.4 - Consumo de concentrado, sucedâneo e total, de bezerros Holandeses durante as oito semanas de experimento. AV/BP: alto volume/baixa proteína; AV/AP: alto volume/alta proteína; BV/AP: baixo volume/alta proteína

Os animais do tratamento BV/AP por receberem menor volume de sucedâneo, se diferenciaram significativamente dos outros dois tratamentos ao longo de todo o período experimental, observando-se também que a partir da sétima semana de vida houve uma diminuição do consumo por causa do desaleitamento gradual programado.

Houve ao longo do período experimental uma alta porcentagem de rejeição ao sucedâneo dos tratamentos AV/AP e BV/AP, o qual fica à luz quando se observa a maior porcentagem em média de refeições em que os animais destes tratamentos

precisaram de ajuda para se alimentar. No caso do tratamento AV/BP 15% dos aleitamentos foram assistidos, para o tratamento AV/AP 22% dos aleitamentos e para o tratamento BV/AP 26% dos aleitamentos.

Em relação ao consumo total (Figura 2.4), observou-se um comportamento semelhante para todos os tratamentos, com um efeito somente da idade dos animais (P<0,0001), não havendo diferenças entre tratamentos nem interação tratamento x idade. Uma caraterística interessante a ser salientada é o maior consumo total apresentado pelos animais no tratamento BV/AP, embora não tenha apresentado diferenças significativas entre tratamentos. Este comportamento pode estar relacionado ao menor consumo de dieta líquida, o que impulsionou a um maior consumo de concentrado na etapa final do experimento, como foi explicado anteriormente. Ghorbani et al. (2007) obtiveram na sua pesquisa maiores consumos totais em aqueles animais consumindo dieta líquida constituída exclusivamente por leite ou sucedâneo com 25% de inclusão de proteína de soja, e menores valores de consumo total para os animais que consumiram 50% de sucedâneo com proteína de soja. Estes autores explicaram este comportamento pelo maior conteúdo de matéria seca do leite, além de proteína e gordura do mesmo, comparado com o tratamento com 50% de substituição com proteína de soja, o que provocou um maior aumento no ganho diário de peso para os tratamentos com maior inclusão de leite.

A glicose plasmática não apresentou diferença entre tratamentos nem interação tratamento e idade (P>0,05). No entanto, houve efeito da idade neste parâmetro metabólico (P<0,05; Tabela 2.6), com redução da concentração de glicose até o final do período experimental (Figura 2.5). O BHBA também mostrou efeito tão só da idade dos bezerros, resultado que era esperado uma vez que na medida que o rúmen começa se desenvolver e começam a se produzir ácidos graxos de cadeia curta diminuindo a concentração de glicose e aumentando a deste ácidos que serão a principal fonte de energia, por tanto estes dois metabólitos sanguíneos têm um comportamento oposto em relação a sua concentração através do tempo. Contudo, esperava-se que o conteúdo de BHBA dos animais no tratamento BV/AP fosse maior em relação aos outros tratamentos, como consequência de maior consumo de concentrado em compensação da menor quantidade de dieta líquida ingerida como o publicado por Kristensen et al. (2007).

Dos metabólitos sanguíneos apenas o lactato e a proteína total mostraram efeito do tratamento (P<0,05). Desta forma a concentração de lactato foi superior para os

bezerros no tratamento AV/AP e o valor inferior foi para o tratamento BV/AP, sendo que os animais no tratamento AV/BP mostraram um comportamento intermediário e não diferente aos outros dois. Já a proteína total foi superior para os animais no tratamento AV/BP e BV/AP. Estes dois parâmetros também tiveram comportamento diferencial ao longo das semanas de vida (P<0,05). A albumina teve efeito da idade dos animais (P<0,05), o qual não era esperado já que segundo Leal et al. (2003) e Daniele et al. (1994), a concentração deste metabólito tende a ser constante ao longo do tempo. Ureia e creatinina também tiveram efeito da idade dos bezerros (P<0,05) ao tempo que a ureia mostrou forte interação tratamento x idade (P<0,05). Este comportamento pode ser explicado pela influência da dieta sobre a concentração deste metabólito (TRAYNOR et al., 2006) e do desenvolvimento ruminal e consequente aumento da absorção de ureia com conseguinte aumento na circulação da mesma (SHINGU et al., 2007).

Tabela 2.6 - Média de metabólitos sanguíneos de bezerros leiteiros durante as oito semanas de experimento

	Tratamento[1]			EPM	P<[2]		
	AV/BP	AV/AP	BV/AP		T	I	TxI
Glicose, mg/dL	84,88	87,77	84,83	2,660	0,63	0,003	0,71
BHBA, mmol/L	0,07	0,06	0,08	0,012	0,60	<,0001	0,30
Lactato, mmol/L	8,79^{ab}	10,68^{a}	7,97^{b}	0,698	0,03	0,22	0,19
Proteína total, g/dL	5,88^{a}	5,46^{b}	5,82^{a}	0,150	0,04	<,0001	0,37
Albumina, g/dL	2,49	2,44	2,41	0,069	0,71	<,0001	0,62
Ureia, mg/dL	19,46	19,975	22,37	1,077	0,15	<,0001	0,0002
Creatinina, mg/dL	0,86	0,85	0,86	0,044	0,98	<,0001	0,99

[1] AV/BP: alto volume/baixa proteína; AV/AP: alto volume/alta proteína; BV/AP: baixo volume/alta proteína.
[2] T: efeito de tratamento, I: efeito de idade (semana), TxI: interação Tratamento x Idade, EPM: erro padrão da média, ab: letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística (P<0,05).

A concentração de glicose (Figura 2.5) coincide com os valores reportados por Shingu et al. (2007). Segundo Khan, Weary e Keyserlingk (2011) níveis baixos de glicose poderiam ser um indicativo de que os animais estão sub alimentados, ou seja estão com fome, já valores elevados de glicose indicariam estado de saciedade. Na sétima semana de vida houve uma queda na concentração de glicose em todos os tratamentos a qual associa-se à redução do volume de leite a partir da última semana e consequente ao aumento da ingestão de concentrado neste mesmo período (Figura 2.4).

Fagliari et al. (1998) reportaram valores de concentração de glicose plasmática em bezerros holandeses ao nascimento de 111,37 mg/dL, tendo este metabólito o comportamento decrescente até os 45 dias de vida, passando por 106,53 mg/dL aos 15 dias de vida, 91,78 mg/dL com 30 dias de vida e chegando a 88,04 mg/dL aos 45 dias de idade.

Durante o início da vida do bezerro a glicose é a principal fonte de energia, sendo absorvida no intestino delgado. Este metabólito é a principal fonte de energia para alguns tecidos do bezerro, como o cérebro, eritrócitos, medula renal e epitélio intestinal. Na medida que o animal vai crescendo, este vai formando uma associação simbiótica com bactérias que fermentam os compostos da dieta produzindo ácidos graxos de cadeia curta, os quais serão absorvidos pela parede ruminal, reduzindo assim a absorção de glicose pelo intestino (ANNISON; ARMSTRONG, 1969; HUNTINGTON; REYNOLDS, 1986).

O butirato é o principal ácido graxo de cadeia curta absorvido pela parede ruminal (85-90%) e é convertido em BHBA neste compartimento para posteriormente ser transportado na corrente sanguínea. Este ácido graxo é o principal responsável pelo desenvolvimento das papilas ruminais, por isso a importância de conhecer sua concentração no sangue. A concentração de BHBA neste estudo, teve um comportamento oposto à concentração de glicose, como esperado, apresentando um aumento marcante na última semana de vida (Figura 2.5), relacionado ao desaleitamento gradual e consequente aumento do consumo de concentrado, o que coincide com os dados de Kristensen et al. (2007).

Devido à lactose proveniente do leite consumido pelos animais não conseguir abastecer a demanda de glicose do bezerro, a gliconeogênese torna-se uma via fundamental para manter a homeostase deste carboidrato (KOZLOSKI, 2011). Assim, a maior parte da glicose exigida pelo animal é gerada da gliconeogênese hepática, a partir de diferentes precursores sendo um deles o lactato (KOZLOSKI, 2011), sendo este um processo constante em ruminantes, aportando 75% da glicose exigida por estes animais (NAFIKOV; BEITZ, 2007).

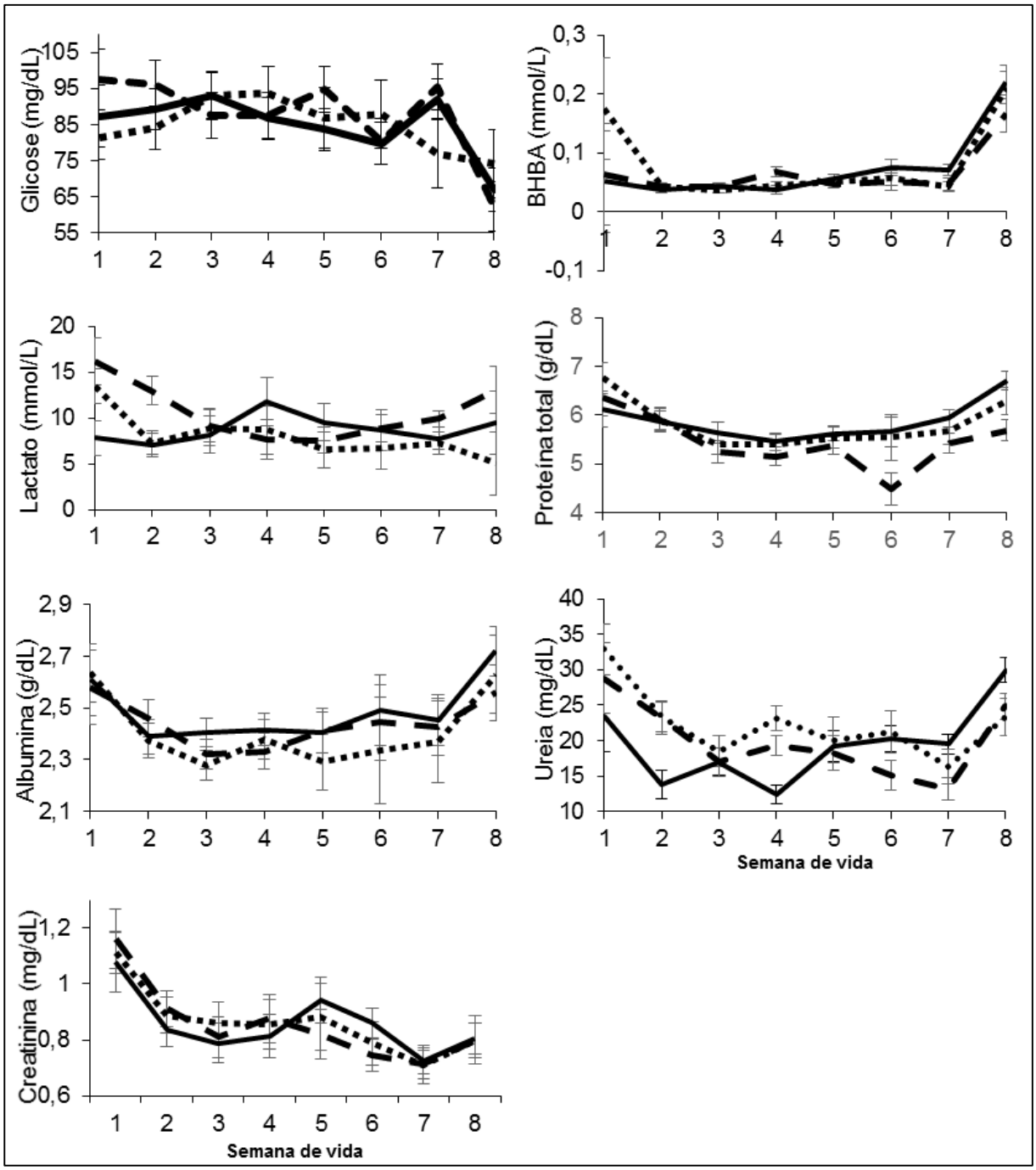

Figura 2.5 - Concentração de glicose, BHBA, lactato, proteína total, albumina, ureia e creatinina de bezerros Holandeses durante as oito semanas de experimento. AV/BP: alto volume/baixa proteína; AV/AP: alto volume/alta proteína; BV/AP: baixo volume/alta proteína

Bezerros na fase de aleitamento recebem uma dieta constituída basicamente por carboidratos não fibrosos, os quais têm uma rápida degradação permitindo uma rápida disponibilidade de nutrientes para as bactérias ruminais produzindo assim lactato (KOSLOSKI, 2002). O fígado, nestas condições de alta disponibilidade de lactato, capta só uma pequena proporção, motivo pelo qual fica em circulação um alto conteúdo deste metabólito. Provavelmente, devido a isto, as concentrações de lactato

mantiveram-se elevadas durante praticamente todo o período experimental, e tiveram um novo aumento de concentração na última semana de vida podendo se relacionar este fato ao aumento de consumo de concentrado ocorrido nesta última semana estimulado pelo desaleitamento gradual. As concentrações de lactato no plasma foram diferentes para os três tratamentos testados (P<0,05), sendo o tratamento AV/AP o que teve em média maior concentração deste metabólito durante o período experimental, seguido pelo tratamento AV/BP e por último o tratamento BV/AP. Mas não houve efeito da idade dos animais (P>0,05), nem interação entre tratamento e idade (P>0,05).

As médias dos três tratamentos para proteína total apresentaram diferença significativa (P<0,05) sendo os tratamentos AV/BP e BV/AP os que tiveram a maior média deste metabólito durante o período experimental. Houve também efeito da idade dos animais (P<0,05), no entanto não foram observados efeitos da interação tratamento vs. idade dos animais. Estas médias de concentração de proteína obtidas para os diferentes tratamentos (Tabela 2.6) encontram-se abaixo do citado na bibliografia como referência para animais da raça Holandês, 6 – 8,5 g/dL (LUCA; REIS, 2001; MACHADO NETO et al., 1986; DANIELE et al., 1994). Valores acima ou abaixo dos citados anteriormente são indicadores de algum tipo de distúrbio alimentar ou metabólico. Assim, por exemplo, concentrações séricas de proteína abaixo de 6 g/dL poderiam estar relacionadas com insuficiência de proteína na dieta, baixa utilização da proteína contida na dieta ou insuficiência hepática. Por outro lado, animais com valores de proteína sérica acima de 8,5 g/dL poderiam estar apresentando um quadro de desidratação (LUCA; REIS, 2001).

Os bezerros dos três tratamentos até a segunda semana de vida tiveram o valor de proteína sérica dentro dos valores conhecidos como normais para bezerros nessa idade. No entanto a partir da segunda semana e até a sétima semana de vida, a concentração diminuiu posicionando-se abaixo do limite inferior de referência. Esta diminuição na concentração de proteína total em sangue coincide com o encontrado na literatura, onde se explica que após o pico de concentração deste metabólito no terceiro dia de vida aproximadamente, ocorre o catabolismo dos anticorpos (DANIELE et al., 1994). Este declínio tem uma duração variável a qual depende da produção endógena inicial de imunoglobulinas (MACHADO NETO et al. 1986). Provavelmente os menores valores de proteína em relação aos citados na literatura sejam

consequência da baixa qualidade dos sucedâneos utilizados, em relação à limitada digestibilidade da proteína usada na sua formulação.

Leal et al. (2003) observaram valores semelhantes para os animais que se encontravam na primeira semana de vida (6,95 g/dL) no entanto os valores reportados para os 30 dias de vida dos animais foram superiores daqueles obtidos na atual pesquisa. Já Bouda e Jagoš (1983) publicaram valores inferiores de proteína sérica aos reportados no atual experimento. Feitosa et al. (2001) relataram um pico de concentração de proteína após as 48 horas de ingestão de colostro (6,62 g/dL), momento a partir do qual começa a diminuir até os 30 dias de vida (5,96 g/dL). Este último valor se encontra acima dos valores obtidos na atual pesquisa. Passados este primeiro mês de vida começa um aumento gradual até completar o primeiro ano de vida (7,01 g/dL) (FEITOSA et al., 2001).

Durante as primeiras semanas de vida do bezerro, a concentração de proteína no sangue encontra-se fortemente correlacionada a ingestão de imunoglobulinas contidas no colostro materno (ALTTMAN; DITTIMER, (1961) apud Machado Neto et al., 1986). Já passadas as primeiras quatro semanas de vida, existe uma maior influência da proteína da dieta (MACHADO NETO et al., 1986). Este metabólito é composto por fibrinogênio, albumina e globulinas. A albumina é o principal constituinte, sendo responsável pela manutenção da pressão osmótica no soro sanguíneo, e sua concentração pode ser afetada pela variação na concentração de outras proteínas séricas (GUYTON, 1978 apud DANIELE et al., 1994).

A concentração de albumina diminuiu da primeira à segunda e terceira semana de vida ($P<0,05$), posteriormente voltando aos níveis da primeira semana até o final do período experimental ($P>0,05$). Este comportamento foi diferente do reportado por Leal et al. (2003) e Daniele et al. (1994) que publicaram valores relativamente constantes deste metabólito ao longo do período analisado, não podendo ser este metabólito correlacionado com os mecanismos de regulação da pressão osmótica durante os períodos de ocorrência de diarreias, situação que se repetiu no presente experimento.

Feitosa et al. (2001) reportaram aumentos constantes e graduais na concentração de albumina partindo de uma concentração de 2,63 g/dL ao nascimento e chegando ao valor máximo de 3,57 g/dL aos 180 dias de vida. Bouda e Jagoš (1984) realizaram uma determinação de valores bioquímicos e hematológicos de referência para bezerros sadios em diferentes etapas de vida e obtiveram valores semelhantes ao

nascimento, 2,61 g/dL, na primeira semana de vida de 2,47 g/dL, as três semanas de vida de 3,07 g/dL mantendo-se este valor praticamente constante até a sexta semana de vida e chegando a 3,21 g/dL nos dois meses de idade, valores superiores aos obtidos na atual pesquisa.

A concentração sérica de ureia é um parâmetro que pode ser utilizado para a determinação do funcionamento dos rins, no entanto este metabólito está sujeito à variação devido à alimentação, ruptura de tecidos, hemorragia gastrointestinal, doença de fígado, entre outros (TRAYNOR et al., 2006). A concentração média de ureia plasmática nos animais dos três tratamentos não apresentou diferenças significativas (P>0,05), em concordância com os dados publicados por Khorasani et al. (1989). Nitsan et al. (1971) que relataram valores semelhantes de ureia plasmática para animais alimentados com leite integral e aqueles que recebiam sucedâneo contendo farelo de soja, no entanto o grupo de animais consumindo sucedâneo contendo concentrado de soja apresentou valores maiores de ureia plasmática. Houve efeito da idade dos animais e interação tratamento e idade dos bezerros (P<0,05; Figura 2.5). Este metabólito apresentou um comportamento variável ao longo do período experimental na experiência realizada por Fagliari et al. (1998), e esta mesma variação de comportamento pode ser observada na Figura 2.5 onde encontram-se desenhadas as curvas de concentração de ureia dos animais do presente experimento.

Hayashi et al. (2006) obtiveram valores de concentração de ureia plasmática na quarta semana de vida do bezerro de aproximadamente 24 mg/dL o que coincide parcialmente com os valores obtidos no atual estudo para o tratamento BV/AP e AV/AP. Como foi explicado anteriormente a concentração de ureia em sangue é fortemente influenciada pelo conteúdo de proteína da dieta (TRAYNOR et al., 2006) e com o desenvolvimento ruminal aumenta a absorção de ureia com conseguinte aumento na circulação da mesma (SHINGU et al., 2007). Benesi et al. (2005) fizeram avaliações do perfil bioquímico de bezerras sadias da raça holandês e observaram valores para ureia plasmática para primeira semana de vida de 21,75 mg/dL, passando para 23,7 mg/dL na segunda semana de vida e chegando aos 20,35 mg/dL entre os dias 25 e 30 de vida. Em razão desta variável ser fortemente influenciada pela dieta consumida pelo animal, o comportamento da curva do tratamento AV/BP poderia ser explicado pelo menor conteúdo proteico deste sucedâneo.

A medida da concentração da creatinina no sangue é um bom indicador do funcionamento renal, com aumentos na concentração quando existe uma disfunção (TRAYNOR et al., 2006). Benesi et al. (2005) identificaram como valores normais de creatinina para bezerros de uma semana de vida 1,51 - 1,38 mg/dL, para animais com 3 semanas de vida de 1,32 – 1,30 mg/dL e animais com seis semanas de idade 1,28 mg/dL. Os valores obtidos na presente pesquisa foram inferiores para os três tratamentos aos citados por estes autores (Figura 2.5). Apesar disso, o comportamento geral desta variável é decrescente com relação a idade, coincidindo com a tendência dos dados citados anteriormente. Estes mesmos autores sugeriram que este comportamento poderia ser dado pelo aumento da capacidade renal do recém-nascido. Após o nascimento, o nível de creatinina sanguíneo diminui devido à ação renal (ADAMS et al., 1993 apud BENESI et al., 2005). Fagliari et al. (1998) obtiveram valores maiores de creatinina para bezerros holandeses (Figura 2.5).

2.4 Conclusão

A utilização de sucedâneo com 24% de proteína não favoreceu o desempenho dos bezerros leiteiros, independentemente do volume fornecido, provavelmente devido a inclusão de proteína de origem vegetal. Adicionalmente, animais consumindo este sucedâneo em dois volumes diferentes tiveram maior escore fecal, e no caso do tratamento com baixo volume resultou em óbito de grande parte dos bezerros.

Referências

AITA, M.M.; FISCHER, V.; STUMPF, W.J. Efeitos dos níveis de extrato etéreo no sucedâneo do leite sobre o desenvolvimento corporal de bezerros Jersey. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 193-202, 2006.

AKINYELE, I.O.; HARSHBARGER, K.E. Performance of young calves fed soybean protein replacers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 66, p. 825-832, 1983.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Arlington, 1990. 500 p.

BAR-PELED, U.; ROBINZON, B.; MALTZ, E.; TAGARI, H.; FOLMAN, Y.; BRUCKENTAL, I.; VOET, H.; GACITUA, H.; LEHRER, A.R. Increased weight gain and effects on production parameters of Holstein heifer calves that were allowed to

suckle from birth to six weeks of age. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 2523–2528, 1997.

BARRATT, M.E.J.; STRACHAN, P.J.; PORTER, P. Immunologically mediated disturbances associated with soya protein antigens. **Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 38, p. 143-150, 1979.

BENESI, F.J.; COELHO, C.S.; LEAL, M.L.R.; MIRANDOLA, R.M.S.; LISBÔA, J.A.N. Severity and nature of acidosis in diarrheic calves over and under one week of age. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 42, p. 291-298, 2005.

BOUDA, J.; JAGOŠ, P. Biochemical and hematological reference values in calves and their significance for health control. **Acta Veterinaria, Brno**, v. 53, p. 137-142, 1984.

BUENAU, R. von; JAEKEL, L.; SCHUBOTZ, E.; SCHWARZ, S.; STROFF, T.; KRUEGER, M. *Escherichia coli* strain nissle 1917: significant reduction of neonatal calf diarrhea. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 317–323, 2005.

CAMPOS, O.F.; HUBER, J.T.; BERGEN, W.G. Partial substitution of milk protein with spray-dried fish soluble or soy protein concentrates in calf milk replacers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, p. 1240-1246, 1982.

COBLENTZ, E.; MORRILL, J.L.; PARRISH, D.B.; DAYTON, A.D. Nutritive value of thermoalkali-processed soy materials for young calves and rats. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 59, p. 481-490, 1976.

COLVIN, B.M.; RAMSEY, H. Growth of young calves and rats fed soy flour treated with acid or alkali. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 52, p. 270-273, 1968.

CONNEELY, M.; BERRY, D.P.; MURPHY, J.P.; LORENZ, I.; DOHERTY, M.L.; KENNEDY, E. Effects of milk feeding volume and frequency on body weight and health of dairy heifer calves. **Livestock Science,** Foulum, v. 161, p. 90–94, 2014.

COWLES, K.E.; WHITE, R.A.; WHITEHOUSE, N.L.; ERICKSON, P.S. Growth characteristics of calves fed an intensified milk replacer regimen with additional lactoferrin. **Journal of airy Science**, Champaign, v. 89, p. 4835–4845, 2006.

DANIELE, C.; MACHADO NETO, R.; BARACAT, R.S.; BESSI, R. Efeito de diferentes manejos de fornecimento prolongado de colostro sobre os níveis de proteína e albumina séricas e desempenho de bezerras recém-nascidas. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 381-388, 1994.

DAVIS, C.L.; DRACKLEY, J.K. **The development nutrition and management of the young calf.** Ames: Iowa State University Press, 1998. 339 p.

DAWSON, D.P.; MORRILL, J.L.; REDDY, P.G.; MINOCHA, H.C. Soy protein concentrate and heated soy flours as protein sources in milk replacer for preruminant calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, p. 1301-1309, 1988.

DRACKLEY, J.K. Calf nutrition from birth to breeding. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 24, p. 55-86, 2008.

ESTEVES, S.N.; PENTEADO, M.V.C.; ORTOLANI, E.L. Alimentação de bezerros com extrato hidrossolúvel de soja. I. Desenvolvimento e digestibilidade. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 32, p. 96-100 , 1995.

FAGLIARI, J.J.; SANTANA, A.E.; LUCAS, F.A.; CAMPOS FILHO, E.; CURI, P.R. Constituintes sangüíneos de bovinos recém-nascidos das raças Nelore (*Bos indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bubalis bubalus*) raça Murrah. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 50, p. 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**, Niterói, v. 8, p. 105-108, 2001.

FRANÇA, S.R.A.; COELHO, S.G.; CARVALHO, A.U.; MARTINS, R.G.R.; RIBEIRO, S.L.M. Desempenho de bezerros alimentados usando de sucedâneo até 56 dias de idade. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, p. 790-793, 2011.

FURLAN, R.; MACARI, M.; FARIA, D.E.F. Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. cap. 1, p. 1-23.

GARDNER, R.W.; SHUPE, M.G.; BRIMHALL, W.; WEBER, D.J. Causes of adverse responses to soybean milk replacers in young calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, p. 1312-1317, 1990.

GHORBANI, G.R.; KOWSAR, R.; ALIKHANI, M.; NIKKHAH, A. Soymilk as a novel milk replacer to stimulate early calf starter intake and reduce weaning age and costs. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 5692–5697, 2007.

GORRILL, A.D.L.; THOMAS, J.W. Body weight changes, pancreas size and enzyme activity, and proteolytic enzyme activity and protein digestion in intestinal contents from calves fed soybean and milk protein diets. **The Journal of Nutrition**, Rockville, v. 92, p. 215-223, 1967.

HAYASHI, H.; KAWAI, M.; NONAKA, I.; TERADA, F.; KATOH, K.; OBARA, Y. Developmental changes in the kinetics of glucose and urea in Holstein calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 1654–1661, 2006.

HOFFMAN, P.C. Optimum body size of Holstein replacement heifers. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 75, p. 836-845, 1997.

HUISMAN, J. Antinutritional factors (ANFs) in the nutrition of monogastric farm animals. In: van WEERDEN, E.J.; HUISMAN, J. (Ed.). **Nutrition and digestive physiology in monogastric farm animals.** Wageningen: Pudoc, 1989. p. 17-35.

HUNTINGTON, G.B.; REYNOLDS, P.J. Net absorption of glucose, L-lactate, volatile fatty acids, and nitrogenous compounds by bovine given abomasal infusions of starch or glucose. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, p. 2428–2436, 1986.

JASPER, J.; WEARY, D.M. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p. 3054–3058, 2002.

KHAN, M.A.; LEE, H.J.; LEE, W.S.; KIM, H.S.; KIM, S.B.; KI, K.S.; HA, J.K.; LEE, H.G.; CHOI, Y.J. Pre- and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 876–885, 2007.

KHAN, M.A.; WEARY, D.M.; VON KEYSERLINGK, M.A.G. Hay intake improves performance and rumen development of calves fed higher quantities of milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, p. 3547-3553, 2011.

KHORASANI, G.R.; SAUER, W.C.; MAENHOUT, F.; KENNELLY, J.J. Substitution of milk protein with soy flour or meat soluble in calf milk replacers. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 69, p. 373-382, 1989.

KILSHAW, P.J.; SISSONS, J.W. Gastrointestinal allergy to soybean protein in pre-ruminant calves: antibody production and digestive disturbances in calves fed heated soybean flour. **Research in Veterinary Science**, London, v. 27, p. 361-365, 1979.

KILSHAW, P.J.; SLADE, H. Passage of ingested protein into the blood during gastrointestinal hypersensitivity reactions: experiments in the preruminant calf. **Clinical and Experimental Immunology**, Oxford, v. 41, p. 575-582, 1980.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3. ed. Santa Maria: Ed. UFSM, 2011. 212 p.

KRISTENSEN, N.B.; SEHESTED, J.; JENSEN, S.K.; VESTERGAARD, M. Effect of milk allowance on concentrate intake, ruminal environment, and ruminal development in milk-fed Holstein calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 4346-4355, 2007.

LALLÈS, J.P.; DRÉAU, D.; HUET, A.; TOULLEC, R. Systemic and local gut-specific antibody responses in preruminant calves sensitive to soya. **Research in Veterinary Science**, London, v. 59, p. 56-60, 1995.

LAMMERS, B.P.; HEINRICHS, A.J.; AYDIN, A. The effect of whey protein concentrate or dried skim milk in milk replacer on calf performance and blood metabolites. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 1940-1945, 1998.

LARSON, L.L.; OWEN, F.G.; ALBRIGHT, J.L.; APPLEMAN, R.D.; LAMB, R.C.; MULLER, L.D. Guidelines toward more uniformity in measuring and reporting calf experimental data. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 60, n. 6, p. 989-991, 1977.

LEAL, M.L.R.; BENESI, F.J.; LISBÔA, J.A.N.; COELHO, C.S.; MIRANDOLA, R.M.S. Proteinograma sérico de bezerras sadias, da raça holandesa, no primeiro mês pós-nascimento. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 40, p. 138-145, 2003.

LUCA, G.C.; REIS, B.F. Espectrofotometria de proteínas totais em plasma de sangue bovino por análise em fluxo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, p. 251-256, 2001.

MACHADO NETO, R.; PACKER, I.U.; SUSIN, I.; NOLASCO, A.M. Proteína total sérica em bezerros da raça holandesa submetidos a diferentes regimes de aleitamento. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 43, p. 265-284, 1986.

MOALLEM, U.; WERNER, D.; LEHRER, H.; ZACHUT, M.; LIVSHITZ, L.; YAKOBY, S.; SHAMAY, A. Long-term effects of ad libitum whole milk prior to weaning and prepubertal protein supplementation on skeletal growth rate and first-lactation milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 2639–2650, 2010.

NAFIKOV, R.A.; BEITZ, D.C. Carbohydrate and lipid metabolism in farm animals. **The Journal of Nutrition**, Rockville, v. 137, p. 702-705, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington: National Academy of Sciences, 2001. 408 p.

NITSAN, Z.; VOLCANI, R.; GORDIN, S.; HASDAI, A. Growth and nutrient utilization by calves fed milk replacers containing milk or soybean protein- concentrate heated to various degrees. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 54, p. 1294-1299, 1971.

OTTERBY, D.E; LINN, J.G. Advances in nutrition and management of calves and heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, p. 1365-1377, 1981.

PEDERSEN, H.P.; SISSONS, J.W. Effect of antigenic soyabean protein on the physiology and morphology of the gut in the preruminant calf. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 64, p. 183-184, 1984.

QUIGLEY III, J.D.; CALDWELL, L.A.; SINKS, G.D. Changes in plasma volatile fatty acids in response to weaning and feed intake in young calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 258-263, 1991.

RAMSEY, H.A.; WILLARD, T.R. Soy protein for milk replacers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 58, p. 436-441, 1975.

ROY, J.H.B.; STOBO, I.J.F.; SHOTTON, S.M.; GANDERTON, P.; GILLIES, C.M. The nutritive value of non-milk proteins for the preruminant calf: the effect of replacement of milk protein by soya-bean flour or fish-protein concentrate. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 38, p. 167-187, 1977.

SEEGRABER, F.J.; MORRILL, J.L. Effect of soy protein on intestinal absorptive ability of calves by the xylose absorption test. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 62, p. 972-977, 1979.

SHINGU, H.; HAYASHI, H.; TOUNO, E.; OSHIBE, A.; KUSHIBIKI, S.; ODA, S.; KATOH, K.; OBARA, Y. Characteristics of developmental changes in the kinetics of glucose and urea in Japanese black calves: comparison with Holstein calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 2910–2915, 2007.

SILVA, A.G.; HUBER,J.T.; DE GREGORIO, R.M. Influence of substituting two types of soybean protein for milk protein on gain and utilization of milk replacers in calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, p. 172-180, 1986.

SISSONS, J.W.; SMITH, R.H. The effect of different diets including those containing soya -bean products, on digest movement and water and nitrogen absorption in the small intestine of the pre-ruminant calf. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 36, p. 421-438, 1976.

TERRÉ, M.; DEVANT, M.; BACH, A. Performance and nitrogen metabolism of calves fed conventionally or following an enhanced-growth feeding program during the preweaning period. **Livestock Science**, Foulum, v. 105, p. 109-119, 2006.

TRAYNOR, J.; MACTIER, R.; GEDDES, C.C.; FOX, J.G. How to measure renal function in clinical practice. **British Medical Journal**, London, v. 333, p. 733-737, 2006.

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**, Champaign, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

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**, Ottawa, v. 84, p. 1–11, 2004.

WEISS, W.P. Predicting energy values of feeds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, p. 1802-1811, 1993.

WILLIAMS, V.J.; ROY, J.H.B.; GILLIES, C.M. Milk-substitute diet composition and abomasal secretion in the calf. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 36, p. 317-335, 1976.

3 AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE REIDRATAÇÃO PARA BEZERROS LEITEIROS ACOMETIDOS POR DIARREIAS

Resumo

O objetivo deste estudo foi comparar três terapias de hidratação oral quanto a sua eficiência em repor eletrólitos e água, além de manter o desempenho de bezerros em aleitamento. Foram utilizados 42 bezerros mestiços Holandês-Jersey, distribuídos nos tratamentos: 1) Soro comum a base de dextrose, bicarbonato de sódio e cloreto de sódio; 2) Glutellac®, a base de acetato de sódio, glicose, e cloretos de sódio e potássio; e 3) Soro comum + Aminogut® (mistura de glutamato e glutamina). Após o nascimento, os bezerros receberam 4 L/dia de colostro, em duas refeições diárias, até o segundo dia de vida. Os bezerros foram alojados em abrigos individuais, com livre acesso a água e concentrado. Após a colostragem, passaram a receber 4 L/d de sucedâneo lácteo (07h e 17h h) até a oitava semana de vida. As terapias de reidratação foram oferecidas quando o escore fecal era ≥ 3 na escala de 1 a 5. O consumo de concentrado inicial e o escore fecal foram registrados diariamente. Semanalmente, foram realizadas pesagens e medidas de crescimento corporal e colheitas de sangue para determinação de metabólitos. Durante todo o período que o animal permaneceu com escore fecal ≥ 3, foi medido o consumo diário de água, além de avaliar os sinais clínicos como temperatura retal, frequência respiratória e batimento cardíaco. Nos dois primeiros dias após a detecção da diarreia, foi colhida uma amostra de sangue, para determinação de gasometria utilizando analisador sanguíneo portátil I-Stat®. Não houve efeito das terapias de reidratação para o peso corporal, ganho de peso diário, medidas corporais e consumo ($P>0,05$). Os animais não diferiram no tempo de duração da diarreia, escore fecal e hematócrito ($P>0,05$). Contudo, houve efeito significativo da terapia de reidratação sobre o consumo voluntário e total de água ($P<0,05$), sendo o primeiro maior para os animais no tratamento Glutellac®, e no caso do consumo total, maior para os animais no tratamento Soro comum. Os metabolitos sanguíneos também não apresentaram diferenças entre tratamentos. Dentre os parâmetros avaliados, as concentrações de HCO_3 e Na^+ foram maiores para os animais no tratamento Glutellac® ($P=0,088$ e $P=0,073$ respectivamente) sendo a concentração de glicose também afetada pelo protocolo de hidratação ($P<0,05$). A concentração de HCO_3 aumentou do primeiro para o segundo dia, a de K^+ e glicose diminuíram do primeiro para o segundo dia, enquanto que o Beecf teve um comportamento variável segundo a terapia de reidratação utilizada; ($P<0,05$), havendo efeito da interação tratamento x dia de avaliação apenas para a concentração de BUN ($P<0,05$). Já a idade em que os animais foram acometidos por diarreia afetou o pH, concentração de Na^+ e Beecf, sendo estes valores maiores em animais mais velhos, e K^+, hematócrito e hemoglobina, correspondendo os maiores valores aos animais mais jovens resultados que indicam ausência de acidose metabólica nos bezerros ($P<0,05$). Embora não tenha sido observadas diferenças de desempenho animal, o consumo voluntário de água foi significativamente maior para o tratamento Glutellac® o que junto com a simplicidade de uso, representam as principais vantagens deste método de reidratação.

Palavras chave: Bezerro; Diarreia; Soluções eletrolíticas de reidratação oral

Abstract

The aim of this study was to compare three rehydration protocols in order to determine the most effective in restoring electrolytes and water while maintaining animal performance. Forty two Holstein-Jersey crossbred calves were randomly allocated to one of three treatments 1) Common electrolytes solution based on dextrose, sodium bicarbonate and sodium chloride, 2) Glutellac® based on sodium acetate, glucose and sodium and potassium chloride and 3) Ccommon electrolytes solution + Aminogut® (glutamate and glutamine mixture). After birth, calves received 4 L/d of colostrum in two meals a day, until the second day of life. Calves were housed in individual hutches, with free access to water and starter. After colostrum feeding, calves received 4 L/d of milk replacer (07 h and 17 h) until the 8th week of life. Rehydration therapy was administered when calves presented fecal score ≥ 3 in the scale of 1 to 5. Starter intake and fecal score were monitored daily. Weekly, calves were weighted, corporal measurements were taken and blood samples were collected. Throughout the period that the animal remained with fecal score ≥ 3, daily water intake was measured, and clinical signs such as rectal temperature, respiratory rate and heart rate. The first two days after detection of diarrhea, blood sample was taken for determination of blood gases using portable analyzer I-Stat®. There was no effect of rehydration therapy for body weight, average daily gain, body measurements and starter feed intake (P> 0.05). Animals did not differ in days in diarrhea, fecal score and hematocrit (P>0,05). However, there were significant effect of rehydration therapy on voluntary water intake and total water intake (P <0.05), being the first one higher for animals in Glutellac® tratament and total consumption higher for the animals in the common electrolytes solution treatment. Blood metabolites also did not differ between treatments. Among the evaluated parameters, concentrations of HCO_3 and Na^+ were higher for animals rehydrated with Glutellac® (P=0,088 e P=0,073 respectively) and glucose concentration also affected by hydration protocol (P<0,05). HCO_3 concentration increased from the first to the second day, K^+ and glucose decreased from the first to the second day, while BEecf was variable according rehydration therapy used (P<0,05), with interaction between treatment x day only for BUN concentration (P<0.05). Age at which animals were affected by diarrhea affected pH, Na^+ concentration and BEecf, which were higher in older animals, and K^+, hematocrit and hemoglobin, representing the highest values to younger animals, these results show the absence of metabolic acidosis in calves (P<0, 05). Although animal performance differences have not been observed, voluntary water intake was significantly higher for the Glutellac® therapy, which together with the simplicity of use, represents the major advantages of this rehydration method.

Keywords: Calf; Diarrhea; Oral electrolyte rehydration solution

3.1 Introdução

Uma das principais causas de morte em bezerros leiteiros, desde o nascimento até o desaleitamento é a diarreia, seguida das doenças respiratórias (ROY, 1980). De modo geral, animais com plano de nutrição deficiente, seja durante o período de colostragem ou durante o aleitamento propriamente, assim como também o mal

manejo das instalações e da sanidade em geral, afetam fortemente a ocorrência de diarreias nas primeiras semanas de vida, prejudicando seu desenvolvimento. Este distúrbio metabólico ocasiona grandes perdas econômicas, relacionadas não só à mortalidade, mas também pelos custos com medicamentos e mão de obra para tratar os animais acometidos (CONSTABLE; THOMAS; BOISRAME, 2001), assim como com a redução no ganho de peso, gerando consequências negativas na vida produtiva futura do animal (VAN DONKERSGOED et al., 1993).

Existem dois tipos de diarreia de acordo com a sua origem, infecciosa (ocasionada por micro-organismos como bactérias, vírus e protozoários) e não infecciosa (também chamada de osmótica, de origem alimentar) (BLANCHARD, 2012). Seja qual for o agente causal, as diarreias em geral resultam em grande perda de água e eletrólitos, devido ao dano morfológico na mucosa intestinal, o que leva a um aumento na susceptibilidade ao ataque bacteriano (CONSTABLE, 2004).

A água é o principal nutriente para os animais, constituindo 70-75% do corpo do bezerro recém-nascido e apresenta papel essencial em manter o normal funcionamento do organismo (DAVIS; DRACKLEY, 1998). A manutenção do balanço de eletrólitos nos fluídos e tecidos corporais tem grande importância porque afeta todos os aspectos de absorção e metabolismo. A pressão osmótica que existe através das membranas celulares é criada pela concentração de íons solúveis (sódio, potássio, cloro, bicarbonato e fosfato) nos fluidos corporais.

Na maioria dos casos de diarreia, a morte do bezerro acontece por desidratação e perda de eletrólitos, e não diretamente por ação do agente infecioso (DESJEUX; BRIEND; BUTZNER, 1997). Assim, a manutenção do balanço de água e de eletrólitos é um fator crítico para a sobrevivência do animal (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

As soluções orais de eletrólitos devem prover suficientes quantidades de sódio para normalizar a concentração extracelular, além de agentes como glicose, acetato, propionato ou glicina, que facilitam a absorção de sódio e água no intestino. Deve também prover agentes alcalinizantes, como acetato, propionato ou bicarbonato para tratar a acidose metabólica e energia suficiente (PHILLIPS; LEWIS; KNOX, 1971; NAYLOR et al, 1990; CONSTABLE et al, 2005).

Durante o período de diarreia os animais tendem a aumentar o consumo de água como consequência das perdas deste fluído nas fezes (JENNY et al., 1978; KERTZ et al., 1984; WENGE et al., 2014). Existem evidencias de que animais recebendo soluções eletrolíticas orais misturadas com a dieta líquida consomem maior

quantidade de água em comparação com aqueles que recebem a terapia de hidratação oral separada. Isso ocorre por que estas soluções provocam sensação de sede, incrementando o consumo voluntário de água. No entanto, este tipo de tratamento demanda o fornecimento de água *ad libitum* de modo de evitar situações de hipernatremia (WENGE et al., 2014).

O objetivo deste estudo foi comparar três métodos de hidratação oral quanto a sua eficiência em repor eletrólitos e água, além de manter o desempenho dos bezerros.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Animais, instalações e manejo alimentar

O experimento foi conduzido durante o ano 2014, no Bezerreiro Experimental “Evilásio de Camargo” do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo. Foram utilizados 42 bezerros mestiços Holandês-Jersey, machos e fêmeas, provenientes do rebanho da ESALQ/USP, nascidos no período do 21 de abril até o 27 de julho desse ano. Após o nascimento, os animais foram separados da mãe, recebendo 2L de colostro na primeira refeição.

Os bezerros foram transportados ao bezerreiro experimental, onde foram alojados em abrigos individuais, sendo contidos por corrente de 1,80 m de comprimento, fixada ao solo em uma das extremidades e acopladas a uma coleira, impedindo deste modo o contato físico entre os bezerros. Os abrigos eram de estrutura de madeira e cobertura de zinco, com suporte para comedouro e balde para água. Este sistema de criação permite mudar o abrigo de lugar diariamente de modo de que o bezerro esteja sempre em local seco e limpo de fezes. Os abrigos foram dispostos em local plano com gramado, orientados com a lateral sentido leste-oeste para que em todo momento do dia o animal possua sombra ao seu alcance.

Os bezerros receberam 4 l/dia de colostro, em duas refeições diárias, até o segundo dia de vida. Após este período, passaram a receber 4 l/d de sucedâneo lácteo (De Laval Ltda., Campinas, São Paulo, Brasil), baseado no sistema de aleitamento convencional com fornecimento de média 10% do peso corporal ao nascer, em duas refeições diárias (07h e 17h). Além disso os animais tiveram livre acesso à água e ao concentrado inicial comercial (Ração Bezerra Ag Milk Agroceres Multimix Nutrição Animal Ltda., Rio Claro, São Paulo, Brasil) durante todo o período experimental.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados. Os tratamentos aplicados quando apresentavam escore fecal superior a três na escala de 1 a 5, foram, de acordo com o protocolo de reidratação utilizado: 1) Soro comum: 25g de Dextrose, 10 g de bicarbonato de sódio e 5 g de cloreto de sódio diluído em 1L de agua, sendo fornecido 1L as 10:00 h e 1 L as 14:00 h); 2) Glutellac: uma ampola de solução eletrolítica para bezerros (Bayer SA, São Paulo, Brasil) adicionada ao sucedâneo por refeição; e 3) Soro com Aminogut: 25g de Dextrose, 10 g de bicarbonato de sódio, 5 g de cloreto de sódio e 22 g de Aminogut (Ajinomoto do Brasil. Industria e Comercio de Alimentos Ltda. Limeira. São Paulo), diluído em 1L de água, sendo fornecido 1L as 10:00 h e 1 L as 14:00 h.

3.2.2 Análise Bromatológica

Foram colhidas amostras durante o período experimental de concentrado e sucedâneo, as quais foram analisadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia/Esalq/USP. As amostras de concentrado foram moídas em moinho de facas com peneira com crivos de 1 mm para a determinação de matéria seca (MS) em estufa a 105ºC até obter peso constante da amostra, matéria mineral (MM) por incineração completa da amostras após a determinação da matéria seca, extrato etéreo (EE) por extração com éter de petróleo durante cinco horas em extrator Soxhlet de acordo com Association of Official Analytical Chemists – AOAC (1990), energia bruta (EB) através de bomba calorimétrica PARR 1261 (Parr Instrument Company, Moline, Illinois, EUA), proteína bruta (PB) através de combustão, conforme método de Dumas, utilizando-se o analisador de nitrogênio modelo FP-528 (Leco Corporation, St. Joseph, MI, EUA) e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) pelo método descrito por Van Soest, Robertson e Lewis (1991).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram determinados por meio da fórmula proposta por Weiss (1993):

$$NDT = 0.98 \times (100 - FDN_N - PB - MM - EE - 1) + 0.93 \times PB + 2.25 \times EE + 0.75 \times (FDN_N - lignina) \times [1 - (lignina/FDN_N)^{0,667}] - 7$$

Onde,

FDN_N: N insolúvel no FDN;

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

A composição bromatológica do concentrado inicial e sucedâneo lácteo, utilizados durante o experimento estão apresentadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Composição químico-bromatológica do sucedâneo lácteo e concentrado inicial

	Alimentos	
	Sucedâneo[1]	Concentrado[2]
Matéria Seca, %	96,94	91,06
Matéria Mineral, % MS	7,24	7,81
Proteína Bruta, % MS	19,50	21,19
Extrato Etéreo, % MS	14,37	5,04
FDN, % MS	0,65	17,91
Nutrientes digestíveis totais (NDT), % MS	-	83,58
Energia Bruta, Mcal/kg	4.557,92	-

[1]Feedtech, De Laval Ltda., Campinas, São Paulo, Brasil (12,5% de sólidos);
[2]Ração Bezerra Ag Milk Agroceres Multimix Nutrição Animal Ltda.

3.2.3 Avaliação do desempenho e desenvolvimento corporal

Os animais foram pesados na chegada ao campo experimental e semanalmente, em balança mecânica, sempre antes do fornecimento da dieta líquida do período da manhã, até a 8ª semana de vida quando finalizou o período experimental. Semanalmente também foram tomadas medidas de altura na cernelha e largura na garupa com o auxílio de régua graduada em centímetros; e perímetro torácico com o auxílio de fita flexível, graduada em centímetros.

O monitoramento do escore fecal foi realizado diariamente através de observações visuais da fluidez das fezes, utilizando-se adaptações do método descrito por Larson *et al*. (1977). Foi estabelecido um escore de fluidez para as fezes que ia do 1 ao 5 onde: (1) normais e firmes, (2) consistência pastosa mas com aspecto geral saudável, (3) consistência pastosa e ligeiramente líquida, (4) fezes em grande quantidade líquida e pouca quantidade pastosa, e (5) fezes totalmente líquidas. Foi considerado como diarreia o escore fecal maior ou igual a três. Após a observação da incidência de diarreia, foi aplicado o protocolo de reidratação até os bezerros apresentarem escore fecal de dois por dois dias consecutivos. Antibioticoterapia foi realizada somente quando o animal apresentou sintomas de depressão, como recusa da dieta líquida, febre ou fraqueza para se levantar, sendo realizada conforme indicações de médico veterinário.

Durante todo o período que o animal permaneceu com escore fecal maior ou igual a três, foi medido o consumo diário de água, além de avaliar os sinais clínicos como temperatura retal, frequência respiratória e batimento cardíaco, sendo estas medições realizadas durante o período da manhã as 8:00 h.

Nos dois primeiros dias após a detecção da diarreia, foi colhida uma amostra de sangue, sempre duas horas após o consumo do sucedâneo lácteo, com tubos vacuolizados contendo heparina sódica como anticoagulante. Foi determinada a gasometria utilizando analisador sanguíneo portátil I-Stat® com bateria (9v), o qual realiza análise quantitativa do sangue em aproximadamente 2 minutos. A amostra de sangue foi pipetada (80 µL) imediatamente após a coleta dentro do cartucho descartável e inserido no analisador. O cartucho modelo I-Stat® Cartridge *EC*$_8$+ Ref: ECO, consiste de um chip com biossensor eletroquímico que realiza testes de Na (mEq/L), K (mEq/L), Cl (mmol/L), glicose (mg/dL), pH, *P*CO_2 (pressão parcial de dióxido de carbono, mmHg) e NUP (mg/dL) e Hct (%) no sangue total. Desses valores medidos, foram determinados valores para HCO_3^- (mmol/L), BEecf (excesso de bases, mmol/L), Ânion Gap (mmol/L) e Hb (g/dL). Para cada cartucho a composição de reagentes é: Na^+ (134 mmol/L), K^+ (4 mmol/L), Cl^- (101 mmol/L), glicose (7 mmol/L), uréia (4 mmol/L), CO_2 (28 mmHg), pH (7,4), glicose oxidase (0,002-0,004 UI), urease (0,09-0,57 UI).

3.2.4 Análises laboratoriais

Além da rotina de colheitas de amostra durante os eventos de diarreia, foram colhidas semanalmente amostras para analisar o desempenho e metabolismo dos animais durante a fase de aleitamento. No dia das pesagens de cada animal de acordo com sua idade, foi realizada colheita de sangue, através de punção da veia jugular com auxílio de tubos vacuolizados contendo fluoreto de sódio como antiglicolítico e EDTA de potássio como anticoagulante, para obtenção de plasma, e tubos vacuolizados com ativador de coágulo, para obtenção de soro. As amostras foram centrifugadas a 2000 x *g*, durante 20 minutos, a temperatura de 4º C para a obtenção do plasma e soro sanguíneo. Ambos foram armazenados em microtubos plásticos mantidos em freezer para posterior determinação de glicose plasmática, proteína total, creatinina, ureia e albumina.

Foi utilizada uma alíquota do sangue, retirada do tubo contendo anticoagulante, para a realização do hematócrito em capilar. Os capilares foram centrifugados em centrífuga de micro hematócrito Modelo SPIN 1000 (MICROSPIN), a 12.000 x g, durante dez minutos. Após centrifugação foram feitas leituras dos tubos capilares em régua própria para hematócrito, sendo expresso o resultado em porcentagem (%).

Para determinação de glicose foi utilizado o sistema enzimático GLICOSE HK LIQUIFORM – Ref.: 85 (LABTEST Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil) por espectrofotometria de ponto final, utilizando filtro de absorbância de 505 nm em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

Foi determinado o conteúdo de proteína total a partir do kit enzimático PROTEÍNAS TOTAIS – Ref.: 99 (LABTEST Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil) por espectrofotometria de ponto final, utilizando filtro de absorbância de 540 nm em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

A determinação de albumina sérica foi realizada através de kit enzimático ALBUMINA – Ref.: 19 (LABTEST Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil) por espectrofotometria de ponto final, utilizando filtro de absorbância de 620 nm em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

A determinação de ureia foi realizada através do sistema enzimático UREIA UV Liquiform – Ref.: 104 (LABTEST Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil) por fotometria em ultravioleta usando cinética de dois pontos (tempo fixo), utilizando filtro de absorbância de 340 nm em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

A análise de creatinina foi realizada através do sistema colorimétrico CREATININA – Ref.: 35 (LABTEST Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil) por espectofotometria de ponto final, utilizando-se filtro de absorbância de 510 nm com leitura feita em Sistema Automático para Bioquímica - Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

3.2.5 Análise estatística

Os dados de consumo de alimento, peso vivo, ganho de peso, medidas de crescimento corporal, parâmetros sanguíneos foram analisados como medidas repetidas no tempo através do PROC MIXED do pacote SAS (1991), conforme o modelo:

$Yijk=\mu+Ti+Ij+TIij+Bk+eijk$

Onde:

Yijk= variável resposta

μ= média geral

Ti= efeito de tratamento

Ij= efeito de idade

TIij= interação Tratamento X Idade

Bk= efeito de bloco

eijk= erro experimental

Os dados de consumo de água e eletrolíticas e sinais clínicos foram analisados mediante o seguinte modelo:

$Yijk=\mu+Ti+Bk+eijk$

Onde:

Yijk= variável resposta

μ= média geral

Ti= efeito de tratamento

Bk= efeito de bloco

eijk= erro experimental

Já as análises gasométricas foram analisados mediante o seguinte modelo:

$Yijzk=\mu+Ti+Ij+TIij+Bk+Dz+eijkz$

Onde:

Yijkz= variável resposta

μ= média geral

Ti= efeito de tratamento

Ij= efeito de idade

TIij= interação Tratamento X Idade

Bk= efeito de bloco

Dz= efeito do dia em que foi realizada a análise

eijkz= erro experimental

As médias foram comparadas pelo teste dos quadrados mínimos (LSMEANS), com nível de significância de 5%.

3.3 Resultados e Discussão

De forma geral houve um pobre desempenho dos animais independentemente do tipo de solução de hidratação, provavelmente relacionado ao sucedâneo lácteo utilizado, que foi o mesmo para os três tratamentos (Tabela 3.2). No entanto, é importante lembrar também que a unidade experimental eram bezerros mestiços, fator importante para a diferença no desempenho comparado com animais da raça Holandês.

Tabela 3.2 - Desempenho de bezerros leiteiros recebendo diferentes soluções de reidratação oral quando acometidos por diarreia, durante as oito semanas de experimento

	Tratamento			EPM	P<[1]		
	Soro comum	Glutellac®	Soro comum + Amonigut®		T	I	TxI
Peso corporal, Kg							
Inicial	34,67	35,37	35,77	2,629	0,71	-	-
Ao desaleitamento	51,22	51,75	50,09	4,067	0,84	-	-
Média do período total	39,36	39,31	37,93	2,449	0,63	<,0001	0,13
Ganho de peso, g/d							
Média do período total	287,47	294,84	261,52	28,85	0,65	<,0001	0,71
Ganhos, cm/semana							
Ganho altura da cernelha	0,87	0,87	0,79	0,106	0,84	0,16	0,08
Ganho perímetro torácico	1,53	1,63	1,65	0,216	0,89	<,0001	0,95
Ganho largura da garupa	0,25	0,28	0,25	0,068	0,94	0,01	0,81

[1]T: efeito de tratamento, I: efeito de idade (semana), TxI: interação Tratamento x Idade, EPM: erro padrão da média.

As análises bromatológicas do sucedâneo reportaram a composição nutricional desta dieta líquida, com valor de proteína bruta de 19,5% na matéria seca, encontrando-se dentro dos valores sugeridos pelo National Research Council - NRC (2001). O conteúdo de extrato etéreo foi de 14,37% na matéria seca, sendo que o recomendado pelo National Research Council - NRC (2001) e mais recentemente por Aita, Fischer e Stumpf (2006), são valores entre 10 e 15% na matéria seca, indicando portanto que o sucedâneo utilizado possui quantidades recomendadas para um bom desempenho dos animais. Por outro lado, o valor de FDN foi de 0,65% na matéria seca, superior ao 0,5% sugerido por Davis e Drackley (1998) como indicativo da presença de proteína de origem vegetal na fórmula utilizada. Acredita-se então que a proteína utilizada na formulação deste sucedâneo era em grande proporção de origem vegetal, e devido ao pequeno desenvolvimento do aparato enzimático em bezerros

neste primeiro estágio de vida há uma pobre digestão das proteínas de origem não láctea.

As diferentes soluções de reidratação não geraram diferenças em relação ao peso médio dos animais (P>0,05), mas houve um efeito da idade dos animais (P<0,05), com aumento dos pesos na medida que foram avançando as semanas de vida (Figura 3.1), como era esperado. No entanto, não foi observado efeito da interação tratamento x idade (P>0,05).

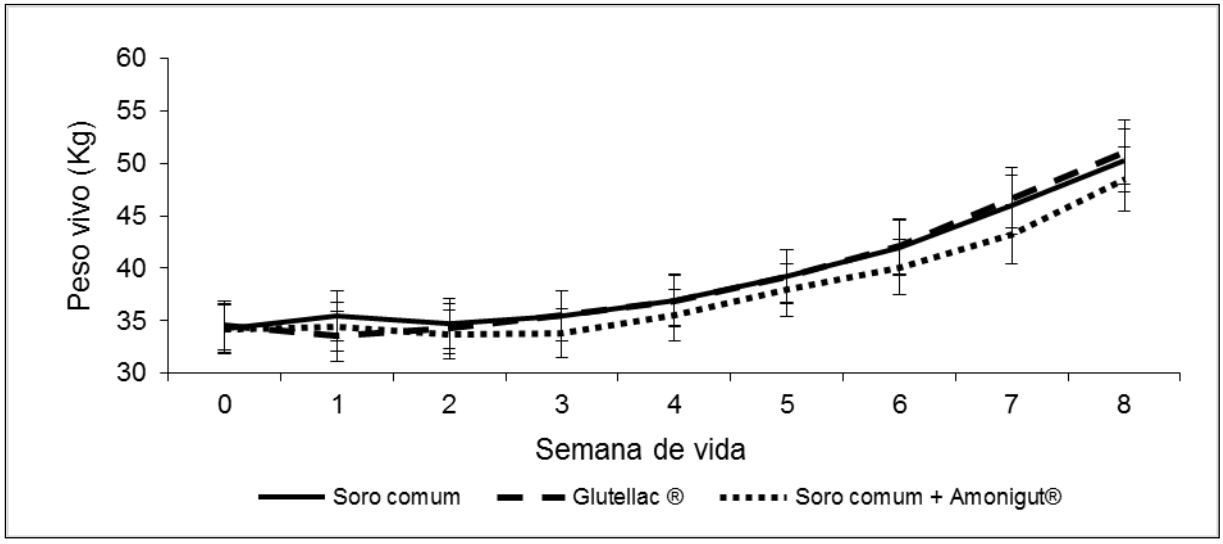

Figura 3.1 - Peso vivo de bezerros leiteiros recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro comum + Aminogut®, nas primeiras 8 semanas de vida

Constable, Thomas e Boisrame (2001) obtiveram resultados semelhantes em relação à evolução do peso vivo quando eram administradas algum tipo de terapia de hidratação em bezerros com diarreia. De forma semelhante, Garthwaite et al. (1994) reportaram que animais que continuaram consumindo dieta líquida além da terapia de reidratação tiveram aumentos de peso ao logo do experimento.

Observa-se também que nenhum dos três tratamentos superou taxas de ganho de peso de 300 g/d, não existindo diferenças entre tratamentos (P>0,05), sendo que a literatura recomenda para este período de crescimento ganhos de peso de 416 g/d para bezerros alimentados com 4 L/d de leite (KHAN et al., 2007), de forma semelhante Hill et al. (2010) também observaram média de 580 g/d em ganho de peso em bezerros recebendo diferentes volumes de sucedâneo lácteo. O ganho de peso médio diário apresentou efeito significativo da idade dos animais (P<0,05), o qual era

esperado uma vez que se trata de animais em crescimento. No entanto, não houve efeito da interação tratamento e idade dos animais (P>0,05).

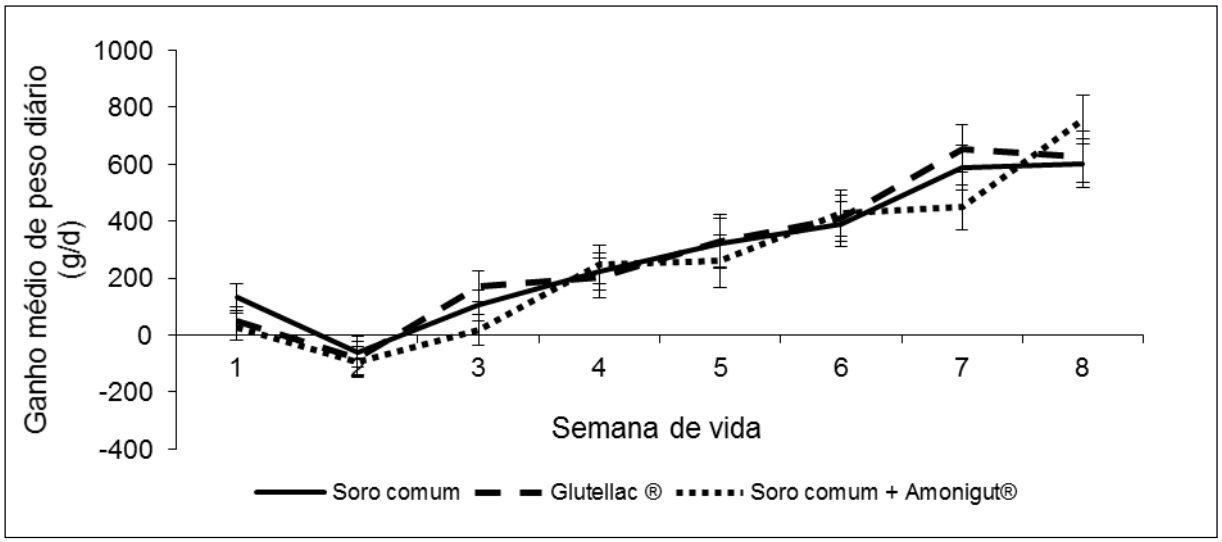

Figura 3.2 - Ganho de peso médio diário de bezerros leiteiros recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro comum + Aminogut®, nas primeiras 8 semanas de vida

O comportamento das curvas de ganho diário de peso é semelhante independentemente do tipo de solução de hidratação (Figura 3.2), havendo uma queda no ganho chegando a registrar uma perda de peso entre a primeira e a segunda semana de vida, o que coincide com o período de maior susceptibilidade a distúrbios metabólicos. Este período de redução nas taxas de crescimento coincide com o período de maior incidência de diarreias (Figura 3.5).

Garthwaite et al. (1994) e Heath et al. (1989) relataram que soluções de reidratação tem de forma geral um baixo conteúdo de energia. Assim, quando o fornecimento de sucedâneo ou leite é interrompido quando os animais estão com diarreia, ocorre um déficit energético. Portanto, recomenda-se manter o fornecimento da dieta líquida, além da terapia de hidratação apropriada para repor água e eletrólitos perdidos no episódio de diarreia, de forma a não afetar negativamente o desempenho do animal. No presente experimento, foi mantido o fornecimento de dieta líquida durante o episódio de diarreia sem observar diferencias entre soluções de reidratação no desempenho dos animais (Tabela 3.2).

As medidas utilizadas para a avaliação do crescimento em bezerros também não foram afetadas pela solução de reidratação, nem apresentaram interação entre tratamento e idade dos animais (P>0,05; Tabela 3.2).

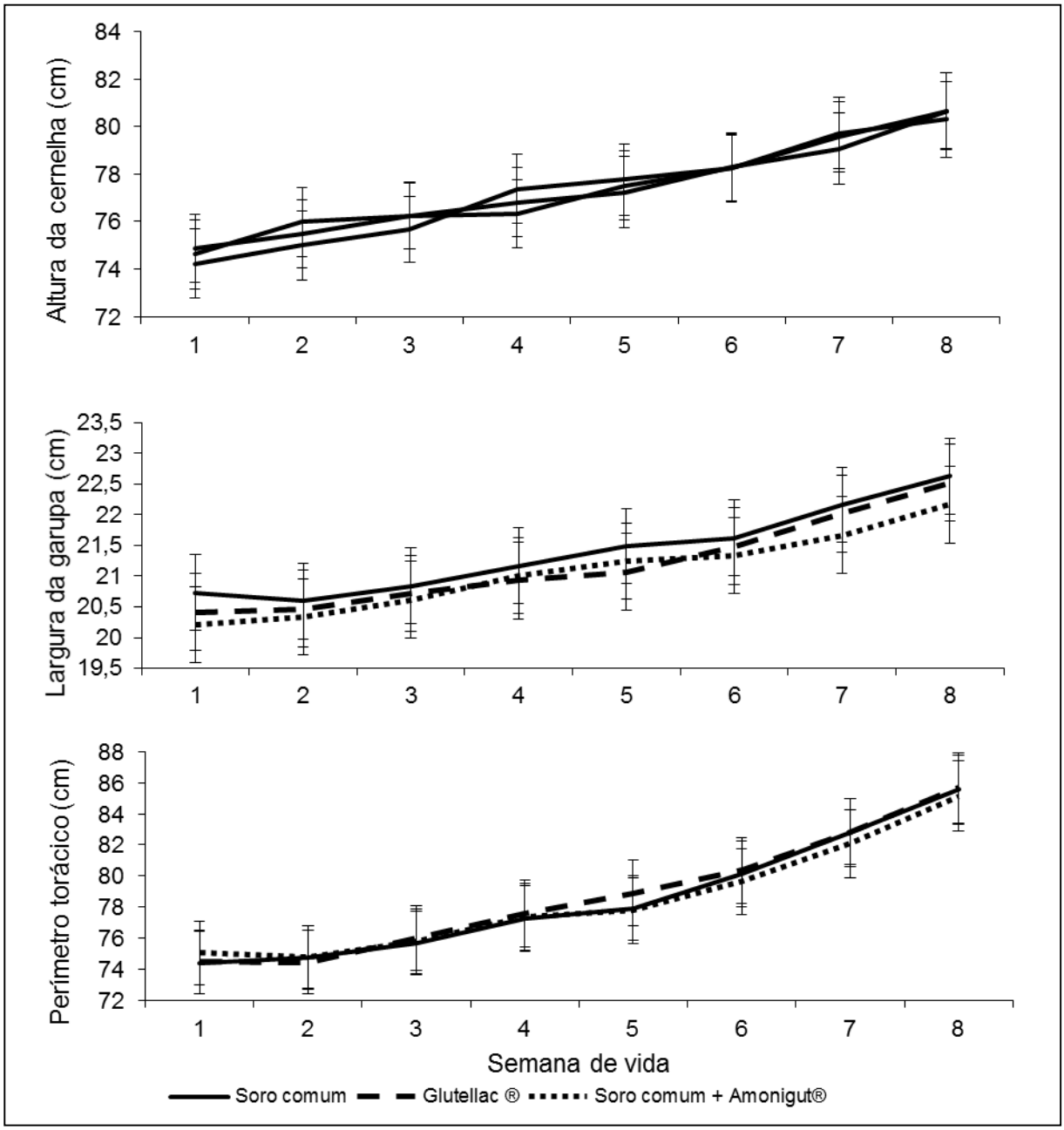

Figura 3.3 - Altura da cernelha, Largura da garupa e Perímetro torácico médio diário de bezerros leiteiros recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro comum + Aminogut®, nas primeiras 8 semanas de vida

Resultados semelhantes foram obtidos para os ganhos de altura da cernelha, perímetro torácico e largura da garupa (P>0,05). Estes dados refletem o baixo consumo de concentrado (matéria seca) destes animais (Tabela 3.3). Embora todos os animais tenham apresentado crescimento e aumento de peso, o comportamento

destas variáveis encontrou-se abaixo do citado na literatura. Segundo Hoffman (1997), bezerros da raça Holandês de dois meses de idade devem ter uma altura da cernelha de 86 cm e ganhos de altura na cernelha de 1,3 – 1,4 cm por semana. Os bezerros do presente experimento atingiram alturas de 77 cm e ganho de altura de 0,870 cm semanais, encontrando-se estes valores por baixo dos citados por Hoffman (1997).

Conforme esperado, houve efeito (P<0,05) da idade sobre as variáveis altura da cernelha, largura da garupa e perímetro torácico, com estas medidas aumentando conforme o avanço da idade dos animais (Figura 3.3), seguindo o mesmo padrão de comportamento do peso vivo. Isto é de grande importância pois mesmo que todas as medidas de crescimento tenham sido inferiores às citadas por Hoffman (1997), os animais além de aumentarem o peso cresceram em estrutura óssea e muscular, portanto o desenvolvimento da glândula mamária não seria comprometido (HEINRICHS; HARGROVE, 1987).

Tabela 3.3 - Consumo de concentrado, sucedâneo, total (concentrado + sucedâneo) e eficiência alimentar (ganho médio de peso diário/consumo total) de bezerros leiteiros recebendo diferentes soluções de reidratação oral quando acometidos por diarreia, durante as oito

	Tratamento			EPM	P<[1]		
	Soro comum	Glutellac®	Soro comum + Amonigut®		T	I	TxI
Consumo, g MS/d							
Consumo concentrado	269,89	293,31	230,36	33,402	0,41	<,0001	0,37
Consumo Sucedâneo	480,36	476,23	477,85	3,892	0,71	<,0001	0,87
Consumo total	749,89	773,61	707,50	33,942	0,39	<,0001	0,30
Eficiência Alimentar	0,31	0,30	0,27	0,028	0,57	<,0001	0,44

[1]T: efeito de tratamento, I: efeito de idade (semana), TxI: interação Tratamento x Idade, EPM: erro padrão da média.

O consumo de sucedâneo, concentrado, assim como o consumo de matéria seca total, também não foram afetados pelo tipo de soluções de reidratação (P>0,05), mas houve aumento de consumo com o avanço da idade dos animais (P<0,0001; Tabela 3.3). Estes resultados eram esperados, uma vez que o volume de dieta líquida fornecida manteve-se constante ao longo do período experimental, resultando do incremento do consumo de dieta sólida, conforme aumentam as exigências do animal em crescimento. Apesar deste comportamento crescente na ingestão de matéria seca de concentrado, estes valores ainda encontram-se abaixo de dados da literatura para bezerros na oitava semana de vida (QUIGLEY, 1996). Entretanto, como o sistema de

aleitamento utilizado neste experimento foi o convencional, esperava-se que os bezerros consumissem maior quantidade de dieta sólida, de modo a compensar a falta de energia fornecida via dieta líquida. Durante a segunda semana de vida houve uma queda na ingestão de sucedâneo para os três tratamentos (Figura 3.4). Esta diminuição do consumo pode ter ocorrido em função da maior frequência de casos de diarreia entre a primeira e segunda semana de vida, devido à queda de imunidade dos bezerros, que pode levar a rejeição de dieta líquida por parte dos animais. Já na terceira semana de idade, os animais aumentaram o consumo de sucedâneo, o qual manteve-se constante até a oitava semana, quando ocorreu o desaleitamento abrupto dos animais.

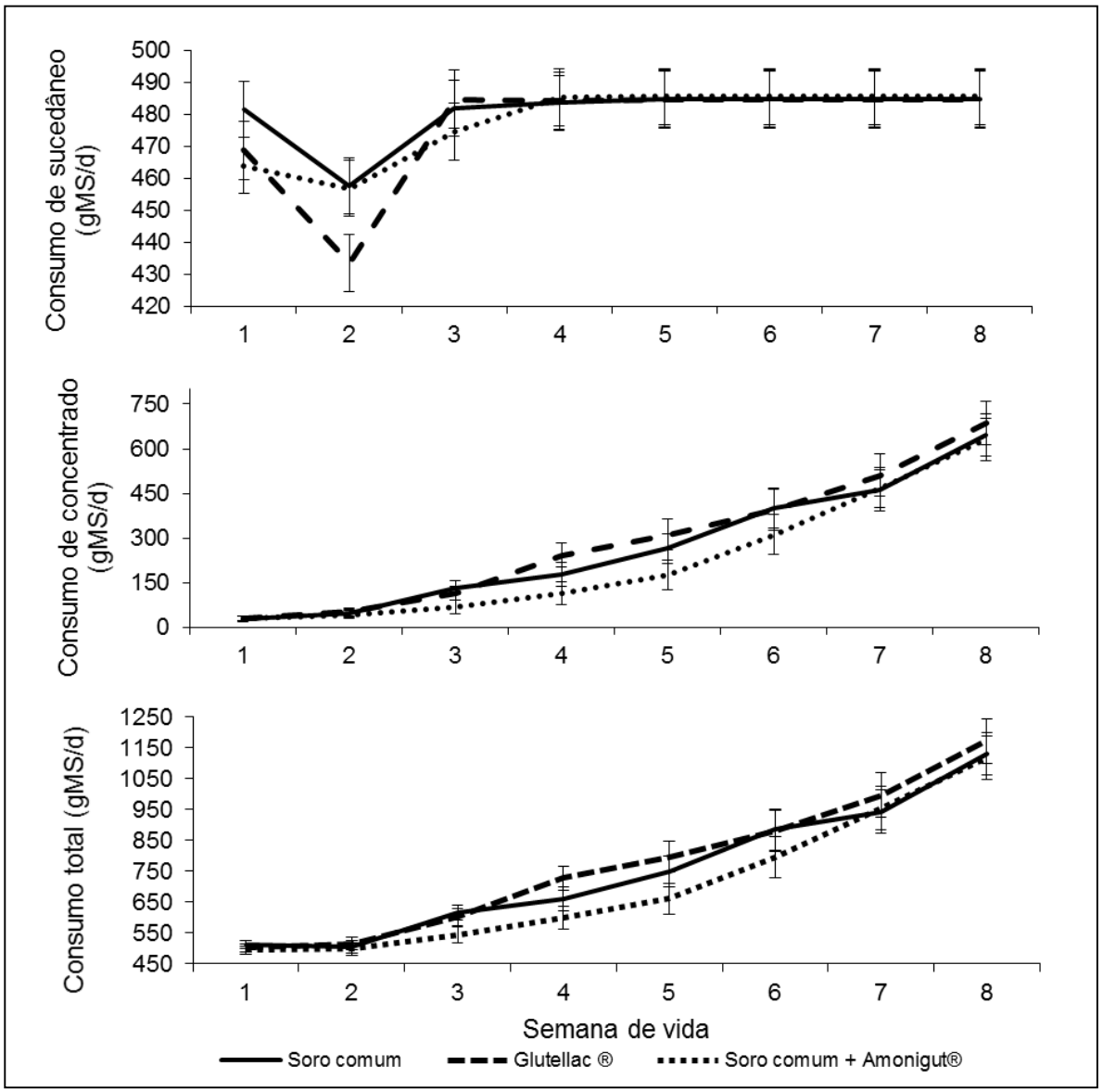

Figura 3.4 - Consumo de sucedâneo, de concentrado e consumo total médio diário de bezerros leiteiros recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro comum + Aminogut®, nas primeiras 8 semanas de vida

A variável dias com diarreia (Tabela 3.4), que faz referência ao tempo em dias que os bezerros permaneceram com este distúrbio metabólico, não foi afetada pelo tipo de solução de reidratação (P>0,05). Não houve efeito da solução de hidratação no escore fecal dos bezerros (P>0,05), mas com o avanço da idade houve redução do escore fecal (P<0,0001), sugerindo fezes menos fluidas (Figura 3.5). No entanto, não houve efeito da interação soluções de reidratação e idade dos animais.

Tabela 3.4 - Hematócrito, escore fecal, dias com diarreia de bezerros leiteiros durante as oito semanas de experimento e consumo voluntário de água e consumo de água total durante o período em que os animais estiveram com diarreia, recebendo diferentes soluções de reidratação

	Tratamento			EPM	P<[1]		
	Soro comum	Glutellac®	Soro comum + Aminogut®		T	I	TxI
Dias com diarreia	14,29	14,00	18,36	2,503	0,39	.	.
Escore fecal	1,84	1,90	1,98	0,110	0,66	<,0001	0,46
Hematócrito (%)	22,81	24,57	22,83	0,970	0,15	<,0001	0,03
Consumo de água, L/d							
Voluntário[2]	1,16[b]	2,64[a]	1,35[b]	0,262	0,001	.	.
Total[3]	3,56[a]	2,64[b]	3,35[ab]	0,262	0,02	.	.

[1]T: efeito de tratamento, I: efeito de idade (semana), TxI: interação Tratamento x Idade, EPM: erro padrão da média.
[2] Consumo de água a partir do balde de água de bebida
[3] Soma do consumo de água a partir do balde e da água fornecida via soro de reidratação

O período compreendido entre a primeira e segunda semana de vida é conhecido por ser o de maior susceptibilidade à ocorrência de distúrbios metabólicos como o caso da diarreia. Isso se deve à queda da imunidade adquirida mediante a ingestão de colostro nas primeiras horas de vida, e à incipiente produção de anticorpos por parte do bezerro, fazendo com que o animal encontre-se mais vulnerável a este tipo de distúrbios metabólicos.

O aumento observado no escore fecal, principalmente na segunda semana de vida, coincide com o aumento no hematócrito dos bezerros para o mesmo período (Figura 3.5), como resposta a perda de água nas fezes, que faz com que ocorra redução do volume sanguíneo (hipovolemia) a qual se manifesta por um aumento na porcentagem de glóbulos vermelhos (% hematócrito). Como os glóbulos vermelhos estão mais concentrados o sangue torna-se mais espesso, aumentando também a concentração de proteínas no plasma.

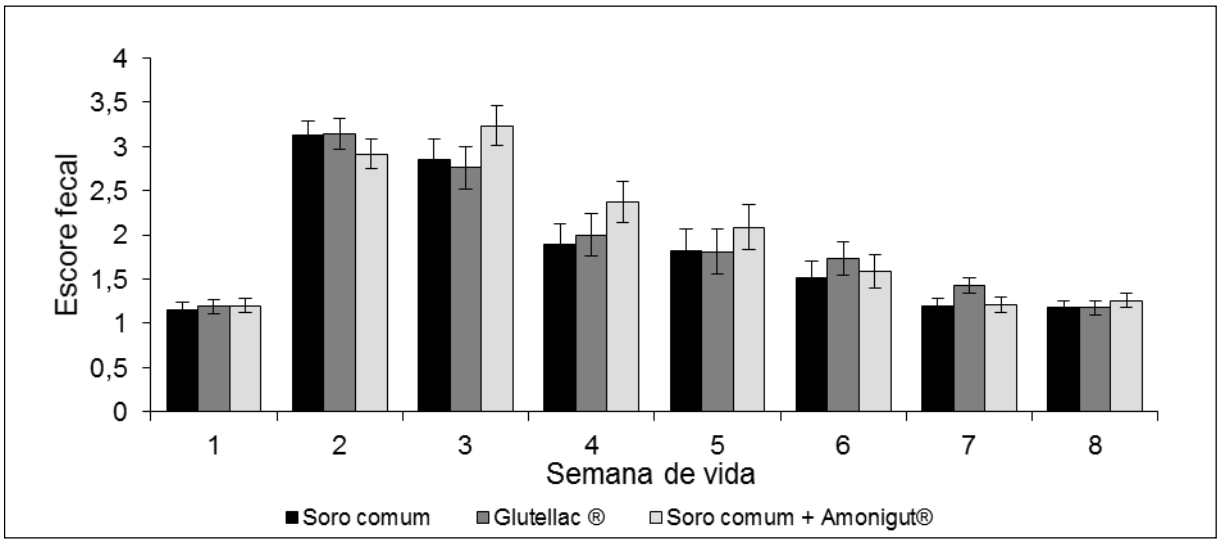

Figura 3.5 - Escore fecal de bezerros leiteiros recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro comum + Aminogut®, nas primeiras 8 semanas de vida

Uma das consequências da diarreia é a desidratação, a qual em casos extremos pode chegar a causar a morte dos animais. Uma forma de diagnosticar o estado de hidratação do animal é mediante a realização de hematócrito (RAVARY-PLUMIOËN, 2009). Os valores de hematócrito obtidos (Tabela 3.4) encontram-se dentro da faixa de valores que publicaram Ježek et al. (2011), que são de 18-46% para animais com uma a quatro semanas de vida, e de 18-41% para animais de cinco a oito semanas de idade. Segundo Mohri e Eidi (2007), o valor de hematócrito para bezerros com 24-48 horas de vida deve estar em torno de 27%, 24% às quatro semanas de vida e de 25-26% para a oitava semana de vida aproximadamente, sendo estes valores semelhantes aos observados no presente estudo. Brun-Hansen; Kampen e Lund (2006) reportaram maior valor de hematócrito para o mesmo período de tempo, sendo ao nascimento de 34%, o qual foi diminuindo até a 6-8 semana de vida alcançando valor de 29%. Guzelbektes, Coskun e Sen (2007) realizaram um experimento onde compararam valores de hematócrito de animais sadios, com desidratação moderada (4-8%) ou severa (10% ou mais). Os valores para este parâmetro foram maiores em animais com desidratação moderada e severa (31,5% e 37% respectivamente; $P<0,05$) em comparação com animais controle (sem desidratação, 27%). Se forem consideradas as primeiras três semanas de vida, quando os animais tiveram o maior escore fecal, pode-se observar que em nenhum dos grupos apresentou valores maiores de 30%. Dessa forma, pode-se considerar que os bezerros não estavam desidratados neste período.

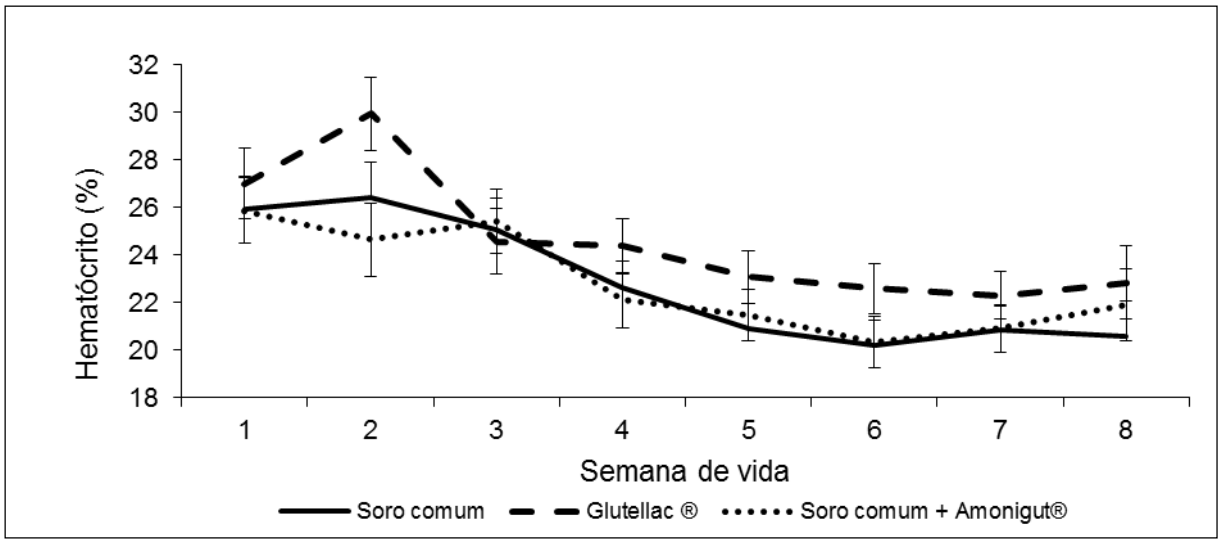

Figura 3.6 - Hematócrito (%) de bezerros leiteiros recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro comum + Aminogut®, nas primeiras 8 semanas de vida

A perda de água corporal ocasionada pela diarreia afeta principalmente o volume do plasma sanguíneo. As soluções de reidratação hipertônicas aumentam a osmolaridade do plasma, aumentando também o conteúdo de sódio podendo derivar em hipernatremia, tirando água das células do sangue (hipovolemia) o que faz com que os receptores do cérebro se desidratem e estimulem o consumo de água e a liberação de hormônio antidiurético que reduz o volume de urina (THORNTON, 2010). Por estes motivos é necessário a disponibilidade de água limpa, fresca e a vontade para os animais durante toda sua vida (SEN et al., 2009; BACHMANN et al., 2012).

Quando os animais estavam acometidos por diarreia, e portanto em tratamento com as soluções de reidratação, foi medido o consumo voluntário de água (diretamente do balde de água) e o consumo total (consumo voluntário + consumo de água fornecida via solução de reidratação; Tabela 3.4).

Segundo Kertz; Reutzel e Mahoney (1984) quando um bezerro tem acesso livre a água, seu consumo é de aproximadamente um litro por dia, valor semelhante ao consumo voluntário de água que ocorreu nos animais reidratados com Soro comum e Soro comum + Aminogut®, mas inferior em comparação com o volume de água ingerido pelos bezerros do tratameto Glutellac®. Os bezerros reidratados com Soro comum apresentaram o maior consumo total em comparação com os bezerros que consumiram Glutellac® ($P<0,05$), e os animais reidratados com Soro comum + Aminogut® tiveram um consumo intermediário e não diferente dos outros dois

tratamento (P>0,05). Já quando se observa o consumo voluntário, os bezerros que consumiram Glutellac® como terapia de reidratação apresentaram o maior consumo voluntário (P<0,05). Estes resultados permitem distinguir os benefícios da utilização deste tipo de terapia de reidratação junto com o leite ou sucedâneo lácteo, já que estimula o consumo de água a vontade, simplificando o trabalho do tratador em vários aspectos (BACHMANN et al., 2012). No entanto, resultou em menor consumo total de água.

Segundo alguns autores, o fornecimento deste tipo de soluções hipertônicas de reidratação oral para animais junto com o leite ou sucedâneo, parecem ser mais eficiente na correção da desidratação, pois aumentam em quantidade e de forma constante o volume plasmático, sempre que os animais tenham livre acesso à água (BACHMANN et al., 2009; CONSTABLE et al., 20009; NOURI; CONSTABLE, 2006; BACHMANN et al., 2012; WENGE et al., 2014). Entretanto os dados obtidos neste trabalho não confirmam o proposto pela literatura, isto porque não foi observado efeito das terapias de reidratação no hematócrito dos bezerros (Figura 3.6). Este fato pode ser resultado do estado de hidratação dos animais, devido ao abundante volume de água total consumido nos três tratamentos (Tabela 3.4).

Wenge et al. (2014) reportaram que o consumo de água de bezerros em aleitamento convencional foi de 1,1 L/d, o que coincide com o consumo de água voluntário apresentado pelos bezerros que foram reidratados com soro comum (Tabela 3.4). O alto volume de água consumido pelos bezerros neste estudo poderia explicar o comportamento do hematócrito destes animais, o qual se manteve dentro da faixa de valores considerados na literatura como normais para esta espécie.

A utilização dos diferentes métodos de reidratação oral não provocou alteração (P>0,05) nos parâmetros bioquímicos avaliados durante todo o período (Tabela 3.5). Também não houve efeito da interação de tratamento x idade (P>0,05), mas sim foi observado o efeito da idade dos animais (P<0,05). Nas primeiras semanas de vida, quando o rúmen do bezerro ainda não está desenvolvido, são frequentes concentrações de glicose em torno de 144 mg/dL (QUIGLEY; CALDWEL; SINKS,1991). No entanto conforme o rúmen começa adquirir sua funcionalidade, a concentração deste metabólito começa diminuir chegando a valores de até 85 mg/dL (QUIGLEY; CALDWEL; SINKS,1991).

Tabela 3.5 - Parâmetros sanguíneos de bezerros leiteiros recebendo diferentes soluções de reidratação oral quando acometidos por diarreia, durante as oito semanas de experimento

	Tratamento			EPM	P<[1]		
	Soro comum	Glutellac ®	Soro comum + Amonigut®		T	I	TxI
Glicose (mg/dL)	95,26	99,45	99,85	2,149	0,25	<,0001	0,89
Proteína (g/dL)	5,91	5,86	5,87	0,214	0,98	<,0001	0,92
Albumina (g/dL)	2,34	2,37	2,32	0,054	0,73	<,0001	0,52
Ureia (mg/dL)	18,30	17,76	19,29	0,695	0,30	<,0001	0,15
Creatinina (mg/dL)	0,80	0,79	0,77	0,040	0,71	<,0001	0,87

[1]T: efeito de tratamento, I: efeito de idade (semana), TxI: interação Tratamento x Idade, EPM: erro padrão da média.

Kaneto et al. (2004) reportaram valores de glicose dentre 85,3 mg/dL e 100,14 mg/dL para os primeiros 30 dias de vida de bezerras holandesas sadias. Khan; Weary e Keyserlingk (2011) explicaram que baixos níveis de glicose no sangue de bezerras jovens é um indicativo de subalimentação, enquanto que valores elevados deste metabólito indicariam estado de saciedade.

Na medida que o bezerro começa consumir concentrado se inicia a colonização ruminal por parte da microbiota que será a responsável pela fermentação com consequente produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), os quais se tornam na principal fonte de energia do animal ruminante. Desta forma, a produção de glicose começará ocorrer no fígado por meio da gliconeogênese a partir de compostos como propionato, lactato entre outros, ao tempo que os níveis de glicose no sangue diminuirão, principalmente após o desaleitamento, em comparação com aqueles níveis presentes na fase de pré-ruminante (HAYASHI et al., 2006; FAGLIARI et al., 1998, QUIGLEY et al., 1991; KHAN et al., 2007).

Os compostos da dieta que foram fermentados até AGCC serão absorvidos pela parede ruminal, diminuindo a absorção de glicose pelo intestino (FURLAN; MACARI; FARIA, 2006; HUNTINGTON; REYNOLDS, 1986). Os dados do presente estudo mostram uma tendência crescente nas concentrações a partir da terceira semana, o que poderia se relacionar com a estabilização do consumo de sucedâneo, conduzindo a uma maior disponibilidade de glicose proveniente da dieta líquida consumida (Figura 3.7). Este comportamento da curva não era o esperado, uma vez que, como explicado

anteriormente, na medida que o animal começa a consumir dieta sólida a concentração de glicose tende a diminuir.

Mohri e Eidi (2007) reportaram valores de glicose ao nascimento de 117,1 mg/dL aproximadamente, diminuindo significativamente com a idade e chegando aos 56 dias de vida com uma concentração de glicose em sangue de 72,06 mg/dL. Guzelbektes, Coskun e Sen (2007) observaram maiores concentrações de glicose ($P<0,05$) em animais com desidratação moderada ou severa (83 mg/dL e 91 mg/dL, respectivamente) em comparação com animais sadios (71 mg/dL). No entanto, na atual pesquisa a concentração de glicose foi a mais baixa durante o período em que os animais se encontravam com o maior escore fecal e o maior hematócrito, descordando com o publicado por Guzelbektes, Coskun e Sen (2007). Este resultado coincide com o publicado por Kaneko, Harvey e Bruss (2008) que explicaram que animais com diarreia podem apresentar hipoglicemia.

A concentração plasmática de proteína pode ser influenciada por diversos fatores tais como idade, ingestão de colostro, desidratação, inflamação ou fatores nutricionais. No atual estudo, as concentrações de proteína sérica não foram afetadas pelas soluções de reidratação ($P>0,05$; Figura 3.7). Porém, embora tenha havido efeito da idade dos animais no conteúdo de proteína total ($P<0,005$), com valores decrescentes com o avanço da idade dos animais, não houve efeito significativo da interação solução de reidratação e idade ($P>0,05$) Mohri e Eidi (2007) também relataram um comportamento decrescente deste metabólito até a segunda semana de vida (passando de 6,9 para 6,0 g/dL), mantendo-se estável até a quarta semana de vida e posteriormente aumentando até alcançar 6,1 g/dL na oitava semana de vida. Guzelbektes, Coskun e Sen (2007) avaliaram o conteúdo de proteínas totais em animais sadios e com desidratação moderada e severa não obtendo diferenças significativas para este parâmetro, encontrando-se o valor da proteína total numa faixa de 5,95 g/dL e 6,39 g/dL.

A principal proteína presente no plasma sanguíneo é a albumina, representando aproximadamente 50% das proteínas totais. Sua concentração é afetada pela quantidade e qualidade de proteína da dieta uma vez que é sintetizada no fígado a partir de aminoácidos de origem dietária. Esta proteína é responsável pressão

oncótica do plasma e pelo transporte de vários íons e moléculas, além de prover aminoácidos para o *turnover* de proteínas dos tecidos periféricos.

A concentração de albumina no recém-nascido é quase constante, por este motivo a concentração de proteínas totais é utilizada para identificar como tem sido a transferência de anticorpos pela colostragem. Assim a variação que ocorra na concentração proteica vai ser devida à absorção de imunoglobulinas (FEITOSA et al., 2001). No presente estudo não foram observadas diferenças na concentração de albumina de acordo com a solução de reidratação oral (P>0,05; Tabela 3.5), como também não houve interação entre tratamento e idade dos animais. Contudo, observou-se efeito significativo da idade dos animais na concentração de albumina (P<0,05; Figura 3.7), concordando com os dados publicados na literatura que observaram valores de 2,8 g/dL no nascimento chegando a 3,6 g/dL na oitava semana de vida (MOHRI; EIDI 2007; COSTA et al.,2007). Guzelbektes, Coskun e Sen (2007) reportaram valores de albumina de 3 g/dL para animais sadios e de 4,4 g/dL para aqueles com desidratação acentuada, sendo estes valores significativamente diferentes. Estas concentrações são superiores às obtidas nesta pesquisa.

A concentração de ureia é utilizada como indicativo da função renal do animal (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 2008). Ela é afetada pela dieta, composição dos aminoácidos e função hepática e renal. O fígado sintetiza ureia a partir de amônia, a qual se origina no catabolismo proteico e da absorção intestinal, podendo retornar para o rúmen via saliva onde atua como fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 2008; HAYASHI et al., 2006). Segundo Hayashi e colaboradores (2006), existe uma variação na concentração de ureia na medida que os animais se desenvolvem. Estes observaram que após a desmama a concentração de ureia apresentava-se crescente no sangue, o que poderia estar relacionado com o estabelecimento do ciclo da ureia.

Este metabolito sanguíneo não foi afetado pelas soluções de reidratação (P>0,05), assim como não houve efeito da interação tratamento x idade do animal (P>0,05). No entanto, houve efeito da idade dos animais na concentração de ureia plasmática (P<0,05; Tabela 3.5), resultado que discorda com o publicado por Mohri e Eidi (2007), que não observaram concentração de aproximadamente 30 mg/dL, sem efeito da

idade dos animais. Hammon et al. (2002), e Benesi et al. (2005) reportaram uma grande influência etária na concentração de ureia plasmática.

Guzelbektes, Coskun e Sen (2007) reportaram diferentes valores de ureia entre animais sadios (13,7 mg/dL) e animais com desidratação moderada (32,5 mg/dL) ou severa (49 mg/dL). Benesi et al. (2005), publicaram valores de ureia sérica maiores para a primeira semana de vida (21,75 mg/dL), e valores semelhantes aos obtidos neste estudo para a segunda e quarta semana de vida dos bezerros (23,7 e 20,35 mg/dL respectivamente). Estes autores explicaram que a grande influência da proteína dietária sobre a concentração de ureia poderia explicar estas diferenças.

Ao contrário da ureia, a creatinina não é afetada pela dieta ou por outros fatores que afetem o metabolismo no fígado, mas sim é fortemente afetada pela idade do animal apresentando comumente os maiores valores ao nascimento (BENESI et al., 2005). Segundo estes autores, esse comportamento se relaciona ao aumento da função renal por parte do neonato. A creatinina encontra-se no músculo do animal relacionada ao metabolismo energético. Há um fluxo constante de creatinina para o plasma, portanto mudanças na concentração plasmática deste metabólito são devidas a variações na sua excreção, função que é realizada pelos rins (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 2008). No presente estudo, não houve efeito da solução de reidratação ou da interação entre a solução e a idade dos animais na concentração de creatinina plasmática ($P>0,05$; Tabela 3.5). Mas, assim como para os outros metabólitos, houve efeito da idade dos animais ($P<0,0001$). Benesi et al. (2005) publicaram valores de creatinina de 1,51 mg/dL para a primeira semana de vida e de 1,32 mg/dL e 1,28 mg/dL para a segunda e quarta semana de vida respectivamente. Segundo Mohri e Eidi (2007) os valores de creatinina diminuem com a idade dos animais, passando de 1,41 mg/dL ao nascimento até chegar a 1,02 mg/dL aos 56 dias aproximadamente. SEIFI et al. (2006) relataram que animais que possuíam concentrações de creatinina maiores a 5,66 mg/dL tinham maior probabilidade de morrer. Estes valores são superiores aos obtidos neste estudo (Figura 3.7), no entanto o comportamento da curva de creatinina é igual, sofrendo uma diminuição constante ao longo do período de avaliação.

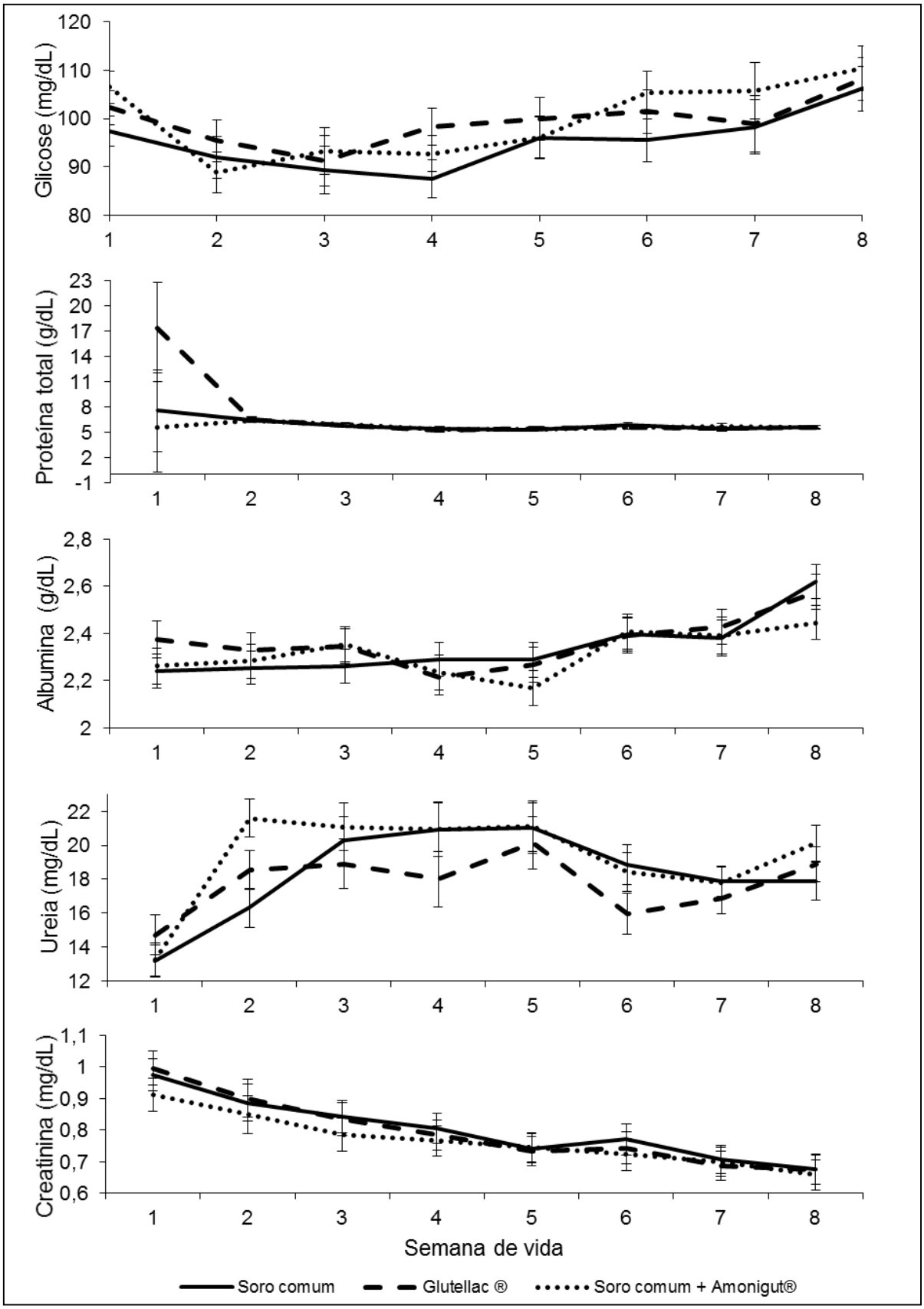

Figura 3.7 - Concentração de Glicose, Proteína total, Albumina, Ureia e Creatinina de bezerros leiteiros recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro comum + Aminogut®, nas primeiras 8 semanas de vida

O aferimento de alguns parâmetros clínicos como temperatura retal, frequência respiratória e batimento cardíaco permitem distinguir anomalias na saúde dos animais. No presente estudo, estes parâmetros foram avaliados durante os episódios de diarreia. Quando animais diarreicos apresentam temperaturas maiores a 39,5°C, essa elevação da temperatura retal indica a existência de um processo infeccioso afetando o animal, embora também poderia indicar estresse térmico de forma que deve-se estar atento as variáveis ambientais também.

Algumas das funções do sistema respiratório são a termorregulação (perda de calor por resfriamento evaporativo), oxigenação do organismo, manutenção do pH sanguíneo, e do equilíbrio ácido base. O pH sanguíneo encontra-se intimamente relacionado à taxa respiratória, assim por exemplo aumentos na frequência respiratória é um indicativo de diminuição de pH em sangue, sendo a respiração um dos mecanismos de regulação do pH por meio da eliminação do excesso de CO_2. Uma acidose metabólica pode-se manifestar clinicamente através de hiperventilação e aumento da frequência respiratória (EL-SHEIKH et al., 2012).

A oscilação dos batimentos cardíacos servem para avaliar o estado de saúde do animal, sendo importante estar atento a origem dessas arritmias. Bezerros diarreicos em muitos casos sofrem aumentos na concentração de K no sangue, podendo chegar a ocasionar hipercalemia (K>5,5 mEq/L), o que afeta marcadamente a atividade do coração (WELDON et al., 1992). Neste estudo as concentrações de K não superaram o valor mencionado anteriormente, portanto se houvesse um aumento na frequência cardíaca deveriam ser avaliados outros causantes como estresse térmico.

Como pode ser observado na Tabela 3.6, não houve diferenças significativas nestes parâmetros para os bezerros reidratados com diferentes soluções reidratantes (P>0,05), coincidindo com o publicado por Constable, Grünberg e Carstensen (2009).

A temperatura retal encontrou-se dentro da faixa de valores considerados como normais 38,0 – 39,5ºC, assim como os valores de frequência respiratória por minuto (rpm) e batimento cardíaco por minuto (bpm), sendo a faixa de valores de normalidade para o primeiro de 15 a 40 rpm e para o segunde de 60 a 120 bpm (EL-SHEIKH et al., 2012).

De forma semelhante, Constable, Thomas e Boisrame (2001) não obtiveram diferenças entre tratamentos para temperatura retal e frequência respiratória, utilizando duas terapias de reidratação oral (hiperosmótica e isosmótica) ou sucedâneo lácteo. O grupo que recebeu sucedâneo lácteo também não alterou o batimento cardíaco enquanto que para os outros dois tratamentos o batimento cardíaco diminuiu.

Tabela 3.6 - Média das medições clínicas de bezerros leiteiros recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro + Aminogut®, quando acometidos por diarreia

	Tratamento			EPM	P<
	Soro comum	Glutellac ®	Soro comum + Amonigut®		
Temperatura (°C)	38,39	38,50	38,38	0,109	0,63
Frequência Respiratória (rpm)	20,97	22,38	22,47	0,676	0,55
Batimento Cardíaco (bpm)	95,51	94,01	94,45	1,846	0,93

EPM: erro padrão da média.

As análises gasométricas permitem avaliar a severidade das diarreias através da obtenção de pH sanguíneo, concentração de eletrólitos e outras substâncias associadas ao equilíbrio ácido básico do organismo. Dentre os parâmetros avaliados (Tabela 3.7), as concentrações de HCO_3 e Na^+ tenderam a ser maiores para os animais no tratamento Glutellac® (P>0,05) sendo a concentração de glicose também afetada pelo protocolo de hidratação (P<0,05). O dia da realização da avaliação gasométrica influenciou a concentração de HCO_3, K^+, Beecf e glicose (P<0,05), havendo efeito da interação tratamento x dia de avaliação apenas para a concentração de BUN (P<0,05). Já a idade em que os animais foram acometidos por diarreia foi responsável pela alteração do pH, concentração de Na^+ e Beecf, sendo estes valores maiores em animais mais velhos, e K^+, hematócrito e hemoglobina, correspondendo os maiores valores aos animais mais jovens (P<0,05).

O pH sanguíneo é regulado mediante alguns mecanismos (metabólicos, respiratórios, renal e celular) os quais estão em estreita relação uns com os outros (CUNNINGHAM, 2004) e visam manter o equilíbrio ácido base.

Uma forma de determinar o balanço ácido base, é através da equação de Henderson-Hasselbalch, a qual determina o pH sanguíneo, resultado da interação entre a tensão de dióxido de carbono (TCO_2) e a concentração de bicarbonato (HCO_3),

$$pH = 5,10 + \log ([HCO_3^-]/ [PCO_2 \times 0,003060])$$

Esta equação permite avaliar a veracidade dos dados obtidos na análise gasométrica. Assim para as três terapias de reidratação utilizadas o pH obtido segundo esta formula foi de 7,36, 7,40 e 7,38 para os tratamentos Soro comum, Glutellac® e Soro comum + Aminogut® respectivamente, sendo estes valores muito semelhantes aos obtidos por meio do I-Stat® (Tabela 3.7) e encontrando-se dentro do valores considerados como normais na literatura, 7,28 a 7,48 (KASARI; NAYLOR, 1986; BUTLER; WILLOUGHBY; MCSHERRY, 1971).

Tabela 3.7 - Gasometria e eletrólitos em bezerros de raça mista durante o primeiro e segundo dia de diarreia, recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro + Aminogut®

	Tratamento			EPM	P<[1]			
	Soro comum	Glutellac®	Soro comum + Amonigut®		T	D	TxD	I
pH	7,35	7,39	7,37	0,019	0,165	0,068	0,847	0,001
HCO_3 (mmol/L)	26,98	30,18	28,78	1,073	0,088	0,044	0,977	0,065
PCO_2 (mmHg)	48,31	49,29	49,22	1,163	0,805	0,923	0,688	0,422
TCO_2 (mmol/L)	28,43	31,64	30,19	1,093	0,107	0,064	0,934	0,064
Na (mEq/L)	136,03	137,74	135,35	1,058	0,073	0,114	0,789	0,006
K (mEq/L)	5,00	4,80	4,87	0,113	0,452	0,004	0,769	<,0001
Cl (mmol/L)	99,22	98,34	97,59	1,031	0,329	0,100	0,200	0,602
Ânion Gap (mmol/L)	13,28	13,70	13,29	0,534	0,900	0,167	0,995	0,469
Beecf (mmol/L)	4,08	4,31	3,20	1,069	0,629	0,050	0,178	0,024
BUN (mg/dL)	14,29	8,53	10,35	3,145	0,426	0,561	0,008	0,691
Glicose (mg/dL)	81,82[b]	92,46[a]	79,02[b]	2,538	0,001	0,045	0,053	0,121
Hematócrito (%)	28,78	27,99	25,03	1,594	0,233	0,201	0,489	<,0001
Hemoglobina (g/dL)	9,77	9,52	8,61	0,534	0,286	0,422	0,688	<,0001

[1]T: efeito de tratamento, D: dia de colheita do sangue, TxD: interação Tratamento x Dia de colheita do sangue, I: idade do animal no momento da avaliação, EPM: erro padrão da média.

A equação de Henderson-Hasselbalch permite visualizar o efeito da concentração de HCO_3 e de PCO_2 em sangue sobre o pH. Assim aumentos na concentração de HCO_3 fazem com que a relação ($[HCO_3^-]/ [PCO_2 \times 0,003060]$) aumente e por tanto o pH aumente, ao tempo que o aumento na concentração de PCO_2, diminui o valor da relação anterior fazendo com que o pH diminua (CUNNINGHAM, 2004).

Na Figura 3.8 observa-se o comportamento desta variáveis por separado, assim para o tratamento Soro comum a concentração de HCO_3 apresentou um leve aumento

do primeiro para o segundo dia enquanto a de PCO_2 diminui, isto produz um aumento do pH em função do aumento da relação $HCO_3/(PCO_2*0,003)$. Para os outros dois tratamentos também ocorreu um incremento na concentração de HCO_3 no entanto também há um incremento na PCO_2, com isto, há um aumento na relação entre estes dois parâmetros assim como para os valores de pH.

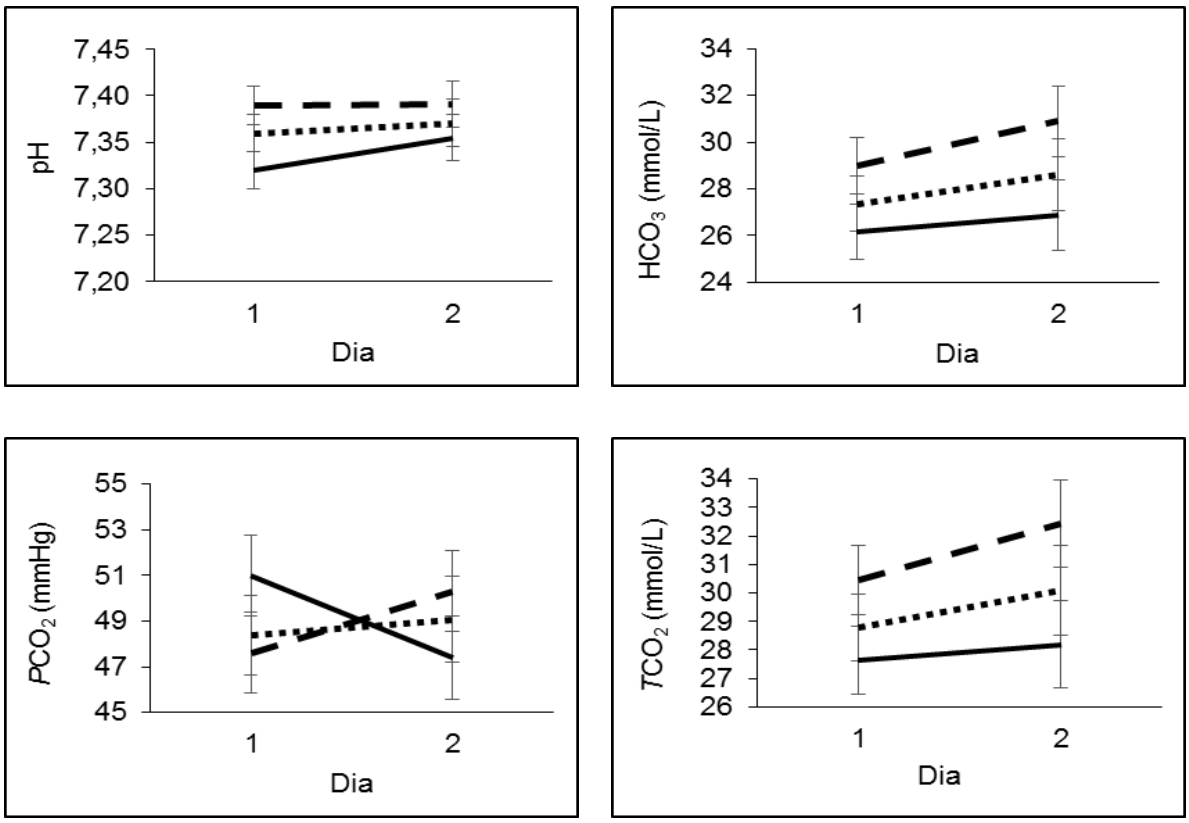

Figura 3.8 - Valores de pH, HCO3, PCO2 e TCO2 de bezerros leiteiros durante o primeiro e segundo dia de diarreia, recebendo como terapia de reidratação oral Soro comum (———), Glutellac® (— —) ou Soro comum + Aminogut® (▪▪▪), quando acometidos por diarrea

Desta forma, o pH sanguíneo apresentou uma tendência crescente, mas sempre dentro da faixa de normalidade. Este comportamento indica que não houve perdas excessivas de HCO_3 através das fezes, o que combinado com o pH neutro reafirma a ausência de acidose metabólica, contrário ao publicado por Constable et al. (2005) e Guzelbektes, Coskun e Sen (2007). Estes últimos autores relataram que bezerros com desidratação moderada ou severa possuem menores concentrações de HCO_3 (15 e 12 mmol/L, respectivamente), enquanto que bezerros sadios apresentam concentrações de 26,5 mmol/L ($P<0,05$).

Bachmann et al. (2009) testaram quatro terapias de reidratação para bezerros com diferentes tamponantes (sendo uma delas Glutellac®), fornecidas junto com o leite ou

em refeições separadas. Estes autores não obtiveram diferenças significativas entre tratamentos no pH sanguíneo duas horas depois do aleitamento, em concordância com o resultado deste estudo. Guzelbektes, Coskun e Sen (2007) reportaram que animais com desidratação severa e moderada apresentaram menores valores de pH (7,13 e 7,21, respectivamente) em comparação com o pH de animais que encontravam-se sem nenhum grau de desidratação (7,38). Este dado coincide com o reportado por Leal et al. (2008). Os bezerros da atual pesquisa mostraram valores iguais ou superiores àqueles descritos acima, mas sempre dentro da faixa de valores de referência.

Kasari (1999) descreveu que valores de pH menores a 7,28 e concentrações de HCO_3^- de 20,0 mmol/L, são indicativos de acidose metabólica em bezerros neonatos. Segundo Kasari e Naylor (1986) e Butler, Willoughby e McSherry (1971) valores normais de concentração de HCO_3^- variam de 20 a 40 mmol/L.

Os desequilíbrios ácido base que ocorrem no organismo fazem com que ocorram variações nas concentrações de PCO_2, desta forma diminuições no pH seriam responsáveis por aumentos na concentração de PCO_2 em sangue. Os resultados do presente estudo confirmam este comportamento. Os valores de referência de PCO_2 segundo a literatura são de 38-50 mmHg (NAGY et al., 2003; BELLINO et al., 2012, FREITAS et al., 2010). Bellino et al. (2012) obtiveram valores de PCO_2 de 38 a 50 mmHg para animais sadios e de 47,5 mmHg e 41,3 mmHg para bezerros diarreicos sem e com acidose metabólica respectivamente. Bachmann et al. (2009) não obtiveram diferenças significativas na concentração de PCO_2 para bezerros recebendo terapias de reidratação com diferentes tamponantes e fornecidos de forma simultânea com o leite ou em refeições separadas do mesmo, sendo os valores médios destes tratamentos entre 54,27 mmHg e 59,65 mmHg.

O dióxido de carbono total (TCO_2) é um dado que auxilia na estimativa do estado ácido base do animal. Este parâmetro resulta da somatória dos valores de bicarbonato (maior parte do CO_2) e CO_2 dissolvido. Valores entre 25,6 a 33,4 mEq/L são considerados normais, e concentrações menores a estas indicam acidose enquanto que valores superiores são resultado de alcalose (CONSTABLE, 2014). Na Figura 3.8 se observa que os animais dos três tratamentos tiveram concentrações dentro dos valores considerados normais.

A osmolaridade do líquido extracelular é mantida principalmente pelo sódio que é o principal cátion presente sendo que o cloreto e o bicarbonato são os principais ânions. Já no liquido intracelular o potássio é o principal cátion presente enquanto que fosfatos e proteínas são os principais ânions (FREITAS et al., 2010).

As concentrações destes eletrólitos e o excesso de bases (Beecf) mantiveram-se para os três tratamentos dentro dos valores citados pela bibliografia como normais (Figura 3.9; CARLSON, 1997; RADOSTITS et al., 2007; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 2008; FREITAS et al., 2010; SEIFI et al., 2006).

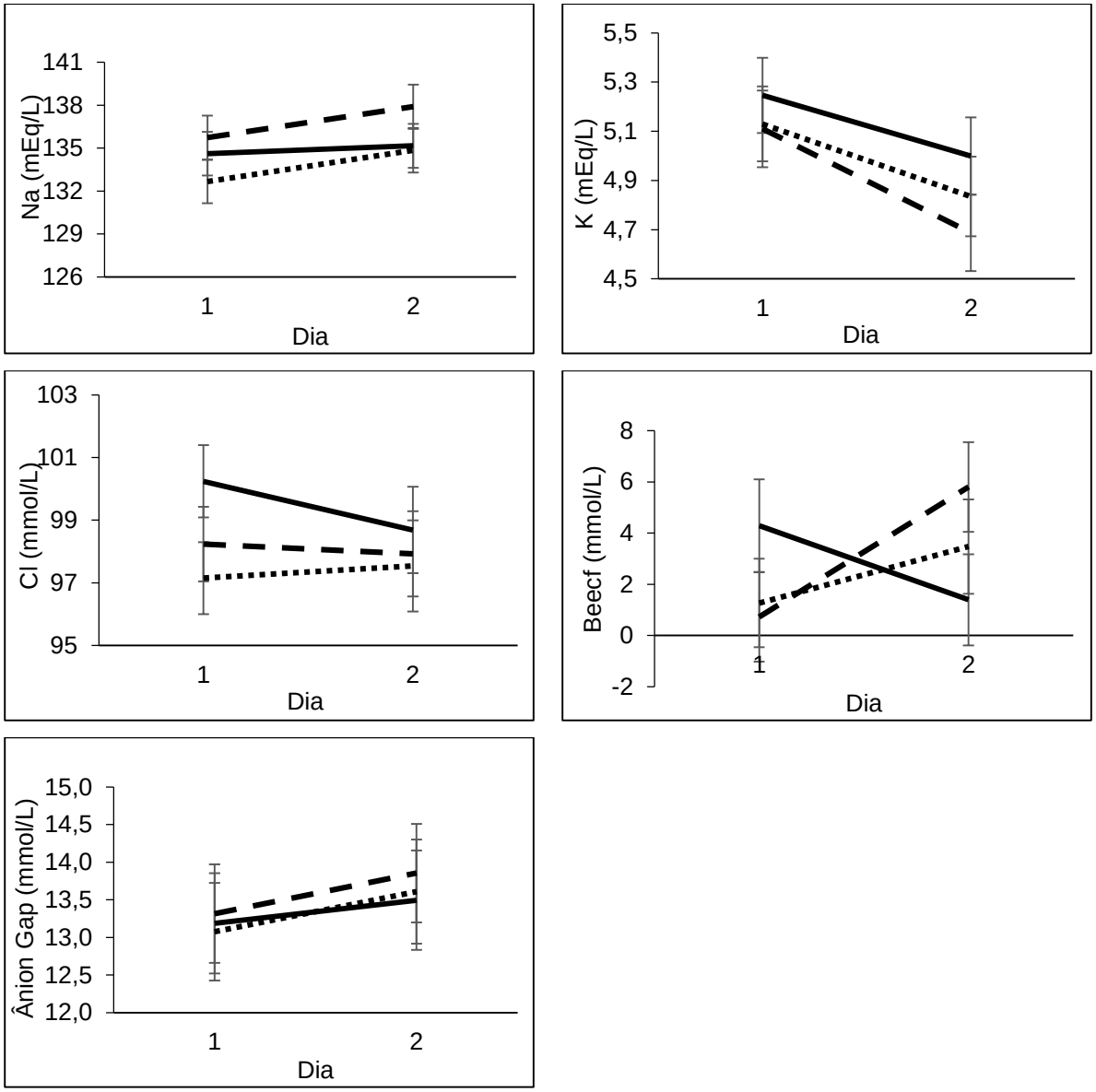

Figura 3.9 - Valores de Na+, K+, Cl-, Beecf e Ânion Gap de bezerros leiteiros durante o primeiro e segundo dia de diarreia, recebendo como terapia de reidratação oral Soro comum (▬▬), Glutellac® (▬ ▬) ou Soro comum + Aminogut® (▪▪▪), quando acometidos por diarreia

Guzelbektes, Coskun e Sen (2007) relataram diminuições na concentração de Na^+ e Cl^-, aumentos na concentração de K^+, e quedas acentuadas no excesso de bases como consequência da desidratação de bezerros diarreicos. Os animais recebendo as distintas terapias de reidratação oral não sofreram destas mudanças no equilibrio eletrolítico (Figura 3.9).

FREITAS (2009) observou que animais com diarreia diminuíram a concentração de Na^+ do primeiro para o terceiro dia de diarreia (P>0,05), discordando também com o ocorrido neste estudo, onde a concentração de Na^+ aumentou do primeiro para o segundo dia (P>0,05).

Seifi et al. (2006) concluíram que a concentração de K^+ pode ser um bom indicador da possibilidade de sobreviver a uma diarreia, assim animais com valores acima de 5,63 mEq/L apresentam mais propensão ao óbito.

O Beecf refere-se ao valor do excesso de bases no fluído extracelular, o qual representa a quantidade de ácido (mEq/L) necessário para restabelecer o pH de um litro de sangue à 37° C e PCO_2 de 40 mmHg do valor de 7,4 (BOOKALLIL, 2008). Também pode ser definido como a diferença entre o total de bases e ácidos tituláveis (CARLSON, 1997). Quando o valor de Beecf é negativo indica uma deficiência de bases o que leva a acidose clínica, já valores positivos são indicativos de alcalose metabólica (CARLSON, 1997). Valores de excessos de bases de -10 mmol/L são indicadores de acidose metabólica severa, bezerros com diarreia e acidose metabólica moderada apresentaram valores de excesso de bases de 0 a -10 mmol/L, bezerros com diarreia mas sem acidose metabólica apresentam um valor de excesso de bases de 2,1 mmol/L e animais sadios de -3 a 5 mmol/L (NAKAGAWA; SUZUKI; TAGUCHI, 2007; BELLINO et al., 2012). Segundo Bouda e Jagos (1984) animais de até três semanas de idade em boas condições de saúde têm uma concentração de excesso de bases de 0,6 mmol/L até 2,1 mol/L o que seria considerado como normal. Bouda et al. (1997) observaram que animais diarreicos antes de receber uma terapia de reidratação tinham uma concentração de excesso de bases de -5,86 mmol/L enquanto após o consumo da solução oral de reidratação o valor ascendia até 2,7 mmol/L (P<0,05).

No presente estudo, as análises de excesso de bases (Beecf) apresentam valores dentro da faixa de referência, o que junto com os resultados de concentrações de

eletrólitos e gases verificam a ausência de distúrbios metabólicos. Os valores de Beecf também apresentaram diferenças segundo o grau de desidratação (3,06 mmol/L, -8,66 mmol/L e -17,81 mmol/L para bezerros sadios, moderadamente desidratados e severamente desidratados respectivamente) na pesquisa realizada por Guzelbektes, Coskun e Sen (2007).

O valor de Ânion Gap (janela aniônica) permite determinar se a acidose metabólica é dada pela perda de bicarbonato ou pela alta concentração plasmática de ânions. Este valor é calculado na prática como a diferença entre cations ($Na^+ + K^+$) e ânions (Cl^- e HCO_3^-) e seu aumento indica um aumento na concentração de ânions fortes em sangue, principalmente de ácidos orgânicos como ácido latico.

Kaneto et al. (2004) observaram grande variação no valor de Ânion Gap para bezerras holandesas nos primeiros 30 dias de vida, estando essa variação associada ao fator etário. Assim durante os primeiros 15 dias de vida o valor de Ânion Gap encontrou-se numa faixa de 5,95 até 14,13 mmol/L. Segundo Constable et al. (2005), o valor de referência de Ânion Gap para animais sadios é de 8.9–15.0 mmol/L, encontrando-se os valores de Ânion Gap do presente estudo dentro desta faixa de valores considerados como normais (Figura 3.9).

As análises gasométricas realizadas por Guzelbektes, Coskun e Sen (2007) mostraram diferenças significativas na concentração de Ânion Gap entre bezerros sadios (10,89 mmol/L), com moderada desidratação (20,34 mmol/L) e aqueles com severa desidratação (34,83 mmol/L), sendo os valores obtidos neste estudo semelhantes aos reportados pelos autores acima citados para bezerros sadios.

A concentração de BUN (nitrogênio ureico em sangue) é um indicativo da saúde do animal. Valores elevados deste parâmetro indicam disfunções renais, enquanto que baixas concentrações podem ser consequência de insuficiência hepática e hiper-hidratação (CUNNINGHAM, 2004; THRALL, 2004). Os níveis fisiológicos de BUN variam entre 20 a 30 mg/dL nos bovinos (MEYER et al., 1995) e em bezerros da raça Jersey até os três meses de idade, estes valores estão entre 14 a 22mg/dL (GREGORY et al., 2004). Os valores de BUN do estudo atual são menores que os citados anteriormente, podendo indicar hiperidratação dos bezerros nos três tratamentos (Figura 3.10; CUNNINGHAM, 2004; THRALL, 2004), existindo interação

significativa entre tratamento e dia de avaliação (P<0,05). O valor de hematócrito para este mesmo período de avaliação constata que estes dados são semelhantes aos descritos por Guzelbektes, Coskun e Sen (2007) para animais moderadamente desidratados e animais sem desidratação (Figura 3.11).

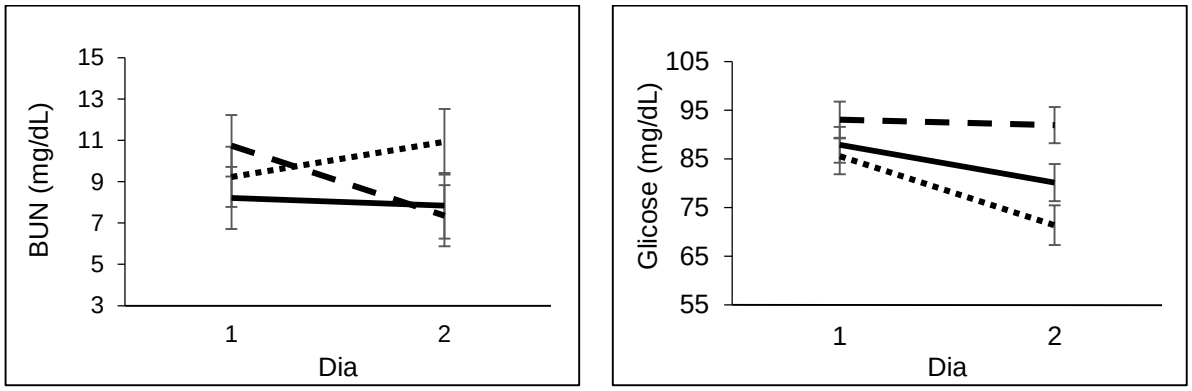

Figura 3.10 - Valores de BUN e Glicose de bezerros leiteiros durante o primeiro e segundo dia de diarreia, recebendo como terapia de reidratação oral Soro comum (▬▬), Glutellac® (▬ ▬) ou Soro comum + Aminogut® (▪▪▪), quando acometidos por diarreia

Quando o animal em um quadro de diarreia, de acordo com a severidade do mesmo, é normal que diminua o apetite e haja rejeição dos alimentos. Isto, somado à má digestão e absorção intestinal de compostos energéticos, próprio da diarreia, pode levar ao animal a apresentar hipoglicemia como resultado da redução da gliconeogênese e aumento da glicólise anaeróbica (BOUDA et al., 1997; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 2008). No entanto os valores de glicose para os dois primeiros dias de diarreia (Figura 3.10) encontram-se dentro da faixa de normalidade (DEMIGNÉ; CHARTIER; RÉMÉSY, 1980).

O tratamento que consistiu na terapia de reidratação com Glutellac® resultou em maior concentração de glicose sanguínea (P<0,05), provavelmente devido ao conteúdo de glicose do produto, já que não foram observadas diferenças entre terapias de reidratação (Tabela 3.8) para o consumo de concentrado e sucedâneo no primeiro e segundo dia de diarreia (P>0,05).

Tabela 3.8 - Média do consumo de sucedâneo (L/d) e concentrado (g/d) de bezerros de raça mista durante o primeiro e segundo dia de diarreia, recebendo como terapia de reidratação Soro comum, Glutellac® ou Soro + Aminogut®

	Tratamento			EPM	P<[1]		
	Soro comum	Glutellac ®	Soro comum + Amonigut®		T	D	TxD
Consumo sucedâneo, L/d	3,77	3,82	3,85	0,117	0,85	0,03	0,37
Consumo concentrado, g/d	45,81	36,89	46,39	15,19	0,79	0,21	0,17

[1]T: efeito de tratamento, D: dia de colheita do sangue, TxD: interação Tratamento x Dia de colheita do sangue, EPM: erro padrão da média.

A desidratação leva à redução do volume plasmático, por este motivo o hematócrito e a concentração de hemoglobina servem para avaliar eficientemente o grau de desidratação do bezerro (WALKER et al., 1998; RAVARY-PLUMIOËN, 2009). Leal et al. (2008) reportaram valores de hematócrito maiores para animais 24-48 horas após a indução da diarreia em comparação com os observados na Figura 3.11. Naylor, Leibel e Middleton (1997) observaram em bezerros com diarreia induzida, que aqueles animais que correspondiam ao tratamento com alta ou baixa concentração de glutamina na solução de reidratação oral, defecavam com alto conteúdo de água (P<0,05). No entanto, não observaram diferenças em relação ao hematócrito, temperatura retal e outros sinais clínicos.

O hematócrito, assim como a concentração de hemoglobina (Figura 3.11) neste estudo apresentou apenas efeito significativo da idade dos animais no momento de ocorrência da diarreia (P<0,05), sem efeito dos tratamentos aplicados nem do dia em que foi realizado a análise (P>0,05).

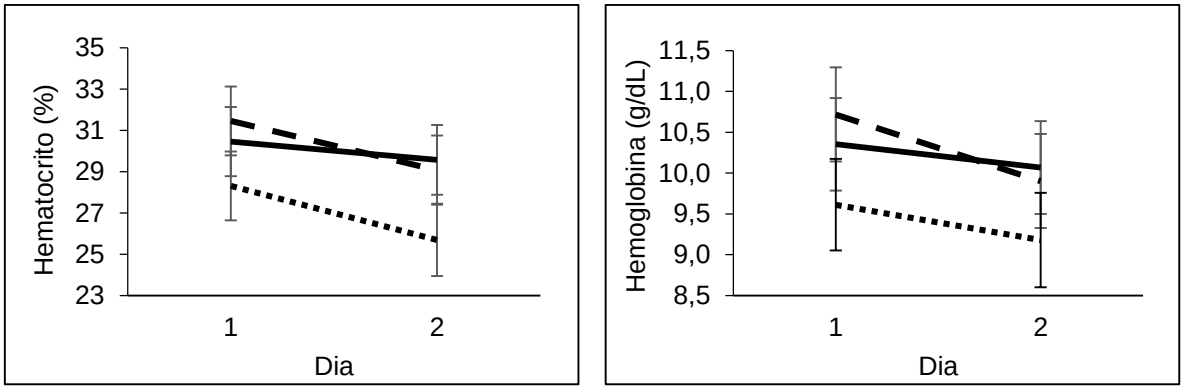

Figura 3.11 - Valores de Hematócrito e Hemoglobina de bezerros leiteiros durante o primeiro e segundo dia de diarreia, recebendo como terapia de reidratação oral Soro comum (———), Glutellac® (— —) ou Soro comum + Aminogut® (▪▪▪), quando acometidos por diarreia

Bellino et al. (2012) relataram que animais com diarreia e desidratação tiveram maior hematócrito e hemoglobina do que animais com diarreia mas normoidratados

(P<0,05), coincidindo com o publicado por Leal et al. (2008), sendo os valores obtido por estes últimos autores maiores aos observados nos bezerros do presente estudo.

3.4 Conclusão

As terapias de reidratação não afetam o desempenho de animais acometidos por diarreias. Contudo, animais reidratados com solução a base de acetato de sódio e glicose (Glutellac®) apresentaram maior consumo voluntário de água, o que associado a praticidade de manejo para seu fornecimento, faz desta terapia de reidratação uma alternativa interessante no tratamento de bezerros acometidos por diarreia.

Referências

AITA, M.M.; FISCHER,V.; STUMPF, W.J. Efeitos dos níveis de extrato etéreo no sucedâneo do leite sobre o desenvolvimento corporal de bezerros Jersey. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, p.193-202, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analyses of the Assocition of Official Analytical Chemists**. Arlington: AOAC, 1990. 500p.

BACHMANN, L.; SCHMIDT, B.; RAUWOLF, U.; WENGE, J.; COENEN, M. Change of plasma volume, osmolality, and acid–base status in healthy calves after feeding of milk and water and milk-based oral rehydration solutions. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 95, p. 6006-6014, 2012.

BACHMANN, L.; HOMEIER, T.; ARLT, S.; BRUECKNER, M.; RAWEL, H.; DEINER, C.; HARTMANN, H. Influence of different oral rehydration solutions on abomasal conditions and the acid-base status of suckling calves. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 92, p. 1649-1659, 2009.

BELLINO, C.; ARNAUDO, F.; BIOLATTI, C.; BORRELI, A.; GIANELLA, P.; MAURELLA, C.; ZABALDANO, G.; CAGNASSO, A.; D´ANGELO, A. Development of a dignostic diagram for rapid field assessment of acidosis severity in diarrheic calves. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 240, n. 3, p. 312-316, 2012.

BENESI, F.J.; COELHO, C.S.; LEAL, M.L.R.; MIRANDOLA, R.M.S.; LISBÔA, J.A.N. Severity and nature of acidosis in diarrheic calves over and under one week of age. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 42, p. 291-298, 2005.

BLANCHARD, P.C. Diagnostics of Dairy and Beef Cattle Diarrhea. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, Maryland Heights, v. 28, p. 443-464, 2012.

BOOKALLIL, M.J. pH of the blood: acid base balance. **Sidney**: Royal Prince Alfred Hospital, The university of sydney, 2008. Disponível em: http://www.usyd.edu.au/su/anaes/lectures/acidbase_mjb/frameversion.html Acesso em: 14 jul. 2015.

BOUDA, J.; JAGOŠ, P. Biochemical and hematological reference values in calves and their significance for health control. **Acta Veterinaria (Brno)**, Tchecoslovaquia, v. 53, p. 137-142, 1984.

BOUDA, J.; MARTINEZ, L.P.; CANDANOSA, E.A.; ROMAHN, C.L.; ROCHA, G.F.Q. Estudio de los parámetros clínico-bioquímicos antes y después de rehidratación oral en becerros diarreicos. **Veterinária México**, México, v. 28, p. 87-91, 1997.

BRUN-HANSEN, H.C.; KAMPEN, A.H.; LUND, A. Hematologic values in calves during the first 6 months of life. **Veterinary Clinical Pathology**, Santa Barbara, v. 35, p. 182-187, 2006.

BUTLER, D.G.; WILLOUGHBY, R.A.; MCSHERRY, B.J. Studies on diarrhea in neonatal calves acid-base and serum electrolyte values in normal calves from birth to ten days of age. **Canadian journal of comparative medicine**, Ottawa, v. 35, p. 36-39, 1971.

CARLSON, G.P. Fluid electrolyte and acid-base balance. In: KANECO, **Journal of Clinical biochemistry of domestic animals**. 5th ed. London: Academic, 1997. p. 485-515.

CONSTABLE, P.D. Antimicrobial use in the treatment of calf diarrhea. **Journal of veterinary internal medicine**, Lawrence, v. 18, p. 8–17, 2004.

CONSTABLE, P.D. Acid-base assessment: when and how to apply the henderson-hasselbalch equation and strong ion difference theory. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 30, p. 295-316, 2014.

CONSTABLE, P.D.; GRÜNBERG, W.; CARSTENSEN, L. Comparative effects of two oral rehydration solutions on milk clotting, abomasal luminal pH, and abomasal emptying rate in suckling calves. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 92, p. 296-312, 2009.

CONSTABLE, P.D.; STÄMPFLI, H.R.; NAVETAT, H.; BERCHTOLD, J.; SCHELCHER, F. Use of a quantitative strong ion approach to determine the mechanism for acid–

base abnormalities in sick calves with or without diarrhea. **Journal of veterinary internal medicine**, Lawrence, v. 19, p. 581-589, 2005.

CONSTABLE, P.D.; THOMAS, E.; BOISRAME, B. Comparison of two oral electrolyte solutions for the treatment of dehydrated calves with experimentally-induced diarrhoea. **The Veterinary Journal**, London, v. 162, p. 129–140, 2001.

COSTA, J.N.; PEIXOTO, A.P.C.; KOHAYAGAWA, A.; SOUZA, T.S. Proteinograma sérico de bezerras da raça Holandesa do nascimento aos 150 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 8, p. 267-75, 2007.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 454p.

DAVIS, C.L.; DRACKLEY, J.K. The development nutrition and management of the young calf. **Ames: Iowa State University Press**, 1998, 339p.

DEMIGNÉ, C.; CHARTIER, F.; RÉMÉSY, C. Evidence of different types of acidosis associated with diarrhea in the neonatal calf. **Annales de Recherches Vétérinaires**, Versailles, v. 11, p. 267-272, 1980.

DESJEUX, J.F.; BRIEND, A.; BUTZNER, J.D. Oral rehydration solution in the year 2000: pathophysiology, efficacy and effectiveness. **Baillière's Clinical Gastroenterology**, Rotterdam, v. 11, p. 509-527, 1997.

EL-SHEIKH, A.K.R.; MORSY, H.M.S.; ABBAS, T.H.A.; ABDELZARIK, W.M. Clinical and laboratory examinations of diarrhea and dehydration in newborn Friesian calves with special reference to therapy with hypertonic and isotonic solution. **Life Science Journal**, New York, v. 9, p. 181-184, 2012.

FAGLIARI, J.J.; SANTANA, A.E.; LUCAS, F.A.; CAMPOS FILHO, E.; CURI, P.R. Constituintes sangüíneos de bovinos recém-nascidos das raças Nelore (Bos indicus) e Holandesa (Bos taurus) e de bubalinos (Bubalis bubalus) raça Murrah. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 50, p. 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**, Niterói,v. 8, p. 105-108, 2001.

FREITAS, M.D. **Avaliação dos parâmetros clínicios e laboratoriais de bezerras com diarreia neonatal naturalmente adquiridas**. 2009. 71p. Dissertação

(Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FREITAS, M.D.; FERREIRA, M.G.; FERREIRA, P.M.; CARVALHO, A.U.; PEREIRA LAGE, A.; HEINEMANN, M.B.; FACURY FILHO, E.J. Equilíbrio eletrolítico e ácido-base em bovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, p. 2608-2615, 2010.

FURLAN, R.; MACARI, M.; FARIA, D.E.F. Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. cap. 1, p. 1-23.

GARTHWAITE, B.D.; DRACKLEY, J.K.. MCCOY, G.C.; JASTER, E.H. Whole milk and oral rehydration solution for calves with diarrhea of spontaneous origin. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 77, p. 835-843, 1994.

GREGORY, L.; BIRGEL JUNIOR, E.H.; D´ANGELINO, J.L.; BENESI, F.J.; DE ARAÚJO, W.P.; 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**, São Paulo, v. 71, p. 339-345, 2004.

GUZELBEKTES, H.; COSKUN, A.; SEN, I. Relationship between the degree of dehydration and the balance of acid-based changes in dehydrated calves with diarrhoea. **Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy**, Pulawy, v. 51, 83-87, 2007.

HAMMON, H.M.; SCHIESSLER, G.; NUSSBAUM, A.; BLUM, J.W. Feed intake patterns, growth performance, and metabolic and endocrine traits in calves fed unlimited amounts of colostrum and milk by automate, starting in the neonatal period. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 85, P. 3352-3362, 2002.

HAYASHI, H.; KAWAI, M.; NONAKA, I.; TERADA, F.; KATOH, K.; OBARA, Y. Developmental changes in the kinetics of glucose and urea in holstein calves. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 1654–1661, 2006.

HEATH, S.E.; NAYLOR, J.M.; GUEDO, B.L.; PETRIE, L.; ROUSSEAUX, C.G.; RADOSTITS, O.M. the effects of feeding milk to diarrheic calves supplemented with oral electrolytes. **Canadian Journal of Veterinary Research**, Ottawa, v. 53, p. 477-485, 1989.

HEINRICHS, A.J.; HARGROVE, G.L. Standards of weight and height for holstein heifers. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 70, p. 653-660, 1987.

HILL, T.M.; BATEMAN, H.G.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L. Effect of milk replacer program on digestion of nutrients in dairy calves. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 1105-1115, 2010.

HOFFMAN, P.C. Optimum body size of holstein replacement heifers. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 75, p. 836-845, 1997.

HUNTINGTON, G.B.; REYNOLDS, P.J. Net absorption of glucose, L-lactate, volatile fatty acids, and nitrogenous compounds by bo- vine given abomasal infusions of starch or glucose. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 69, p. 2428–2436, 1986.

JENNY, B.F.; MILLS, S.E.; JOHNSTON, W.E. O'DELL, G.D. Effect of fluid intake and dry matter concentration on scours and water intake in calves fed once daily. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 61, p. 765-770, 1978.

JEŽEK, J.; NEMEC, M.; STARIČ, J.; KLINKON, M. Age related changes and reference intervals of haematological variables in dairy calves. **Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy**, Pulawy, v. 55, 471-478, 2011.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestic animal**. 6th ed. San Diego: Academic Press, 2008. 916p.

KANETO, F.M.; COELHO, C.S.; LEAL, M.L.R.; LISBOA, J.A.N.; BENESI, F.J. Glicemia e "anion-gap" em bezerras sadias da raça holandesa no primeiro mês de vida. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v. 20, n. 3, p. 291-298, 2004.

KASARI, T.R. Metabolic acidosis in calves. **Veterinary Clinics of North America:** Food Animal Practice, Philadelphia, v. 15, p. 473-486, 1999.

KASARI, T.R.; NAYLOR, J.M. Further studies on the clinical features and clinico-pathological findings of a syndrome of metabolic acidosis with minimal dehydration in neonatal calves. **Canadian Journal of Veterinary Research**, Ottawa, v. 50, n. 4, p. 502–508, 1986.

KELLUM, J.A. Determinants of blood pH in health and disease John. **Critical care**, Bélgica, v. 4, p. 6-14, 2000.

KERTZ, A.F.; REUTZEL, L.F.; MAHONEY, J.H. Ad libitum water intake by neonatal calves and its relationship to calf starter intake, weight gain, feces score, and season. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 67, p. 2964-2969, 1984.

KHAN, M.A.; LEE, H.J.; LEE, W.S.; KIM, H.S.; KIM, S.B.; KI, K.S.; HA, J.K.; LEE, H.G.; CHOI, Y.J. Pre- and postweaning performance of holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 876–885, 2007.

KHAN, M.A.; WEARY, D.M.; VON KEYSERLINGK, M.A.G. Hay intake improves performance and rumen development of calves fed higher quantities of milk. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 94, p. 3547-3553, 2011.

LARSON, L.L.; OWEN, F.G.; ALBRIGHT, J.L.; APPLEMAN, R.D.; LAMB, R.C.; MULLER, L.D. Guidelines toward more uniformity in measuring and reporting calf experimental data. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 60, n. 6, p. 989-991, 1977.

LEAL, M.L.R.; CYRILLO, F.C.; MORI, C.S.; MICHIMA, L.E.S.; NICHI, M.; ORTOLANI, E.L.; BENESI, F.J. Modelo de indução de diarréia osmótica em bezerros holandeses. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 1650-1657, 2008.

MEYER, D.J.; COLES, E.H.; RICH, L.J. **Medicina de laboratório veterinária** – Interpretação e diagnóstico. São Paulo: Rocca , 1995. 308p.

MOHRI, M.; SHARIFI, K.; EIDI, S. Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: Age related changes and comparison with blood composition in adults. **Research in Veterinary Science**, London, v. 83, p. 30–39, 2007.

NAGY, O.; SEIDEI, H.; KOVÁC, G.; PAULÍKOVÁ, I. Acid-base balance and blood gases in calves in relation to age and nutrition. **Czech Journal of Animal Science**, Praga, v. 48, p. 61-68, 2003.

NAKAGAWA, M.; SUZUKI, K.; TAGUCHI, K. Relationship between depression score and acid-base status in japanese black calves with diarrhea. **The Journal of veterinary medical science**, Tokyo, v. 69, p. 549-52, 2007.

NAYLOR, J.M.; LEIBEL, T.; MIDDLETON, D.M. Effect of glutamine or glycine containing oral electrolyte solutions on mucosal morphology, clinical and biochemical findings, in calves with viral induced diarrhea. **Canadian Journal of Veterinary Research**, Ottawa, v. 61, p. 43-48, 1997.

NAYLOR, J.M.; PETRIE, L.; RODRIGUEZ, M.I.; SKILNICK, P. A comparison of three oral electrolyte solutions in the treatment of diarrheic calves. **The Canadian veterinary journal**, Ottawa, v. 31, p. 753-760, 1990.

NOURI, M.; CONSTABLE, P.D. Comparison of Two Oral Electrolyte solutions and route of administration on the abomasal emptying rate of holstein-friesian calves. **Journal of veterinary internal medicine**, Lawrence, v. 20, p. 620-626, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington: National Academy of Sciences, 2001. 408p.

PHILLIPS, R.W.; LEWIS, L.D.; KNOX, K.L. Alterations in body water turnover and distribution in neonatal calves with acute diarrhea. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 176, p. 231-234, 1971.

QUIGLEY, J.D. Influence of weaning method on growth, intake, and selected blood metabolites in Jersey calves **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 79, P. 2255-2260, 1996.

QUIGLEY, J.D.; CALDWELL, L.A.; SINKS, G.D.; HEITMANN, R.N. Changes in blood glucose, nonesterified fatty acids, and ketones in response to weaning and feed intake in young calves. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 74, 250-257, 1991.

RADOSTITS, O.M.; LESLIE, K.E.; FETROW, J. **Food animal production medicine**. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1994. v. 1, 631p.

RAVARY-PLUMIOËN, B. Resuscitation procedures and life support of the newborn calf. **Revue de Médecine Vétérinaire**, Toulouse, v. 160, p. 410-419, 2009.

ROY, J.H.B. Factors affecting susceptibility of calves to disease. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 63, p. 650-664, 1980.

SAS INSTITUTE. **Sas users guide:** Statistics, version 5. Cary, 1991, 1028p.

SEIFI, H.A.; MOHRI, M.; SHOOREI, E.; FARZANEH, N. Using haematological and serum biochemical findings as prognostic indicators in calf diarrhoea. **Comparative Clinical Pathology**, Harrow, v. 15, p. 143-147, 2006.

SEN, I.; ALTUNOK, V.; OK, M.; COSKUN, A.; CONSTABLE, P.D. Efficacy of oral rehydration therapy solutions containing sodium bicarbonate or sodium acetate for treatment of calves with naturally acquired diarrhea, moderate dehydration, and strong ion acidosis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 234, p. 926-034, 2009.

SHINGU, H.; HAYASHI, H.; TOUNO, E.; OSHIBE, A.; KUSHIBIKI, S.; ODA, S.; KATOH, K.; OBARA, Y. Characteristics of developmental changes in the kinetics of glucose and urea in Japanese Black calves: Comparison with Holstein calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 2910–2915, 2007.

THORNTON, S.N. Thirst and hydration: Physiology and consequences of dysfunction. **Physiology and Behavior**, Elmsford, v. 100, p. 15-21, 2010.

THRALL, M.A. **Veterinary Hematology and Clinical Chemistry**. Lippincott Williams and Wilkins, Baltimore, 2004. 776p.

VAN DONKERSGOED, J.; RIBBLE, C.S.; BOYER, L.G.; TOWNSEND, H.G.G. Epidemiological study of enzootic pneumonia in dairy calves in saskatchewan. **Canadian Journal of Veterinary Research**, Ottawa, v. 57, p. 247-254, 1993.

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**, Champaign, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

WALKER, P.G.; CONSTABLE, O.D.; MORIN, D.E.; DRACKLEY, J.K.; FOREMAN, J.H.; THURMON, J.C. A reliable, practical, and economical protocol for inducing diarrhea and severe dehydration in the neonatal calf. **Canadian Journal of Veterinary Research**, Ottawa, v. 62, p. 205-213, 1998.

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.

WELDON, A.D.; MOISE, N.S.; REBHUN, W.C. Hyperkalemic atrial standstill in neonatal calf diarrhea. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Lawrence, v. 6, p. 294-297, 1992.

WENGE, J.; STEINHÖFEL, I.; HEINRICH, C.; COENENA, M.; BACHMANN, L. Water and concentrate intake, weight gain and duration of diarrhea in young suckling calves on different diets. **Livestock Science**, Foulum, v. 159, p. 133-140, 2014.

ZANTON, G.I.; HEINRICHS, A.J. Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of holstein heifers on first-lactation production. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 3860–3867, 2005.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura vem mostrando de maneira consistente os benefícios do aleitamento intensivo de bezerras leiteiras na produção de leite futura. No entanto, os resultados são sempre obtidos com sucedâneos de alto teor de proteína bruta (PB), sempre acima de 25%, produto este não disponível no mercado nacional. O alto custo de matéria prima proveniente do leite e a demanda dos produtores por produtos com maior teor de PB tem levado a indústria a incluir proteína de origem vegetal na formulação de sucedâneos lácteos. A falta de tecnologia para o adequado processamento desta proteína vegetal tem, no entanto, levado a grandes prejuízos para o produtor e para a indústria. O risco para o produtor reside no fato de que estes produtos, longe de melhorar o desempenho das bezerras, vão resultar em baixos desempenhos e uma série de distúrbios metabólicos como as diarreias, exigindo protocolos de reidratação adequados. No entanto, são comuns as altas taxas de mortalidade, trazendo grandes prejuízos econômicos.

A empresa, por outro lado, perde a confiança dos produtores, o que também traz consequências graves do ponto de vista financeiro. Assim, a inclusão deste tipo de produto deve ser criteriosa e cautelosa, com o processamento adequado e na concentrações recomendadas na bibliografia.

ANEXO

Anexo

Bezerro 2. Tratamento AV/AP

Bezerro 15. Tratamento BV/AP

Bezerro 15. Tratamento BV/AP

Bezerro 34. Tratamento BV/AP

Bezerro 34. Tratamento BV/AP

Bezerro 34. Tratamento BV/AP

Bezerro 34. Tratamento BV/AP

Bezerro 25. Tratamento BV/AP

Bezerro 25. Tratamento BV/AP

Bezerro 25. Tratamento BV/AP

Bezerro 32. Tratamento BV/AP

Bezerro 32. Tratamento BV/AP