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

Aminoácidos limitantes para o desempenho de bezerros leiteiros: avaliação de teores ótimos e via de fornecimento

Jackeline Thaís da Silva

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

Piracicaba
2014

Jackeline Thaís da Silva
Zootecnista

Aminoácidos limitantes para o desempenho de bezerros leiteiros: avaliação de teores ótimos e via de fornecimento

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientadora:

Profª Drª **CARLA MARIS MACHADO BITTAR**

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

Piracicaba
2014

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

Silva, Jackeline Thaís da
Aminoácidos limitantes para o desempenho de bezerros leiteiros: avaliação de teores ótimos e via de fornecimento / Jackeline Thaís da Silva. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2014.
121 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.

1. Bezerro 2. Glutamato 3. Glutamina 4. Lisina 5. Metabolismo 5. Metionina I. Título

CDD 636.214
S586a

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte -O autor"

Aos meus pais, Sônia e Aparecido, meus irmãos Rafael e Júnior que me incentivaram; e à João Antônio Mastrangi que sempre viu a beleza e a importância do meu trabalho;

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’ pela oportunidade da realização do meu treinamento de doutorado no programa Ciência Animal e Pastagens.

Agradeço à Carla Maris Machado Bittar, minha orientadora, por todo conhecimento a mim transferido, pela confiança e a oportunidade de aprimorar meus conhecimentos sobre manejo e criação de bezerros leiteiros, assim como todos os outros adquiridos nesta jornada. Agradeço também pelo companheirismo, pela excelente relação e por todas as advertências que aprimoraram o meu profissional.

Agradeço aos meus companheiros do Grupo de Pesquisa em Metabolismo Animal: Lucas Silveira Ferreira, Mariana Pompêo de Camargo Gallo, Marília Ribeiro de Paula, Carlos Eduardo Oltramari, Gustavo Guilherme de Oliveira Napoles, Glauber dos Santos, Nathália Brito Rocha, Thais Manzoni Torrezan, Evangelina Miqueo, Carolina Monteiro e Fernanda Lavínia Moura Silva os quais possibilitaram a idealização ou a conclusão deste estudo de forma mais agradável.

Agradeço a todos os estagiários que me auxiliaram na condução dos experimentos: Samyra Baldassin, Giovana Slanzon, Matheus Cruciol, Fernando, Vanessa Carizzi Cherobin, Fabiana Forte e Andréia Volpato. Agradeço também aos integrantes do CPZ que auxiliaram na condução dos experimentos.

Agradeço a Idalina, José Augusto e Renata por todo auxílio e pela agradável convivência.

Agradeço a minha mãe, Sônia Lúcia dos Santos da Silva, ao meu pai Aparecido da Silva e meus irmãos Aparecido da Silva Júnior e Rafael Henrique da Silva pelo incentivo e pelo carinho. A família é o nosso porto seguro durante toda a nossa caminhada, assim, agradeço também a todas as minhas tias, tios, primas, primos e também a Helena e Alice, que são tias do coração, que me apoiaram com visitas, telefonemas, mensagens e sempre com muito carinho.

Agradeço à João Antônio Mastrangi, que mais uma vez esteve presente em mais uma etapa da minha vida, sendo meu amigo, conselheiro, ajudante no bezerreiro; sempre meu companheiro. Agradeço também aos seus pais, que sempre me receberam com muito carinho e foram encorajadores desta etapa, Ilzi e Antônio Mastrangi.

Agradeço a todas as minhas amigas de repúblicas, com as quais dividimos nossas alegrias e tristezas na convivência diária, Magda Andreia Tessmer, Maria Isabel Bertacchi, Mariana Pompeo de Camargo Gallo, Marcela Morato Notini, Alessandra Morás e Fernanda Engels do Nascimento.

Agradeço à Fundação de Amparo a Pesquisa pelo financiamento do projeto, o qual possibilitou a conclusão deste estudo.

Agradeço ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento, pela bolsa de auxílio.

Agradeço à Deus.

Se tiver o hábito de fazer as coisas com alegria, raramente encontrará situações difíceis.

Baden Powell

SUMÁRIO

RESUMO....11
ABSTRACT....13
1 INTRODUÇÃO....15
1.1 Revisão Bibliográfica....17
1.1.1 Nutrição de bezerros leiteiros....17
1.1.2 Lisina e Metionina....21
1.1.3 Glutamato e Glutamina....26
Referências....28
2 ESTUDO DA COMPOSIÇÃO EM AMINOÁCIDOS DE SUCEDÂNEOS COMERCIALIZADOS NO BRASIL....33
2.1 Introdução....34
2.2 Material e Métodos....35
2.2.1 Coleta de amostras de sucedâneo....35
2.2.2 Análise Bromatológica....35
2.3 Resultados e discussão....36
2.4 Conclusão....44
Referências....44
3 SUPLEMENTAÇÃO DE LISINA E METIONINA NO SUCEDÂNEO OU NO CONCENTRADO DE BEZERROS LEITEIROS EM ALEITAMENTO....47
3.1 Introdução....48
3.2 Material e Métodos....49
3.2.1 Animais e manejo alimentar....49
3.2.2 Delineamento estatístico e tratamentos....50
3.2.3 Análises Bromatológicas....51
3.2.3.1 Sucedâneo....51
3.2.3.2 Concentrado inicial....51
3.2.4 Crescimento corporal....52
3.2.5 Monitoramento do escore fecal....52
3.2.6 Metabólitos sanguíneos....52
3.2.7 Análise estatística....53
3.3 Resultados e discussão....54
3.4 Conclusão....71

Referências 72
4 SUPLEMENTAÇÃO DE LISINA E METIONINA NO SUCEDÂNEO OU CONCENTRADO DE BEZERROS LEITEIROS EM SISTEMA DE ALEITAMENTO PROGRAMADO 75
4.1 Introdução 76
4.2 Material e Métodos 78
4.2.1 Animais e manejo alimentar 78
4.2.2 Delineamento estatístico e tratamentos 79
4.3 Resultados e Discussão 80
4.4 Conclusão 97
5 AVALIAÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO DE LISINA E METIONINA EM ASSOCIAÇÃO COM GLUTAMATO E GLUTAMINA NO SUCEDÂNEO LÁCTEO DE BEZERROS LEITEIROS 101
5.1 Introdução 102
5.2 Material e Métodos 103
5.2.1 Animais e manejo alimentar 103
5.2.2 Delineamento estatístico e tratamentos 104
5.3 Resultados e discussão 105
5.4 Conclusão 119
Referências 119

RESUMO

Aminoácidos limitantes para o desempenho de bezerros leiteiros: avaliação de teores ótimos e via de fornecimento

O objetivo neste trabalho foi avaliar a concentração de aminoácidos essenciais (Lisina e Metionina) considerada na literatura como ideal, de acordo com a via de fornecimento (sucedâneo ou concentrado inicial), e sua associação com a suplementação de Glutamato e Glutamina, para bezerros em dois sistemas de aleitamento: convencional ou programado. No primeiro experimento foi realizado o levantamento da composição bromatológica e em aminoácidos dos principais sucedâneos comercializados no Brasil. Nos segundo e terceiro experimentos foram utilizados 45 bezerros da raça Holandês, em delineamento de blocos casualizados distribuídos nos tratamentos: 1) Controle: sem suplementação; 2) Suplementação de lisina e metionina para atingir consumo de 17 e 5,3 g/d, respectivamente, com correção feita com base na análise do sucedâneo, 3) Suplementação de lisina e metionina, para atingir consumo de 17 e 5,3 g/d, respectivamente, com correção feita com base na análise do concentrado inicial. A diferença entre os experimentos foi o sistema de aleitamento ao qual os bezerros foram submetidos: no segundo experimento os animais receberam 6L/d de sucedâneo; enquanto no terceiro estudo os animais foram submetidos ao sistema de aleitamento programado (4L/d até a 2ª semana; 8L/d da 3ª a 6ª semana; 4L/d da 7ª a 8ª semana). No quarto experimento o mesmo delineamento foi utilizado para avaliar, em sistema de aleitamento convencional, os tratamentos: 1) Controle: sem suplementação; 2) Sucedâneo lácteo suplementado com Lisina e Metionina, para atingir consumo de 17 e 5,3g/d, respectivamente + 1% na MS de produto contendo 10% de glutamato e de glutamina; 3) Sucedâneo lácteo suplementado com Lisina e Metionina para atingir consumo de 17 e 5,3g/d + 0,6% na MS de produto contendo 10% de glutamato e de glutamina. Os animais foram alojados em abrigos individuais, com livre acesso a água e concentrado inicial. O consumo de concentrado inicial e o escore fecal dos animais foram registrados diariamente. Semanalmente, foram realizadas pesagens e medidas de crescimento corporal. Nas semanas 2, 4, 6, 8 e 10 de vida foram realizadas colheitas de sangue para determinação de metabólitos como marcadores do status protéico dos animais (albumina, proteína total, N-ureico), status energético (glicose e β-hidroxibutirato), crescimento ósseo (fosfatase alcalina) e crescimento muscular (creatinina). A composição em aminoácidos dos sucedâneos comercializados no Brasil foi menor que o esperado para dieta que substitui o leite integral. Nos experimentos 2 e 3 a suplementação com lisina e metionina no sucedâneo ou no concentrado inicial para bezerros não resultou em benefícios no desempenho ou no metabolismo. No estudo 4, a suplementação do sucedâneo com lisina, metionina em associação com glutamato e glutamina não alterou o desempenho, a saúde intestinal ou o metabolismo de bezerros leiteiros.

Palavras-chave: Bezerro; Glutamato; Glutamina; Lisina; Metabolismo; Metionina

ABSTRACT

Limiting amino acid for the performance of dairy calves: evaluation of optimal levels and feeding route

The aim in this work was to evaluate the concentration of essential amino acids (Lysine and Methionine) considered in the literature as ideal, according to feeding route (milk replacer or starter concentrate), and its association with the supplementation of glutamate and glutamine to calves in two feeding systems: conventional or step-down. In the first study, the chemical composition was analyzed and in amino acids of main milk replacer marketed in Brazil. In the second and third studies, 45 Holstein calves were used, in randomized blocks distributed in treatments: 1) Control: without supplementation; 2) Supplementation with lysine and methionine to reach consumption of 17 and 5.3 g/d, respectively, with correction based on the analysis basis of the milk replacer, 3) Supplementation of lysine and methionine to reach consumption of 17 and 5.3 g/d, respectively, with correction based on the analysis basis of starter concentrate. The difference between the experiments was the feeding system applied to the calves: in the second study, the animals received 6 L/d of milk replacer; while in the third study, the animals were submitted to the step-down system (4L/d until the 2nd week; 8L/d of the 3nd to 6th week; 4L/d of the 7th to 8th week). In the fourth study, the same experimental design was used to evaluate, in a conventional feeding system, treatments: 1) Control: without supplementation; 2) AminoGut 0.6%: milk replacer supplemented with Lysine and Methionine, to reach consumption 17 and 5.3g/d, respectively + 0.6% product containing 10% of glutamate and glutamine; 3) AminoGut 1%: milk replacer supplemented with Lysine and Methionine to reach consumption 17 and 5.3g/d + 0.6% product containing 10% of glutamate and glutamine. The animals were housed in individual hutches, with free access to water and starter concentrate. The consumption of starter concentrate and fecal scores of animals were monitored daily. Body growth was weighed and measured weekly. In weeks 2, 4, 6, 8 and 10, blood samples were collected to determine the metabolites as markers of protein status of animals (albumin, total protein, N-urea), energy status (glucose and BHBA), bone growth (alkaline phosphatase) and muscular growth (creatinine). The composition of amino acids of the milk replacer marketed in Brazil was lower than expected for diet that replaces the whole milk. In study 2 and 3, the supplementation of the milk replacer or starter concentrate with lysine and methionine resulted in no benefit on dairy calves performance or metabolism. In study 4 the supplementation of the milk replacer with lysine and methionine in association with glutamate and glutmine had no effect on performance, gut health nor metabolism of dairy calves.

Keywords: Calves; Glutamate; Glutamine; Lysine; Metabolite; Methionine

1 INTRODUÇÃO

Uma boa nutrição de bezerros leiteiros deve atender três objetivos: manter o animal saudável, reduzindo as taxas de mortalidade e uso de medicamentos; manter taxas de crescimento adequadas e maximizar a produção futura de leite. O manejo nutricional na fase inicial tem a capacidade de influenciar toda a vida produtiva do animal (SOBERON et al., 2012). No entanto, um dos maiores gargalos da criação é a dificuldade do produtor considerar esta fase como investimento para a propriedade, e assim utilizar de bons planos nutricionais para a criação de suas bezerras de reposição.

No manejo nutricional é importante salientar a qualidade do alimento fornecido aos animais. A melhor dieta líquida para bezerras é o leite integral, entretanto, esse alimento é a principal fonte de renda da propriedade leiteira, tornando-se muitas vezes inviável o seu fornecimento. Uma alternativa é o sucedâneo lácteo, muito difundido nos Estados Unidos (NAHMS, 2007), país que apresenta alta tecnologia na criação de bezerras. O conhecimento da qualidade deste produto é o ponto chave para o sucesso do sistema.

No Brasil, país onde o fornecimento de sucedâneos vem crescendo, vários produtos estão disponíveis, porém, nem todos possuem qualidade, principalmente protéica, para o fornecimento a bezerras com menos de 15 dias de vida. Neste período, o sistema digestório do bezerro é insuficientemente adaptado para a digestão de fontes alternativas de proteína que não sejam derivadas do leite integral (DAVIS; DRACKLEY, 1998) e que não tenham sofrido adequado processamento na indústria. Em relação à qualidade do substituto, além dos adequados teores e fontes de nutrientes, também é importante que o teor dos aminoácidos, em especial lisina e metionina, que são os principais limitantes do crescimento, sejam adequados. Assim, quanto mais próximo o teor destes aminoácidos estiverem dos valores encontrados no leite integral, maiores taxas de crescimento serão observadas. No entanto, para os produtos comercializados no Brasil ainda são escassos os estudos e não existe selo de controle de qualidade.

A importância de se fornecer dieta líquida com adequada inclusão de aminoácidos é conhecida, porém, poucos estudos foram realizados com o objetivo de identificar as exigências em aminoácidos, principalmente lisina e metionina, para bezerros com menos de dois meses de idade. O National Research Council - NRC

(2001), principal programa para avalição de dietas, não considera a exigência individual de aminoácidos para bezerros.

Além do fornecimento de dieta de boa qualidade, a quantidade fornecida influencia no desempenho. Por muitos anos convencionou-se o fornecimento restrito da dieta líquida, com o objetivo de estimular o consumo de concentrado inicial, facilitando o desaleitamento precoce. No sistema convencional de criação de bezerras, a quantidade de sucedâneo fornecida é de 4 L/d, geralmente dividida em duas refeições. Contudo, o fornecimento de maiores quantidades de sucedâneo vem sendo adotado por maior número de produtores, tendo em vista os benefícios em desempenho e produção de leite futura, muito embora ocorra aumento no custo de produção. Bezerros que recebem 6L/d, tem apresentado bons resultados pela possibilidade de dobrar as taxas de ganho de peso corporal comparados aos ganhos de animais consumindo 4 L/d, mesmo sem dobrar a quantidade da dieta líquida. Nos sistemas de aleitamento intensivo, volumes ainda superiores podem ser fornecidos, havendo sistemas com fornecimento *ad libitum*. No entanto, o desaleitamento destes animais é um desafio, tendo em vista o baixo consumo de concentrado. Assim, o sistema de aleitamento programado, onde o animal recebe quantidades crescentes de leite e nas últimas semanas do período de aleitamento a dieta líquida é reduzida para estimular o consumo de concentrado, é uma alternativa. O sistema programado tem como objetivo intensificar o volume de leite fornecido para se obter o máximo desempenho, sem que ocorram prejuízos ou perdas em decorrência do desaleitamento. A utilização desses sistemas com a correção dos teores de aminoácidos limitantes do crescimento, lisina e metionina, no sucedâneo lácteo ou no concentrado inicial, são promissores para aumentar as taxas de crescimento corporal.

Nesta fase inicial, um grande entrave para o desempenho de bezerros é a ocorrência e severidade das diarreias, principais responsáveis pela mortalidade e morbidade. Bezerros são suscetíveis a esses distúrbios principalmente entre a segunda e terceira semana de vida. A utilização de produtos, não antibióticos, que resultem na diminuição das diarreias e auxilie na saúde intestinal sempre são alvos de pesquisas. Glutamato e glutamina são aminoácidos, e possuem essas características. Na produção de leitões, a suplementação desses aminoácidos é utilizada não só para diminuir a ocorrência de diarreia no pós desmame, mas

também para aumentar o consumo de ração. No entanto, para a criação de bezerros são escassos os estudos com esses aminoácidos na dieta.

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade dos sucedâneos lácteos disponíveis no mercado brasileiro e a necessidade de adequação dos teores de lisina e metionina; avaliar o desempenho de bezerros leiteiros recebendo dieta suplementada com lisina e metionina, através do sucedâneo ou do concentrado inicial em dois sistemas de aleitamento; e avaliar a suplementação de sucedâneo lácteo suplementado com lisina e metionina associado a glutamato e glutamina em sistema convencional de aleitamento.

1.1 Revisão Bibliográfica

1.1.1 Nutrição de bezerros leiteiros

O manejo nutricional de bezerros é mandatório para o bom desempenho e o desenvolvimento do trato digestório, sendo responsável pela transição do bezerro com metabolismo semelhante ao de um monogástrico para aquele de um ruminante funcional. Estudos sobre a nutrição de bezerros leiteiros, na maioria das vezes, são realizados com o intuito de aumentar as taxas de crescimentos e ao mesmo tempo, reduzir os custos financeiros provenientes desta fase para o produtor. Desde o início do século 20, existem relatos da preocupação com o desenvolvimento de um sistema de criação de bezerras visando redução dos custos. Em 1923, Maynard e Norris citam em seu artigo que em 1907 iniciaram-se estudos sobre a criação de bezerras onde o fornecimento de leite integral era economicamente inviável. Neste estudo, o objetivo foi o desenvolvimento de um sistema com uso limitado de leite integral e utilização de prováveis substitutos.

Pouco antes da metade do século 20, Savage e McCay (1942), em revisão sobre a nutrição de bezerros e manejo durante o século 19 e 20, descreveram o “método de concentrado para bezerro”. O componente chave deste método era o fornecimento de pequenas quantidades de leite (aproximadamente 10% do peso corporal). Neste período iniciam-se os manejos com limitação do consumo de leite para encorajar o consumo de concentrado inicial e feno, facilitando o desaleitamento entre a sétima e oitava semana de vida do animal. No começo dos anos 60, maior ênfase foi dada aos programas de desaleitamento precoce que estimulavam o

consumo de concentrado inicial pela limitação da fonte láctea (GILLILAND; BUSH; FRIEND, 1962). Ainda na década de 60 e 70 vários trabalhos reportaram que o concentrado inicial é o principal estimulador do rúmen (HUBER et al., 1969; HARRISON et al., 1960; TAMATE et al., 1962). Já na década de 90, estudos mostraram que o desaleitamento precoce pode ser realizado, sem prejuízos no desempenho após o desaleitamento, desde que o bezerro apresente o rúmen desenvolvido, sendo este desenvolvimento diretamente relacionado ao consumo de concentrado inicial (LUCHINI et al., 1993; QUIGLEY et al., 1996; GREENWOOD et al, 1997).

Bovinos nascem com o rúmen não funcional, sendo necessário o consumo de dieta sólida para que este comece a se desenvolver. Nas primeiras semanas de vida do bezerro, os processos de digestão e metabolismo estão em estado de transição, quando os processos semelhantes ao de monogástricos são alterados para os típicos de ruminantes (HUBER, 1969). A inoculação e o estabelecimento do ecossistema microbiano estão associados ao consumo de alimentos sólidos, acompanhado dos processos de fermentação e mecanismo de absorção que são essenciais para o desenvolvimento do rúmen (KHAN et al., 2011).

Segundo Drackley (2008), o desenvolvimento do trato digestório superior de bovinos ocorre em três fases. A primeira fase é a pré-ruminante, período que engloba do nascimento até aproximadamente a segunda ou terceira semana de vida do animal, quando o consumo de concentrado inicial é muito baixo e o animal é dependente basicamente de leite ou sucedâneo lácteo. A segunda fase é denominada período de transição, o bezerro consome maiores quantidades de concentrado inicial. O rúmen começa a se desenvolver, inicia a fermentação e com o desenvolvimento do epitélio ruminal dá-se início a absorção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Já a terceira fase, ruminante funcional, começa após o desaleitamento e acompanha o animal durante toda a sua vida.

O manejo da dieta líquida, como descrito, apresenta forte influência no consumo de concentrado e consequentemente no desenvolvimento ruminal. Pesquisas com bezerras de reposição, geralmente, utilizam manejos que acelerem o consumo de concentrado, para que o desaleitamento possa ocorrer até a oitava semana de vida do animal sem prejuízo no desempenho. Por outro lado, nos últimos anos, o fornecimento de maiores quantidades de dieta líquida para bezerras vem crescendo, permitindo altas taxas de ganho corporal e crescimento da musculatura

esquelética (QUIGLEY et al., 1985; QUIGLEY et al., 2006, KHAN et al., 2007; KMICIKEWYCZ et al., 2013). O aumento no potencial de produção de leite desses animais é outro ponto positivo destacado nas pesquisas. Margerison et al. (2013) relatam que o aumento precoce dos níveis de nutrientes, antes dos 3 meses de vida; e taxas de crescimento de bezerros leiteiros apresentam alta relação com aumento na produção futura de leite.

Após anos pesquisando manejos com reduzido fornecimento de leite, que aumentem o consumo de concentrado, estudos mostram que a restrição da dieta líquida pode reduzir entre 20 a 30% o crescimento biológico normal de bezerros (APPLEBY et al, 2001). O maior fornecimento de leite ou sucedâneo lácteo em maior número de refeições pode aumentar a capacidade de crescimento desses animais (JASPER, WEARY; 2002). O bezerro em aleitamento artificial no sistema convencional consome aproximadamente 10% do seu peso corporal em duas refeições diárias; por outro lado, quando deixado com a mãe, pode mamar aproximadamente 7 a 10 vezes por dia, consumindo até 30% do seu peso corporal (12L) (ALBRIGHT, ARAVE, 1997), o que garante maiores taxas de crescimento.

O NRC (2001) mostra que o fornecimento de 4L de leite por dia, como no sistema convencional, permite ganho de peso de aproximadamente 350 g/d; enquanto que o fornecimento de 6 L/d, um aumento de 50% no volume, permite quase o dobro de ganho de peso diário. Esse maior ganho está associado à quantidade mínima de leite que o bezerro necessita para o atendimento de sua exigência de manutenção, aproximadamente 2L/d. Assim, o fornecido de 1L a mais por refeição, que convencionalmente ofertado, é o suficiente para possibilitar quase o dobro de ganho de peso e taxa de crescimento corporal.

Dentre os trabalhos com fornecimento de maiores quantidades de dieta líquida, Jasper e Weary (2002) compararam o desempenho de bezerros recebendo leite em quantidade restrita (10% do peso corporal) e bezerros com o fornecimento ad libitum, sendo desaleitados de forma gradual entre 37 a 42 dias. Neste estudo, os animais do tratamento *ad libitum* consumiram 89% mais leite que o controle; entretanto, animais em aleitamento convencional consumiram 16% mais concentrado e 17% mais feno. Os animais em aleitamento *ad libitum* ganharam 63% mais peso que aqueles em aleitamento convencional, e após o desaleitamento o consumo de concentrado foi equivalente ao dos animais do tratamento controle.

Segundo Soberon et al. (2012), o manejo na fase de aleitamento nos últimos 30 anos estava focado nas taxas de mortalidade, desaleitamento precoce e desenvolvimento ruminal. No entanto, seu estudo mostra que o consumo de nutrientes da dieta líquida durante este período altera a expressão fenotípica da produção de leite. Em análise de 20 anos de dados de desempenho, consumo e produção de leite, estes autores concluíram que o desempenho do animal durante toda a sua vida é influenciado pelo desenvolvimento na fase inicial após o nascimento. Assim, os produtores possuem a capacidade de manipular este desempenho através da programação nutricional na primeira fase da vida destes animais. Assim, este estudo é mais um indicativo que maiores quantidades de dieta líquida, fornecimento de 6 L/d na primeira semana de vida do bezerro e 8 a 10 L/d nas demais semanas até o desaleitamento, apresentam respostas positivas para o produtor. A qualidade da dieta também influencia na resposta da produção de leite, no estudo de Soberon et al. (2012) as bezerras receberam sucedâneo lácteo com 28% PB e o extrato etéreo variando entre 15 e 20%, e para cada 1 kg de ganho peso corporal na fase pré-desaleitamento a produção de leite das novilhas aumentou 1.113 kg na primeira lactação, havendo efeito também na segunda e terceira lactação.

A qualidade da dieta líquida fornecida é essencial para garantir a maximização do desempenho. Nas três primeiras semanas de vida, o bezerro deve ser alimentado com sucedâneo contendo preferencialmente fonte de proteína do leite, ou proteínas processadas para alta digestibilidade em animais bem jovens. A fabricação de substitutos com alta qualidade é um processo altamente especializado que exige rigorosa atenção na característica dos ingredientes e no processo de controle de qualidade (DAVIS; DRACKLEY, 1998). Para que o animal apresente desempenho satisfatório é necessário a adequação da relação proteína e energia, o crescimento é altamente dependente desta relação (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

A exigência de aminoácidos para bezerros depende da taxa de crescimento esperada. Taxas de crescimento baixas, aproximadamente 250 g/d, ou crescimento intensivo, 1100 g/d, possuem diferentes exigências para ganho (Tabela 1). Assim, para que o animal responda com as taxas de ganho esperadas, o sucedâneo precisa apresentar composição adequada.

Tabela 1 - Composição em aminoácidos de ingredientes utilizados na fabricação de substitutos de leite e exigência para ganho (% de aminoácidos)

	Proteína do leite	Proteína da soja	Exigência	
			Ganho de 1100 g/d de peso corporal	Ganho de 250g/d de peso corporal
Lisina	16,2	12,3	16,5	14,7
Metionina+cisteina	8,8	5,9	8,4	6,9
Treonina	12,6	7,9	9,9	9,3
Valina	10,6	10,1	11,7	9,1
Isoleucina	11,0	9,4	11,0	6,5
Leucina	18,0	14,7	16,8	15,9
Fenilalanina+Tirosina	12,0	18,0	11,7	14,0
Histidina	3,6	5,3	5,1	5,6
Arginina	4,3	13,8	7,3	16,2
Triptofano	2,9	2,5	1,5	1,9

Adaptado de Tanan (2007)

1.1.2 Lisina e Metionina

O conhecimento quantitativo da exigência de aminoácidos para animais ruminantes é cada vez mais importante para ajustes finos na formulação de dietas. Vários estudos com animais em crescimento mostram melhoras no ganho de peso e conversão alimentar com a adição de aminoácidos essenciais na dieta (RICHARDSON, HATFIELD, 1978; TITGEMEYER, MERCHEN, 1990; KANJANAPRUTHIPONG, 1998; HILL et al., 2007). No entanto, a exigência em aminoácidos por bezerros com menos de 5 semanas de idade não está claramente definida, sendo os valores utilizados aqueles estimados em um número limitado de estudos utilizando bezerros alimentados com leite integral e sem acesso a concentrado inicial (GERRITS et al., 1997; WILLIAMS, HEWITT,1979; DAVIS, DRACKLEY, 1998; NRC, 2001).

Nas últimas décadas, considerável atenção foi dada a determinação de exigências de proteínas para animais ruminantes. Até a década de 70 as estimativas das exigências protéicas eram obtidas a partir de ensaios de desempenho e de digestibilidade, sendo expressas em termos de proteína bruta (SANTOS, 2006). Com o aprimoramento das técnicas utilizadas para ensaios de metabolismo, a exigência de proteína passou a ser expressa em unidades de “proteína absorvida”. Este sistema foi mais tarde substituído pelo atual modelo de proteína metabolizável

(PM), que permite adequar as exigências da população microbiana ruminal em compostos nitrogenados, assim como a exigência do animal em proteína metabolizável (NRC, 2001). No entanto, a exigência de animais ruminantes é por aminoácidos e não por proteína simplesmente (NRC, 1996, 2001).

Os aminoácidos são definidos como substâncias orgânicas contendo grupo amino e grupo ácido (WU, 2009). Com base na necessidade do balanço de nitrogênio ou crescimento de cada animal, os aminoácidos podem ser classificados nutricionalmente como essenciais ou não essenciais. Dos vinte principais aminoácidos que formam as proteínas, dez são considerados aminoácidos essenciais para mamíferos, uma vez que não são sintetizados ou a síntese não ocorre nos tecidos em quantidade adequada para atender as necessidades metabólicas do animal (NRC, 2001; ALVES, 2004). Os aminoácidos considerados não essenciais são aqueles que podem ser sintetizados pelo tecido animal a partir de metabólitos do metabolismo intermediário e de grupamentos amino provenientes do excesso de aminoácidos; ou podem ser sintetizados a partir de outros aminoácidos, incluindo os essenciais. Nestes processos de síntese de aminoácidos o glutamato tem papel central.

A classificação dos aminoácidos de acordo com sua essencialidade originou da pesquisa com animais monogástricos, principalmente aves e suínos (POTTER et al., 1972; CHIOU, JORDAN, 1973), sendo que há limitado número de estudos com animais ruminantes. Com exceção da glicina, que é essencial para aves, os aminoácidos considerados essenciais para animais ruminantes são os mesmos para animais não ruminantes: Arginina, Fenilalanina, Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Treonina, Triptofano e Valina (NRC, 2001).

Dentre os aminoácidos essenciais, a lisina e a metionina foram identificadas como aminoácidos limitantes na proteína metabolizável de gado leiteiro para o crescimento do animal e produção de proteína do leite (NRC, 2001). Para animais jovens, esta limitação foi observada através do fornecimento de dieta sem a inclusão destes aminoácidos, com a consequente perda de peso dos bezerros, indicando assim a lisina e a metionina como aminoácidos limitantes para o adequado desempenho de bezerros leiteiros (WILLIAMS; HEWITT, 1979; TZENG; DAVIS, 1980; LI et al., 2008).

Pesquisas sobre a exigência de aminoácidos em bezerros leiteiros são escassas comparadas a estudos com aves e suínos. No entanto, os trabalhos têm

indicado a lisina como o primeiro limitante e a metionina como o segundo limitante para o crescimento (RICHARDSON; HATFIELD, 1978; WILLIAMS; HEWITT, 1979; TZENG; DAVIS, 1980; LI et al., 2008). A maioria dos alimentos oferecidos aos animais possui menores quantidades de lisina e metionina na sua composição, em particular lisina.

Para animais na fase de aleitamento, convencionou-se que estes são dependentes de determinados aminoácidos, assim como as espécies não ruminantes. O leite integral apresenta um perfil de aminoácidos de alto valor biológico (Tabela 2), já que fornece um equilíbrio ideal de aminoácidos para o crescimento (TZENG; DAVIS, 1980).

Tabela 2 - Composição de aminoácidos do leite integral (g/ 100g de proteína)

Amino ácido	Leite Integral
Metionina	2,71
Lisina	7,62
Histidina	2,74
Fenilalanina	4,75
Triptofano	1,51
Treonina	3,72
Leucina	9,18
Isoleucina	5,79
Valina	5,89
Arginina	3,40

Adaptado de O´Connor et al. (1993)

Um dos maiores desafios na criação de bezerros pré-ruminantes em fazendas leiteiras é a redução dos custos com a alimentação, sem redução de desempenho. Uma das estratégias para alcançar este objetivo é a substituição do fornecimento de leite integral por sucedâneo lácteo. Contudo, o nível ideal de proteína que garanta o fornecimento adequado de aminoácidos via sucedâneo lácteo, para o rápido crescimento estrutural e rápida deposição de tecido magro, permanece indeterminado. Além disso, muitos produtos comerciais são formulados com grande inclusão de proteína de origem vegetal, que devido a sua menor digestão por animais jovens, limita ainda mais o suprimento adequado de aminoácidos.

Estudos desde a década de 70 vêm buscando determinar a concentração ideal de aminoácidos a ser fornecida para bezerros durante a fase de aleitamento. No entanto, parte destes estudos foi conduzido com animais recebendo leite integral (HILL et al., 2008); e alguns poucos estudos com animais recebendo sucedâneo lácteo (HILL et al., 2007, 2008), sempre sem acesso a concentrado inicial.

Foldager et al. (1997), avaliaram o desempenho de bezerros aleitados com sucedâneos com diferentes doses de metionina (1,86; 2,48; 3,10; 3,72 e 4,34 g de metionina/ 16 g de N), que representavam 75, 100, 125, 150 e 175% de metionina encontrada no leite integral. Os autores observaram melhor ganho de peso nos animais que receberam aproximadamente 2,85g de metionina/ 16g de N, após análise de regressão das doses testadas; sendo estimada a exigência deste aminoácido para bezerros em aleitamento entre 0,23 a 0,26 g/d/kg de $PV^{0,75}$ (FOLDAGER et al., 1977).

Tzeng e Davis (1980) estimaram a exigência em lisina e metionina para bezerros em aleitamento com diferentes dietas, variando as concentrações dos aminoácidos no sucedâneo lácteo. Neste estudo, foi concluído que a exigência em lisina para bezerros na fase de aleitamento é de aproximadamente 0,7 a 0,81 g/d/kg de $PV^{0,75}$ e a exigência em metionina é de aproximadamente 0,65 g/d/kg de $PV^{0,75}$. Estes valores não corroboram os valores encontrados em outros estudos com animais também na fase de aleitamento (FOLDAGER, 1977; WILLIAMS; HEWITT, 1979). Quanto a estimativa da exigência de lisina para bezerros pré-ruminantes, no estudo de Williams e Hewitt (1979) esta foi de 0,43 g/kg de $PV^{0,75}$/d, valor muito menor ao observado por Foldager et al. (1977) de 0,78 g/kg de $PV^{0,75}$/d. Assim, mais estudos são necessários sobre as exigências de aminoácidos essenciais para bezerros recebendo sucedâneo lácteo, para que o animal possa obter melhores taxas de crescimento e ganho de peso.

Uma alternativa para suprir a exigência em aminoácidos dos animais na fase de aleitamento é a suplementação do concentrado inicial com aminoácidos essenciais. O consumo de concentrado inicial destes animais é crescente, atingindo valores significativos após a terceira semana de idade. A quantidade e a qualidade dos aminoácidos que chegam ao intestino delgado dos ruminantes resultam daqueles oriundos da proteína microbiana do rúmen e da fração protéica alimentar não degradada no rúmen (SANCANARI et al., 2001). No entanto, durante a fase de aleitamento, a produção de proteína microbiana é muito baixa, mesmo quando os

animais já possuem o rúmen desenvolvido, e esta deficiência pode limitar o crescimento e ganho de peso.

A síntese ruminal de proteína microbiana em bezerros até a sexta semana de idade é restrita pelo subdesenvolvimento da função ruminal até as primeiras semanas após o desaleitamento (LEIBHOLZ, 1975). No estudo de Quigley et al. (1985) pode ser observado que a contribuição de nitrogênio bacteriano para o nitrogênio total no abomaso em bezerros desaleitados na quarta semana de vida, estimulando o consumo de concentrado inicial, rapidamente se assemelha a de um ruminante adulto. Muitos trabalhos têm demonstrado que o desenvolvimento da função ruminal é fortemente dependente do consumo de concentrado (TAMATE et al., 1962; HUBER, 1969; ANDERSON et al., 1987). Assim, em sistemas de produção onde o fornecimento é tardio ou o consumo voluntário é baixo, principalmente em resposta ao fornecimento de altos volumes de leite, a dependência do animal por aminoácidos fornecidos pela dieta líquida é aumentada.

O potencial de escape de proteína da degradação no rúmen pode ser maior em bezerros logo após o desaleitamento em comparação ao animal adulto (CHALUPA, 1975), o que pode de alguma forma melhorar a eficiência de ganho e balanço de N por estes animais. Acredita-se que este processo é importante, já que nesta fase, os aminoácidos fornecidos pela proteína microbiana são insuficientes para atender as exigências metabólicas para a manutenção e crescimento rápido do animal. Em animais com o rúmen ainda pouco desenvolvido, o pouco concentrado consumido será utilizado de forma semelhante a um animal monogástrico, sendo a proteína da dieta pouco transformada pela ação de microorganismos ruminais. Neste sentido, a formulação de dietas para atendimento de exigências em aminoácidos fica facilitada. Assim, a identificação de aminoácidos limitantes na proteína microbiana ruminal é importante, já que esta fornece uma grande proporção de proteína metabolizável da dieta para o crescimento do animal (GREENWOOD, 2000).

No trabalho de Abe et al. (1997), a lisina foi identificada como primeiro limitante para bezerros logo após o desaleitamento, quando a dieta foi formulada com milho ou seus subprodutos; enquanto a metionina foi identificada como primeiro limitante quando fornecidas pequenas quantidades de milho, forragem e ração de alto grão, ou quando grande parte da suplementação de proteína degradável no rúmen foi provida de produtos de soja.

Por outro lado, quando bezerros desaleitados e com menos de 3 meses de idade receberam milho ou glúten de milho na dieta, a metionina foi identificada como o aminoácido primeiro limitante para bezerros (ABE et al., 1998). Neste estudo, a lisina foi apresentada como segundo aminoácido limitante, embora exista a possibilidade de que o triptofano possa ser o co-limitante com a lisina.

No entanto, estudos indicam que a inclusão de metionina pode diminuir o consumo de concentrado inicial. No estudo de Muller e Rodriguez (1975), animais que receberam dieta com a inclusão de 0,5% de metionina apresentaram reduzido consumo de concentrado e, consequentemente, menor ganho de peso. Embora em animais monogástricos o excesso, a deficiência ou o desequilíbrio de aminoácidos diminui o consumo, no caso de bezerros leiteiros a baixa palatabilidade da metionina pode reduzir o consumo.

Segundo Hill et al. (2008), a exigência em aminoácidos dos sucedâneos não está claramente definida, assim realizaram 4 estudos com o objetivo de verificar o efeito da suplementação do sucedâneo lácteo com aminoácidos para estimar a exigência ótima para bezerros com menos de 5 semanas de vida. Os autores observaram que o sucedâneo não pode ser formulado apenas adequando a proteína bruta através da resposta para a adição de aminoácidos lisina e metionina na dieta líquida, e concluíram que a exigência de bezerros com menos de 5 semanas de vida em lisina é de 17 g/d e 5,3 g/d de metionina.

1.1.3 Glutamato e Glutamina

A inclusão de palatabilizantes na dieta tem sido utilizada há muitos anos com êxito para aumentar o consumo de alimento por humanos. Do mesmo modo, o uso de palatabilizante na dieta de animais tem crescido, principalmente na dieta de bezerros leiteiros que possuem grande capacidade de seleção. Na década de 70, Waldern e Van Dik (1971), relataram a possibilidade do aumento do consumo de matéria seca em bezerros no período pré e pós desaleitamento através da adição de aditivos flavorizantes, quando a ingestão de energia é crítica. A adição destes aditivos tem se mostrado de grande importância, principalmente em sistemas com desaleitamento precoce, os quais dependem do consumo de concentrado para serem eficientes e resultarem em bom desempenho. Para animais monogástricos como os suínos já está bem consolidada a eficiência do uso de glutamato e

glutamina como palatabilizantes, aminoácidos que também apresentam potencial de melhora da saúde intestinal (WU et al., 1996; GATEL; GUION, 1990; REEDS et al., 2000; REEDS; BURRIN, 2001). No entanto, existem poucos estudos sobre a utilização destes aminoácidos como palatabilizantes na dieta de bezerros leiteiros.

A glutamina é o principal combustível para os enterócitos intestinais de mamíferos, auxiliando na rápida proliferação de células (REEDS; BURRIN, 2001), sendo responsáveis pela manutenção e integridade da mucosa intestinal. Segundo Reeds e Burrin (2001) a glutamina tem a capacidade de restabelecer a mucosa intestinal e diminuir os impactos ocasionados pelos casos de diarreia. Já o glutamato, principal constituinte da proteína da dieta (BURRIN; STOLL, 2009), é o aminoácido intracelular mais abundante, podendo ser utilizado na formação de outros aminoácidos seja por desaminação ou transaminação. Assim, possui grande importância na formação de proteínas, uma vez que é o precursor de vários aminoácidos como alanina, arginina, asparagina, aspartato, cisteína, glutamina, glicina, prolina, serina e tirosina (WU, 2009). A deficiência de aminoácidos pode reduzir o crescimento e o desenvolvimento do animal, provocando diversas doenças. Além do papel como constituintes das proteínas e peptídeos, alguns aminoácidos provenientes do glutamato também estão envolvidos na regulação das vias metabólicas, afetando, portanto, o crescimento, a mantença e a imunidade (WU, 2009).

Em suínos, a inclusão de glutamato na dieta na fase de desmama, período crítico com relação à incidência de diarreia, proporciona aumento no consumo de ração e na taxa de crescimento corporal (GATEL; GUION, 1990). Da mesma forma, a adição de 1% de glutamina da proteína de soja na dieta melhora a saúde do trato digestório e a eficiência alimentar de leitões na fase de desmama, comparados a animais que não receberam glutamina (WU et al., 1996).

Uma vez absorvido no intestino, o glutamato tem um papel importante na atividade metabólica do corpo (FERNSTROM, 2000). Este aminoácido é o mais importante precursor de outros compostos moleculares biologicamente ativos incluindo glutationa, prolina e arginina (REEDS et al., 2000). Concentrações baixas de glutationa estão associadas ao maior risco de estresse oxidativo e da ocorrência de infecções oportunistas (MEISTER, 1996), situação comum na criação de bezerros de raça leiteira, representada pela alta incidência de diarreia. No fígado, o glutamato está no centro de importantes eventos metabólicos. Primeiro, através do

seu papel no metabolismo de outros aminoácidos por transaminação e deaminação envolvendo aminotransferases e glutamato desidrogenase. O glutamato exerce papel fundamental de catabolismo na remoção de nitrogênio de α-amino. Segundo, a "família do glutamato" de aminoácidos (arginina, ornitina, prolina, histidina e glutamina) exige a conversão desses aminoácidos a glutamato para a sua eliminação metabólica. O glutamato serve ainda como substrato para a síntese de N-acetilglutamato, ativador essencial alostérico da carbamoil fosfatase I, a principal enzima reguladora do ciclo da uréia (BROSNAN, 2000). Assim é provável que a suplementação de bezerros com glutamato, além de auxiliar na saúde intestinal, possa otimizar o metabolismo de compostos nitrogenados, maximizando a retenção de nitrogênio e, consequentemente, atendendo a exigência dos animais. A suplementação de glutamato, juntamente com os aminoácidos limitantes, pode ter efeitos aditivos no metabolismo protéico, resultando em maiores taxas de crescimento. Já a glutamina, pode auxiliar na integridade da barreira e função imune do intestino, reduzindo a incidência ou a severidade de diarreias.

Referências

ABE, M.; IRIKI, T.; FUNABA, M. Lysine deficiency in postweaned calves fed corn and corn gluten meal diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 1974-1982, 1997.

ABE, M.; IRIKI, T.; FUNABA, M.; ONDA, S. Limiting amino acids for a corn and soybean meal diet in weaned calves less than three months of age. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 628-636, 1998.

ALVES, D.D. Nutrição aminoacídica de bovinos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, p. 265-271, 2004.

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

BROSNAN, J.T. Glutamate, at the Interface between amino acid and carbohydrate metabolism. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, n. 4, p. 988S-990S, 2000.

BURRIN, D.G.; STOLL, B. Metabolic fate and function of dietary glutamate in the gut. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 90, p. 850-856, 2009.

CHALUPA, W. Rumen bypass and protection of proteins and amino acids. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, p. 1198-1218, 1975.

CHIOU, P.W.S.; JORDAN, R.M. Ewe milk replacer diets for young lambs. I. effect of age of lamb and dietary fat on digestibility of the diet, nitrogen retention and plasma constituents. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 36, p. 597-603, 1973.

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

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

FERNSTROM, J.D. Glutamate. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, p. 1077S-1079S, 2000. Apresentado no INTERNATIONAL CONFERENCE ON GLUTAMATE CONFERENCE, 2. 2000, Bergamo.

FOLDAGER, J.; HUBER, J.T.; BERGEN, W.G. Methionine and sulfur amino acid requirement in the preruminant calf. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 60, p. 1095-1104, 1977.

GATEL, F.; GUION, P. Palatability and piglet performance of monosodium L-glutamate on diet palatability and piglet performance during the suckling and weaning periods. **Animal Production**, Bletchley, v. 50, p. 365-372, 1990.

GERRITS, W.J.J.; FRANCE, J.; DIJKSTRA, J.; BOSCH, M.W.; TOLMAN, G.H.; TAMINGA, S. Evaluation of a model intergrating protein and energy metabolism in preruminant calves. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.127, p. 1243-1252, 1997.

GILLILAND, R.L.; BUSH, L.J.; FRIEND, J.D. Relation of ration composition to rumen development in early-weaned dairy calves with observations on ruminal parakeratosis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 45, p. 1211-1217, 1962.

GREENWOOD, R.H.; TITGEMEYER, E.C. Limiting amino acids for growing Holstein steers limit-fed soybean hull-based diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 1997-2004, 2000.

GREENWOOD, R.H.; MORRIL, J.L.; TITGEMEYER, E.C.; KENNEDY, G.A. A new method of measuring diet abrasion and its effect on the development of the forestomach. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 2534-2541, 1997.

HARRISON, H.N.; WARNER, R.G.; SANDER, E.G.; LOOSLI, J.K. Changes in the tissue and volume of the stomachs of calves following the removal of dry feed or consumption of inert bulk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 43, p. 1301-1312, 1960.

HILL, T.M.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L.; BATEMAN II, H.G. Amino acids, fatty acids, and fat sources for calf milk replacers. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 23, p. 401-408, 2007.

HILL,T.M.; BATEMAN II, H.G.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L.; TANAN, K.G. optimal concentrations of lysine, methionine, and threonine in milk replacers for calves less than five weeks of age. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 2433-2442, 2008.

HUBER, J.T. Development of the digestive and metabolic apparatus of the calf. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 52, p. 1303-1315, 1969.

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.

KANJANAPRUTHIPONG, J. Supplementation of milk replacers containing soy protein with threonine, methionine, and lysine in the diets of calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 2912-2915, 1998.

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.

KMICIKEWYCZ, A.D.; DA SILVA, D.N.L.; LINN, J.G.; LITHERLAND, N.B. Effects of Milk program fed 2 or 4 times daily on nutrient intake and calf growth. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, p. 1125-1134, 2013.

LEIBHOLZ, J. The development of ruminant digestion in the calf: the digestion of barley and soya bean meal. **Australia Journal Agriculture Research**, Adelaide, v. 26, p. 1081-1091, 1975.

LI, H.; DIAO, Q.Y.; ZHANG, N.F.; FAN, Z.Y. Growth, nutrient utilization and amino acid digestibility of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein in the preruminant period. Asian-Aust. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 21, p. 1151-1158, 2008.

LUCHINI, N.D.; LANE, S.F.; COMBS, D.K. Preweaning intake and postweaning dietary energy effects on intake and metabolism of calves weaned at 26 days of age. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, p. 255-266, 1993.

MARGERISON, J.K.; ROBARTS, A.D.J.; REYNOLDS, G.W. The effect of increasing the nutrient and amino acid concentration of milk diets on dairy heifer individual fees intake, growth, development, and lactation performance. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, p. 6539-6549, 2013.

MAYNARD, L.A.; NORRIS, L.C. A system of rearing dairy calves with limited use of milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 6, p. 483-499, 1923.

MEISTER, A. Glutathione metabolism. **Methods in enzymology**, New York, v. 251, p. 3, 1996.

MULLER, L.D.; RODRIGUEZ, D. Methionine hydroxyl analog supplementation of low protein calf rations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 58, p. 190-195, 1974.

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

POTTER, E.L.; PURSER, D.B., BERGEN, W.G. A plasma reference index for predicting limiting amino acids of sheep and rats. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 34, p. 660-671, 1972.

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

QUIGLEY, D.; SCHWAB, C.G.; HYLTON, W.E. Development of rumen function in calves: nature of protein reaching the abomasum. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, p. 694-702, 1985.

QUIGLEY, J.D.; WOLFE, T.A.; ELSASSER, T.H. Effects of additional milk replacer feeding and selected blood metabolites in calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 207-216, 2006.

REEDS, P.J.; BURRIN, D.G. Glutamine and the bowel. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 131, p. 2235-2241, 2001.

REEDS, P.J.; BURRIN, D.G.; STOLL, B.; JAHOOR, F. Intestinal glutamate metabolism. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, n. 4, p. 978S-982S, 2000.

RICHARDSON, C.R.; HATFIELD, E.E. The limiting amino acid in growing cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 46, p. 740-745, 1978.

SANCANARI, J.B.D.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; VIEIRA, P.F.; SEIXAS, J.R.C.; SANTAMARIA, M.; KRONKA, S.N. Efeito da metionina protegida e não protegida da degradação ruminal sobre a produção e composição do leite de vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, p. 286-294, 2001.

SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes.** Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 255-284.

SAVAGE, E.S.; McCAY, C.M. The nutrition of calves: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 25, p. 595-650, 1942.

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.

TAMATE, H.; McGILLIARD, A. D.; JACOBSON, N. L.; GETTY,R. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 45, p. 408-420, 1962.

TITGEMEYER, E.C.; MERCHEN, N.R. Sulfur-containing amino acid requirement of rapidly growing steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 2075-2083, 1990.

TZENG, D.; DAVIS, C.L. Amino acid nutrition of the young calf: estimation of methionine and lysine requirements. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, p. 441- 450, 1980.

WALDERN, D.E.; VAN DYK, R.D. Effect of monosodium glutamate in starter rations on feed consumption and performance of early weaned calves. **Journal of Dairy Science**,Champaign, v. 54, p. 262-265, 1971.

WILLIAMS, A.P.; HEWITT, D. The amino acid requirements of the prerumint calf. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 41, p. 311-319, 1979.

WU, G. Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. **Amino Acids**, Wien, v. 37, p. 1-17, 2009.

WU, G.; MEIER, S.A.; KNABE, D.A. Dietary glutamine supplementation prevents jejuna atrophy in weaned pigs. **The Journal of Nutrition**, New York, v. 126, p. 2578-2584, 1996.

ESTUDO DA COMPOSIÇÃO EM AMINOÁCIDOS DE SUCEDÂNEOS COMERCIALIZADOS NO BRASIL

Resumo

A substituição do leite integral por sucedâneo lácteo é uma alternativa para os sistemas de criação de bezerra de reposição. Portanto, a sua qualidade é importante, principalmente a composição em aminoácidos essenciais. O objetivo deste estudo foi avaliar a composição em aminoácidos de sucedâneos comercializados no Brasil. Foram colhidas 43 amostras de 15 marcas de sucedâneo, diretamente com produtores que utilizam os produtos. Foi realizada a análise da composição bromatológica das amostras quanto matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e lactose. Para a determinação da composição em aminoácidos espectros das amostras foram colhidos em equipamento NIRSystem 5000. O equipamento estava padronizado com o equipamento da empresa Adisseo Brasil Nutrição Animal Ltda de forma que os espectros foram enviados eletronicamente para estimativa dos teores de aminoácidos. As amostras apresentaram adequados valores de PB (20,77±3,32%) e EE (13,85±4,10%). Os valores de fibra bruta (1,63±0,84%) das amostras apresentaram-se acima do recomendado. A composição em aminoácidos dos sucedâneos comercializados no Brasil foi menor que o esperado para dieta que substitui o leite integral. Nenhuma marca apresentou em sua composição lisina (1,175±0,133%) e metionina (0,338±0,053%) suficiente para atender as exigências diária de bezerros proposta por Hill et al. (2008). A suplementação dos sucedâneos comercializados no Brasil com lisina e metionina pode ser realizada de forma a atender as exigências de bezerros em aleitamento.

Palavras-chave: Aleitamento; Bezerro; Lisina; Metionina

Abstract

The replacement of whole milk by milk replacer is an excellent alternative to calf-rearing systems. Therefore, the quality of milk replacer is important, especially the composition in essential amino acids. The aim of this study was to evaluate the composition of amino acids of milk replacer marketed in Brazil. Forty-three milk replacer samples were collected from 15 brands directly from farms to avoid possible interference of manufacturers in the study. Samples were analyzed for dry matter (DM), ashes (MM), crude protein (CP), ether extract (EE), crude fiber (CF) and lactose. To estimate the amino acid content, a validated calibration curve was used. Samples spectra were collected in NIRSystem 5000. The equipment was standardized with the company's equipment Adisseo Brazil Nutrition Animal Ltda. The samples showed adequate CP (20.77±3.32%) and EE (13.85 ±4.10%) concentrations, while CF values (1.63±0.84%) were above the recommended levels. The composition of amino acids of the milk replacer marketed in Brazil was lower than expected for diet that replaces the whole milk. No brand showed lysine (1.175±0.133%) and methionine (0.338±0.053%) in its composition enough to meet the daily requirements of calves proposed by Hill et al. (2008). Supplementation of milk replacers marketed in Brazil with lysine and methionine may be done to meet liquid-fed dairy calves requirements.

Keywords: Calf; Lysine; Methionine; Weaning

1.2 Introdução

Os sucedâneos lácteos foram desenvolvidos na década de 50, podendo ser uma fonte alternativa de dieta líquida para bezerros na fase de aleitamento. Nas últimas décadas, os substitutos lácteos passaram por várias reformulações com a finalidade de reduzir o preço do produto sem prejudicar o desempenho do animal. Vários ingredientes são utilizados para substituir a proteína e energia derivada de produtos lácteos, através da inclusão de produtos de origem vegetal. No entanto, essa substituição pode reduzir a qualidade do sucedâneo, principal fonte de nutrientes na fase inicial de bezerros leiteiros, principalmente a composição em aminoácidos.

Para compor a proteína bruta, o número de ingredientes é limitado, sendo que muitos compostos não apresentam critérios físicos como solubilidade para a inclusão na dieta líquida. Os ingredientes não devem conter fatores antinutricionais ou compostos alergênicos, e devem apresentar alta digestibilidade (TANAN, 2007). Os dois compostos mais utilizados para substituir proteína de origem láctea são glúten solúvel de trigo e proteína de soja concentrada, e em muitos sucedâneos a inclusão desses ingredientes pode chegar a 50% (DRACKLEY et al., 2006).

No entanto, esses dois substitutos de proteína láctea apresentam limitações; a proteína de soja concentrada tem o perfil de aminoácidos deficiente em metionina e lisina; e o glúten solúvel de trigo apresenta deficiência em lisina e outros aminoácidos essenciais. Para diminuir essas deficiências, aminoácidos sintéticos podem ser utilizados na formulação dos sucedâneos (TANAN, 2007).

A exigência em aminoácidos por bezerros na fase de aleitamento ainda não está bem definida. No entanto, uma série de estudos tem sido desenvolvida nos últimos anos para estabelecer esses valores. A base para adequar a formulação dos sucedâneos é a composição do leite integral, uma vez que a proteína do leite possui o melhor padrão, com o perfil ideal de aminoácidos e alto valor biológico (DRACKLEY et al., 2006). A recomendação proposta por Hill et al. (2008) do fornecimento diário de 17 g de lisina e 5,4 g de metionina para bezerros leiteiros com menos de cinco semanas de idade, tem se mostrado apropriada para suprir as exigências em aminoácidos essenciais e garantir taxas de crescimento adequadas.

O desempenho do bezerro depende da qualidade da dieta líquida ofertada, e em sistemas especializados na criação de bezerros como os norte-americanos existem normas e guia de adequação do sucedâneo (BAMN, 2014). A qualidade do produto é padronizada e formulada para atender as exigências dos animais, como exigências de crescimento e ganho de peso. No Brasil, apesar de haver diferentes produtos que poderiam atender as diversas situações, muitas vezes o produtor não possui informações suficientes que o auxilie na escolha do sucedâneo adequado.

Neste estudo, o objetivo foi analisar a composição em nutrientes dos sucedâneos comercializados no Brasil, sendo dada atenção também à composição em aminoácidos, especialmente lisina e metionina. Além disso, verificar a necessidade de suplementação dos sucedâneos com aminoácidos sintéticos conforme recomendação de Hill et al. (2008), de forma a adequar o consumo diário de lisina e metionina.

1.3 Material e Métodos

1.3.1 Coleta de amostras de sucedâneo

Para o desenvolvimento deste estudo foram identificados produtores que utilizam sucedâneos lácteos disponíveis no mercado brasileiro. Amostras de diferentes marcas de sucedâneo foram colhidas diretamente dos sistemas de produção identificados, de forma que a amostragem não sofresse interferência, como poderia acontecer se fosse realizada diretamente com as empresas que comercializam os produtos. Foram colhidas 43 amostras de 15 marcas diferentes de sucedâneos comercializados no Brasil. As amostras recebidas ou colhidas foram acondicionadas em embalagens plásticas devidamente identificadas e armazenadas em geladeira para posterior análise. Todas as amostras foram identificadas a origem, cidade e estado; marca, número de lote, data de validade e data da colheita.

1.3.2 Análise Bromatológica

As amostras de sucedâneo foram analisadas no Laboratório de Bromatologia do Depto. de Zootecnia/Esalq/USP quanto a 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 e fibra bruta (FB) de acordo com Association of Official Analytical Chemists – AOAC (1990); 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 energia bruta (EB) através de bomba calorimétrica PARR 1261 (Parr Instrument Company, Moline, Illinois, EUA).

Para a determinação do perfil de aminoácidos presente nas amostras de sucedâneo foi utilizada a curva de calibração para produtos lácteos validada pela empresa Adisseo Brasil Nutrição Animal Ltda. Espectros das amostras foram colhidos no Laboratório de Bromatologia do Dept. de Zootecnia/Esalq/USP em equipamento NIRSystem 5000 (Foss NIR Systems Inc., Silver Spring, MD, USA), em intervalos de 2 nm em amplitude de 1.100 a 2.498 nm. O equipamento está estandardizado com o equipamento da empresa de forma que os espectros, armazenados como log 1/R (R=reflectância), foram enviados eletronicamente a Adisseo Brail Nutrição Animal Ltda para estimativa dos teores de aminoácidos.

1.4 Resultados e discussão

Foram colhidas 43 amostras de 15 marcas de sucedâneos comercializados no Brasil (Tabela 2.1). As amostras foram obtidas nas regiões Sul e Sudeste, que representam 77,3% da produção leiteira do Brasil (IBGE, 2013).

Tabela 2.1 - Amostras de sucedâneo coletadas nas diferentes fazendas e regiões (continua)

Amostra	Sucedâneo	Lote	Local de coleta	Data da coleta
1	Amamenta leite B	3905120021	José Bonifácio/SP	08/10/2012
2	Bovilac	---	Região de Campinas/SP	15/10/2012
3	Desmame	---	José Bonifácio/SP	08/10/2012
4	Feedtech	100	Campinas/SP	27/09/2012
5	Feedtech	2773949	Curitiba/PR	28/09/2012
6	Feedtech	12845810	Curitiba/PR	01/11/2012
7	Lactal	---	Região de Campinas/SP	15/10/2012
8	Lacthor	0010594280	José Bonifácio/SP	08/10/2012
9	Lacthor	0010608544	José Bonifácio/SP	08/10/2012
10	Lacthor	001064027	Região de Campinas/SP	22/10/2012

Tabela 2.1 - Amostras de sucedâneo coletadas nas diferentes fazendas e regiões

(conclusão)

Amostra	Sucedâneo	Lote	Local de coleta	Data da coleta
11	Lacthor	001064027	Região de Campinas/SP	22/10/2012
12	Lacthor	001064027	Região de Campinas/SP-	22/10/2012
13	Lacthor	001064027	Região de Campinas/SP	22/10/2012
14	Lacthor	001064027	Região de Campinas/SP	22/10/2012
15	Nattilmilk E	0010655285	Região de Campinas/SP	22/10/2012
16	Nattimilk E Max	280312	Descalvado/SP	27/08/2012
17	Nattimilk E Max	280312	Descalvado/SP	03/09/2012
18	Nukamel Orange	---	Curitiba/PR	23/11/2012
19	Nukamel Orange	---	Curitiba/PR	23/11/2012
20	Nukamel Yellow	---	Curitiba/PR	23/11/2012
21	Nukamel Yellow	---	Curitiba/PR	23/11/2012
22	Nutramilk	---	Curitiba/PR	23/11/2012
23	Nutramilk	---	Curitiba/PR	23/11/2012
24	Nutrileite	27	Piracicaba/SP	20/09/2012
25	Nutrileite	551	Região de Campinas/SP	22/10/2012
26	Primoleite	35918	São Pedro/SP	23/08/2012
27	Sprayfo azul	2787174	Região de Campinas/SP	22/10/2012
28	Sprayfo azul	09882	Curitiba/PR	01/11/2012
29	Sprayfo azul	09882	Curitiba/PR	01/11/2012
30	Sprayfo violeta	13308410	São Pedro/SP	20/08/2012
31	Sprayfo violeta	3250811133	Matozinhos/MG	31/08/2012
32	Sprayfo violeta	13308410	Curitiba/PR	12/09/2012
33	Sprayfo violeta	13308410	Curitiba/PR	12/09/2012
34	Sprayfo violeta	13308410	Curitiba/PR	28/09/2012
35	Sprayfo violeta	13308410	Curitiba/PR	28/09/2012
36	Sprayfo violeta	13308410	José Bonifácio/SP	08/10/2012
37	Sprayfo violeta	13308410	José Bonifácio/SP	08/10/2012
38	Sprayfo violeta	13308410	José Bonifácio/SP	08/10/2012
39	Sprayfo violeta	13308410	José Bonifácio/SP	08/10/2012
40	Sprayfo violeta	13308410	José Bonifácio/SP	08/10/2012
41	Sprayfo violeta	---	Região de Campinas/SP	15/10/2012
42	Sprayfo violeta	2791906	Região de Campinas/SP	22/10/2012
43	Sprayfo violeta	13308410	Curitiba/PR	01/11/2012

Como apresentado na Tabela 2.2 a maior parte das amostras de sucedâneos apresentaram composição dentro do recomendado para atender as exigências dos bezerros em proteína bruta (18 a 22%) e extrato etéreo (10 a 15%) (TOMKINS;

JASTER, 1991; NRC, 2001). No entanto, as marcas Desmame e Nutrileite apresentaram valores abaixo do recomendado. Estas marcas também não apresentaram composição necessária para ser única fonte de nutrição de bezerros com menos de 15 dias de vida, por apresentarem em sua formulação alta inclusão de proteína de origem vegetal, conforme informação descrita nos seus respectivos rótulos.

A substituição da proteína do leite por proteína de soja no sucedâneo lácteo pode reduzir as taxas de ganho de peso, dependendo do processamento da proteína utilizada. A proteína verdadeira da soja não coagula no abomaso, nas primeiras semanas de vida o bezerro apresenta baixa capacidade de digestão de proteína não láctea (DAVIS; DRACKLEY, 1998; NRC, 2001), e predispõem o desenvolvimento de alergias gastrintestinal, fatores que podem contribuir para a redução da absorção dos aminoácidos (OTTERBY; LINN, 1981; ERICKSON et al., 1989; KANJANAPRUTHIPONG, 1998). Portanto, apenas bezerros mais velhos podem receber dieta líquida com fonte protéica não láctea (NRC, 2001) ou fonte de proteína vegetal sem adequado processamento para aumentar sua utilização.

Tabela 2.2 - Análise bromatológica de sucedâneos lácteo comercializados no Brasil

Amostra	Número*	MS%	MM,%MS	PB,%MS	EE,%MS	FB,%MS	EB, cal/g
Amamenta leite B	1	91,89	7,80	23,53	13,34	3,43	4.301,57
Bovilac	1	94,22	5,22	24,94	13,87	2,65	5.399,36
Desmame	1	90,66	2,66	12,48	4,91	1,91	3.935,05
Feedtech	3	95,54	8,70	21,64	15,52	1,05	4.380,41
Lactal	1	95,09	5,99	20,87	14,79	1,45	4.465,63
Lacthor	7	95,35	9,65	22,80	16,80	0,75	4.422,43
Nattimilk E	1	94,16	9,69	21,67	17,51	0,87	4.466,00
Nattimilk E Max	2	96,49	7,50	21,67	17,13	..	4.629,29
Nukamel Orange	2	94,19	7,62	19,89	15,78	0,61	4.408,79
Nukamel yellow	2	94,88	7,32	20,59	11,97	1,86	4.244,80
Nutramilk	2	95,80	6,26	22,07	15,89	1,26	6.728,17
Nutrileite	2	91,36	2,87	14,30	4,97	2,15	3.843,12
Primoleite	1	94,14	4,78	20,32	11,55	2,61	4.371,71
Sprayfo azul	3	93,13	9,38	23,86	18,53	0,87	4.576,67
Sprayfo violeta	14	95,74	9,32	20,91	15,14	1,34	4.360,12
Média	--	94,18	6,98	20,77	13,85	1,63	4.568,87
Desvio padrão	--	1,72	2,32	3,32	4,10	0,84	689,05

*Número de repetições de cada amostra para a realização das análises bromatológicas

Proteína e energia são os dois principais componentes da formulação dos sucedâneos lácteos a serem utilizadas para sua escolha. Segundo Davis e Drackley (1998), o sucedâneo deve conter entre 18 a 24% de proteína bruta para garantir o adequado crescimento do bezerro; valores ainda utilizados no sistema convencional de aleitamento norte-americano. No entanto, em sistemas modernos de criação, que preconizam altas taxas de ganho de peso e crescimento da musculatura esquelética, é recomendada a utilização de dieta líquida com no mínimo 22% de proteína bruta e 20% de extrato etéreo (BAMN, 2014). Ainda, nos sistemas de aleitamento intensivo, com maiores taxas de crescimento, concentrações de PB superiores a 25% são necessárias para adequada composição do ganho.

Segundo Swank et al. (2013), o fornecimento de sucedâneo com proteína bruta e extrato etéreo abaixo de 20%, como os amostrados neste estudo, afetam negativamente o crescimento de bezerras. Do mesmo modo, Bascom et al. (2007) mostraram que o ganho de peso e eficiência alimentar são menores em bezerros alimentados com substitutos lácteos contendo 20% PB e EE, quando comparados a animais recebendo dieta líquida, leite integral ou sucedâneo, com teor de proteína bruta superior associado a teor de extrato etéreo inferior a 20%. Estudos utilizando sucedâneos lácteos com proteína bruta maior que as observadas nas amostras obtidas são facilmente encontrados na literatura, resultando geralmente em melhor desempenho animal (HILL et al., 2008, 2009; LEE et al., 2009) que os observados em estudos brasileiros (SILVA et al., 2011, 2012; SILPER et al., 2014). Por outro lado, é importante salientar que o teor protéico da dieta total depende da quantidade de sucedâneo fornecido, qualidade do concentrado inicial, valor energético do substituto e concentrado, e finalmente a fonte de proteína (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

O teor de extrato etéreo dos sucedâneos amostrados, assim como da proteína bruta, está aquém dos sucedâneos comercializados em países mais especializados na criação de bezerras (Tabela 2.2). Um dos motivos para essa baixa inclusão de extrato etéreo se dá pela temperatura ambiente no Brasil. Segundo o NRC (2001) a zona de termoneutralidade de bezerros recém nascidos varia entre 15 a 25ºC, sendo a temperatura abaixo de 15 ºC considerada como crítica, quando aumenta a exigência energética do animal. Para animais mais velhos, a temperatura crítica varia entre -5 a -15ºC, temperaturas raramente observadas no Brasil.

No entanto, mesmo levando em consideração a temperatura média nacional, os sucedâneos poderiam apresentar valores mais elevados de extrato etéreo, aproximadamente 18%, de forma a melhorar o desempenho dos animais sem prejudicar o consumo. No entanto, quanto maior a inclusão de gordura na dieta líquida, menor será o consumo de concentrado inicial durante o aleitamento (DAVIS; DRACKLEY, 1998), o qual é essencial para a realização do desaleitamento precoce. Além disso, a fonte de gordura deve ser altamente digestível e preservada com antioxidante para prevenir rancidez (DRACKLEY, 2008). Dietas com alta gordura e adequada proteína resultam em maior valor de eficiência devido à composição de ganho (Van AMGURGH; DRACKLEY, 2007).

Além da proteína e energia, outro componente que pode estar relacionado à qualidade do sucedâneo e que afeta a capacidade de aproveitamento da dieta, é a fibra bruta. Os valores de fibra bruta observados nas amostras comercializadas no Brasil são maiores que a recomendação atual de 0,15% (BAMN, 2014), ou que a recomendação de 0,5% (DAVIS, DRACKLEY, 1998). Este componente da dieta, geralmente, indica a inclusão de produtos de origem vegetal no sucedâneo; fibra bruta menor que 0,15% é indicativo de substituto do leite fabricado somente com fonte láctea (BAMN, 2014).

No entanto, proteína vegetal altamente purificada e processada como a proteína de soja isolada apresenta baixa fibra. Consequentemente, sucedâneo contendo proteína de soja isolada apresentam baixos valores de fibra bruta (DAVIS; DRACKLEY, 1998). Embora a proteína de soja seja mundialmente utilizada como substituto da proteína do leite na formulação de sucedâneos em até 50%, o crescimento e eficiência alimentar são menores nestas dietas que as observadas naquelas com inclusão apenas de proteína do leite (DRACKLEY, 2006). Por outro lado, Ghorbani et al. (2007) reportam que a inclusão de até 50% de proteína de soja na dieta, mantêm a saúde do bezerro nas primeiras 4 semanas de idade e esta substituição é economicamente viável. Portanto, a fibra bruta é um indicativo de qualidade do sucedâneo apenas quando a fonte de proteína não for bem utilizada pelo bezerro, como a proteína verdadeira de soja e do trigo (DAVIS; DRACKLEY, 1998).

Quanto aos minerais, embora a exigência seja em menor quantidade que a exigência de energia e proteína; são essenciais para a saúde e desenvolvimento dos animais. Neste estudo não foi realizada a análise específica de cada mineral, no

entanto, os sucedâneos geralmente são suplementados com níveis semelhantes ou superiores aos encontrados no leite integral. Na seleção da concentração específica de um mineral na dieta, é necessário verificar o potencial efeito que este pode ter sobre a exigência de outro mineral. Por exemplo, se aumentar a inclusão de cálcio, fósforo e cobre acima da concentração ótima haverá a diminuição da absorção de zinco e manganês (DAVIS; DRACKLEY, 1998). Portanto, a inclusão de minerais no sucedâneo lácteo tem que ser realizada de forma a não comprometer o desempenho dos animais.

Entre os componentes dos sucedâneos lácteos, os aminoácidos essenciais apresentam grande importância, por serem limitantes do crescimento animal. A composição em aminoácidos dos sucedâneos amostrados neste estudo está abaixo do recomendado para um alimento que substitui o leite integral (Tabela 2.3). Portanto, é provável que animais aleitados com estes produtos não apresentem padrão de crescimento músculo-esquelético esperado ou comparável a animais que recebam o leite integral (LEE et al., 2009). O leite integral é o alimento que possui melhor perfil de aminoácidos para garantir a maximização do desempenho de bezerros (NRC, 2001). De acordo com Hill et al. (2008), pode haver aumento de até 15% no ganho de peso de bezerros recebendo sucedâneos formulados para atender as exigências em lisina e metionina. Assim, a formulação de sucedâneos lácteos para bezerros leiteiros, a exemplo do que ocorre com leitões, deve considerar os teores de lisina e metionina, de forma a garantir consumo diário para atendimento das exigências destes animais. Lisina e metionina são os aminoácidos mais limitantes para o crescimento em ruminantes (TZENG; DAVIS, 1980; HILL et al., 2007; HILL et al., 2008).

Tabela 2.3 - Composição em aminoácidos dos sucedâneos lácteos comercializados no Brasil (g/100g MS de sucedâneo)

Amostra	**Lis**	**Met**	Tre	Val	Ile	Leu	Fel	His	Arg
Amamenta leite b	1,094	0,414	0,680	0,836	0,946	1,342	1,020	0,469	0,965
Bovilac	1,442	0,435	0,979	1,124	1,088	1,849	1,115	0,580	0,952
Desmame	1,137	0,350	0,631	0,845	0,845	1,214	0,767	0,408	0,719
Feedtech	1,132	0,319	0,819	0,819	0,778	1,423	0,718	0,338	0,632
Lactal	1,136	0,279	0,799	0,818	0,838	1,434	0,943	0,404	0,799
Lacthor	1,201	0,320	0,905	0,885	0,824	1,546	0,711	0,311	0,607
Nattimilk E	1,149	0,330	0,866	0,847	0,819	1,516	0,716	0,320	0,640
Nattimilk E max	1,322	0,347	0,917	0,946	0,868	1,674	0,840	0,386	0,690
Nukamel Orange	0,980	0,259	0,759	0,730	0,787	1,309	0,693	0,297	0,622
Nukamel Yellow	1,139	0,309	0,788	0,854	0,864	1,471	0,811	0,380	0,735
Nutract	0,949	0,269	0,460	0,604	0,666	0,911	0,666	0,302	0,604
Nutramilk	1,254	0,348	0,875	0,920	0,838	1,593	0,788	0,380	0,659
Primoleite	1,346	0,414	0,866	1,054	1,007	1,685	0,979	0,555	0,876
Sprayfo azul	1,260	0,366	0,907	0,944	0,851	1,580	0,736	0,391	0,639
Sprayfo violeta	1,091	0,306	0,829	0,812	0,757	1,388	0,685	0,316	0,599
Média	1,175	0,338	0,805	0,869	0,852	1,462	0,812	0,389	0,716
Desvio padrão	0,133	0,053	0,132	0,124	0,102	0,223	0,139	0,087	0,125

Segundo Hill et al. (2009), sucedâneos com 23% PB devem apresentar 2,40 g de lisina e 0,76 g de metionina/100 g de sucedâneo; esses valores são aproximadamente o dobro de lisina e metionina observado nas amostras comerciais. Do mesmo modo, Hill et al. (2008) sugerem valores de 2,39 g de lisina e 0,75 g de metionina/100g de sucedâneo para garantir maior eficiência alimentar, em substitutos com a proteína bruta variando entre 24 a 28%. Nestes estudos pode ser observado que o componente mais importante é a concentração de aminoácidos, lisina e metionina, e não apenas a proteína bruta da dieta.

Segundo Hill et al. (2008), o sucedâneo deve fornecer pelo menos 17g de lisina e 5,3g de metionina por dia para bezerros leiteiros. De acordo com simulações, nenhuma marca analisada é capaz de fornecer essa dose diária de aminoácidos quando bezerros são aleitados de acordo com sistema convencional de aleitamento. Essa deficiência pode ser maior dependendo do manejo adotado na propriedade ou

mesmo em sistemas com maior fornecimento de dieta líquida; como pode ser visto na simulação do consumo diário de aminoácidos essenciais (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 - Simulação do consumo diário de lisina e metionina via sucedâneo lácteo fornecido em diferentes volumes para bezerros leiteiros

Sucedâneo	Consumo 4L/d*		Consumo 6L/d**	
	Lisina (g/d)	Metionina (g/d)	Lisina (g/d)	Metionina (g/d)
Amamenta leite B	5,47	2,07	8,20	3,10
Bovilac	7,21	2,17	10,8	3,26
Desmame	5,68	1,75	8,53	2,62
Feedtech	5,66	1,59	8,49	2,40
Lactal	5,68	1,39	8,52	2,09
Lacthor	6,00	1,60	9,00	2,40
Nattimilk E	5,74	1,65	8,62	2,47
Nattimilk E Max	6,61	1,73	9,91	2,60
Nukamel Orange	4,90	1,29	7,34	1,94
Nukamel yellow	5,69	1,54	8,53	2,31
Nutramilk	6,27	1,74	9,40	2,01
Primoleite	6,73	2,07	10,09	3,10
Sprayfo azul	6,30	1,83	9,45	2,74
Sprayfo violeta	5,46	1,53	8,18	2,29

*4 L/d de sucedâneo correspondem a 500 g do sucedâneo pó (diluição 12,5% MS);
** 6 L/d de sucedâneo correspondem a 750 g sucedâneo pó (diluição 12,5% MS)

Em nenhum dos sistemas de aleitamento simulados, os animais recebem as doses diárias de lisina e metionina propostas por Hill et al. (2008). No caso do aleitamento convencional (4L/d) o consumo seria aproximadamente 50% da exigência diária, o que certamente reduz o desempenho dos animais. Mesmo com o fornecimento de 6L/d, não é possível suprir as exigências, conforme sugestão dos autores. Para atender as exigências em lisina e metionina seria necessário o fornecimento de pelo menos 10 L/d do sucedâneo Bovilac, o qual apresentou a melhor composição em aminoácidos entre as amostras analisadas; e pelo menos 12 L/d dos demais substitutos do leite. Este resultado ressalta a importância da formulação considerando a adequação em aminoácidos e não apenas proteína bruta.

Estudos com suplementação de sucedâneos com lisina e metionina mostram melhoras no desempenho, sendo observados ganhos de peso superiores aos observados em animais recebendo leite integral. Nestes estudos, os sucedâneos

utilizados apresentavam 20% de PB (HILL et al., 2007, 2013), valor semelhante ao encontrado nos substitutos disponíveis no Brasil. Esses dados sugerem que a adição de aminoácidos nos sucedâneos nacionais pode resultar em dieta líquida sem limitação em aminoácidos. Segundo Tanan (2007), essa suplementação de aminoácidos pode ser realizada com a inclusão de aminoácidos sintéticos. Desta forma, para garantir que o animal receba dieta que apresente quantidades equivalentes de lisina e metionina presente no leite integral, todas as marcas de sucedâneos amostradas no Brasil podem ser suplementadas.

Segundo o NRC (2001), a capacidade da proteína em fornecer quantidade adequada e perfil de aminoácidos para o crescimento de bezerros pré-ruminantes depende do perfil do aminoácido da proteína, da qualidade do processo de fabricação do sucedâneo, e a digestibilidade da proteína pelo bezerro. Alta temperatura durante o processo de secagem do leite também pode influenciar negativamente na qualidade da dieta líquida, resultando em perda do valor biológico da proteína.

1.5 Conclusão

Os sucedâneos comercializados no Brasil não apresentam teores de aminoácidos para atendimento da exigência em lisina e metionina nos sistemas de aleitamento mais utilizados, sugerindo-se a suplementação com aminoácidos sintéticos.

Referências

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

BASCOM, S.A.; JAMES, R.E.; McGILLIARD, M.L.; Van AMBURGH, M. Influence of dietary and protein on body composition of Jersey bull calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 5600-5609, 2007.

BOVINE ALLIANCE ON MANAGEMENT AND NUTRITION. **A guide to calf milk replacers:** types, use, and quality. 2014. Disponível em: <http://www.afia.org/Afia/EducationMaterials/NoChargeDocs.aspx>. Acesso em: 08 jun. 2014.

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

DRACKLEY, J.K.; BLOME, R.M.; BARTLETT, K.S.; BAILEY, K.L. Supplementation of 1% L-glutamine to milk replacer does not overcome the growth depression in calves caused by soy protein concentrate. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 1688-1693, 2006.

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

ERICKSON, P.S.; SCHAUFF, D.J., MURPHY, M.R. Diet digestibility and growth of Holstein calves fed acidified milk replacers containing soy protein concentrate. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, p. 1528-1533, 1989.

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

HILL, T.M.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L.; BATEMAN, H.G. Effects of feeding rate and concentrations of protein and fat of milk replacers fed to neonatal calves. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 22, p. 374-381, 2006.

_____. Amino acids, fatty acids, and fat sources for calf milk replacers. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 23, p. 401-408, 2007.

HILL, T.M.; BATEMAN II, H.G.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L. Effect of milk replacer program on digestion of nutrients in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 1105-115, 2010.

_____. Effect of weaning age of dairy calves fed a conventional or more optimum milk replacer program. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 25, p. 619-624, 2009.

HILL,T.M.; BATEMAN II, H.G.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L.; TANAN, K.G. Optimal concentrations of lysine, methionine, and threonine in milk replacers for calves less than five weeks of age. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 2433-2442, 2008.

KANJANAPRUTHIPONG, J. Supplementation of milk replacers containing soy protein with threonine, methionine, and lysine in the diets of calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 2912-2915, 1998.

KHAN, M.A.; LEE, H.J.; LEE, W.S.; KIM,H.S.; KIM, S.B.; KI, K.S.; PARK,S.J.; HA, J.K.; CHOI, Y.J. Source evaluation in calf starter: I. Feed consumption, weight gain, structural growth, and blood metabolites. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 5259-5268, 2007.

LEE,H.J.;KHAN, M.A.; LEE, W.S.; YANG, S.H.; KIM,S.B.; KI,K.S.; KIM,H.S.; HA,J.K.;CHOI,Y.J. influence of equalizing the gross composition of milk replacer to that of whole milk on the performance of Holstein calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 1129-1137, 2009.

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

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

SILPER, B.F.; LANA, A.M.Q.; CARVALHO, A.U.; FERREIRA, C.S.; FRANZONI, A.P.S.; LIMA, J.A.M.; SATURNINO, H.M.; REIS, R.B.; COELHO, S.G. Effects of milk replacer feeding strategies on performance, ruminal development, and metabolism of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, p. 1016-1025, 2014.

SILVA, J.T.; BITTAR, C.M.M.; FERREIRA, L.S. Desempenho e desenvolvimento ruminal em resposta ao fornecimento de substâncias húmicas para bezerros leiteiros em sistema de desaleitamento precoce. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, p. 395-401, 2011.

_____. Evaluation of mannan-oligosaccharides offered in Milk replacers or starters and their effect on performance and rumen development of dairy calves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, p. 748-762, 2012.

SWANK, V.A.; BOWEN, W.S.; O`DIAM, K.M.; EASTRIDGE, M.L.; NIEHAUS, A.J.; DANIELS, K.M. Jersey calf performance in response to high-protein, high-fat liquid feeds with varied fatty acid profiles: blood metabolites and liver gene expression. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, p. 3845-3856, 2013.

TANAN, K.G. Nutrient source for liquid feeding of calves. In: GARNSWORTHY, P.C. **Calf and heifer rearing**. Thrumpton: Nottingham University Press, 2007.

TZENG, D.; DAVIS, C.L. Amino acid nutrition of the young calf: estimation of methionine and lysine requirements. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, p. 441- 450, 1980.

VAN AMBURGH, M.; DRACKLEY, J. Current perspectives on the energy and protein requirements of the pre-weaned calf. In: GARNSWORTHY, P.C. **Calf and heifer rearing**. Thrumpton: Nottingham University Press, 2007.

VON BUENAU, R.; 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.

SUPLEMENTAÇÃO DE LISINA E METIONINA NO SUCEDÂNEO OU NO CONCENTRADO DE BEZERROS LEITEIROS EM ALEITAMENTO

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho e mudanças metabólicas em bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo ou concentrado inicial suplementados com lisina e metionina. Foram utilizados 45 bezerros da raça Holandês, em delineamento de blocos distribuídos nos tratamentos: 1) Controle: sem suplementação; 2) Suplementação de lisina e metionina para atingir consumo de 17 e 5,3 g/d, respectivamente, com correção feita com base na análise do sucedâneo, 3) Suplementação de lisina e metionina, para atingir consumo de 17 e 5,3 g/d, respectivamente, com correção feita com base na análise do concentrado inicial. Os animais foram alojados em abrigos individuais, com livre acesso a água e concentrado inicial. Foram fornecidos 6 L/d de sucedâneo lácteo até a oitava semana de vida dos bezerros quando ocorreu o desaleitamento. O consumo de concentrado inicial e o escore fecal dos animais foram registrados diariamente. Semanalmente, foram realizadas pesagens e medidas de crescimento corporal. Nas semanas 2, 4, 6, 8 e 10 de vida foram realizadas colheitas de sangue para determinação de metabólitos como marcadores do status protéico dos animais (albumina, proteína total, N-ureico), status energético (glicose e β-hidroxibutirato), crescimento ósseo (fosfatase alcalina) e crescimento muscular (creatinina). Houve efeito da suplementação para o peso corporal ($P=0,03$), com menor peso corporal para os animais suplementados. Houve efeito da suplementação ($P<0,05$) para o consumo de concentrado e consumo total (g MS/d) sendo que os animais suplementados no concentrado inicial apresentaram menor consumo, quando comparado aos animais que não receberam suplementação. Houve efeito da suplementação ($P<0,05$) para a concentração de glicose plasmática, com menores concentrações para bezerros suplementados via concentrado inicial. Houve efeito de idade ($P<0,0001$) para todos os parâmetros avaliados, com variações ao longo das semanas. A suplementação do sucedâneo ou concentrado inicial com lisina e metionina não beneficiou o desempenho ou o metabolismo de bezerros leiteiros.

Palavras-chave: Aleitamento; Aminoácidos; Bezerro; Suplementação

Abstract

The aim of this study was to evaluate the performance and metabolic changes in dairy calves receiving milk replacer or starter concentrate supplemented with lysine and methionine. Forty-five Holstein calves were used in randomized blocks distributed in the treatments: 1) Control: without supplementation; 2) Supplementation of lysine and methionine to reach consumption of 17 and 5.3 g/d, respectively, with correction on the basis of the analysis of the milk replacer; 3) Supplementation of lysine and methionine, to reach consumption of 17 and 5.3 g/d, respectively, with correction based on the analysis of starter concentrate. The animals were housed in individual hutches, with free access to water and starter concentrate. Milk replacer was fed (6L/d) until the 8th week of life when calves were abruptly weaned. The consumption of starter concentrate and fecal score of animals were monitored daily. Calves were weekly weighed and body measurements taken.

In weeks 2, 4, 6, 8 and 10, blood samples were collected to determine the metabolites as markers of protein status of animals (albumin, total protein, N-urea), energy status (glucose and BHBA), bone growth (alkaline phosphatase) and muscular growth (creatinine). Supplementation affected body weight (P=0.03), with lower body weight for the supplemented animals. Supplementation also affected (P< 0.05) concentrate intake and total consumption (g DM/d), resulting in lower intakes for animas supplemented via starter concentrate as compared to those that received no supplementation. There was a supplementation effect (P< 0.05) on the plasma glucose concentration, being observed lower values for calves receiving supplemented concentrate. Age affected (P< 0.0001) all parameters, with variations throughout the weeks. Supplementation of the milk replacer or starter concentrate with lysine and methionine resulted in no benefit on dairy calves performance or metabolism.

Keywords: Amino acids; Calves; Pre-weaning; Supplementation

1.6 Introdução

Um dos maiores gargalos na criação de bezerras leiteiras é a redução dos custos com a criação sem prejudicar o desempenho. Uma alternativa para contornar esse problema é a substituição do leite integral por sucedâneo lácteo. Entretanto, o desempenho do animal será dependente da qualidade do sucedâneo ofertado, principalmente no que se refere ao seu teor de proteína bruta, o que pode afetar o fornecimento e atendimento das exigências em aminoácidos essenciais. Dentre os aminoácidos essenciais, lisina e metionina são os mais limitantes do crescimento.

No entanto, a exigência em aminoácidos por bezerros com menos de 5 semanas de idade não está claramente definida, sendo os valores utilizados aqueles estimados em um número limitado de estudos utilizando bezerros alimentados com leite integral e sem acesso a concentrado inicial (GERRITS et al., 1997; WILLIAMS, HEWITT,1979; DAVIS, DRACKLEY, 1998; NRC, 2001). Entretanto, a recomendação proposta por Hill et al. (2008) do fornecimento de 17 g/d de lisina e 5,3 g/d de metionina tem se mostrado adequada para atender as exigências dos bezerros, resultando em desempenho adequado.

Além da suplementação do sucedâneo fornecido, uma alternativa para a suplementação com aminoácidos é o concentrado inicial. O consumo de concentrado inicial é crescente na fase de aleitamento, atingindo valores significativos após a terceira semana. A quantidade e a qualidade dos aminoácidos que chegam ao intestino delgado dos ruminantes resultam daqueles oriundos da

proteína microbiana do rúmen e da fração protéica alimentar não degradada no rúmen (SANCANARI et al., 2001). No entanto, durante a fase de aleitamento, a produção de proteína microbiana é muito baixa, mesmo quando os animais já possuem o rúmen desenvolvido, e esta deficiência pode limitar o crescimento e ganho de peso. Assim, a suplementação da dieta com aminoácidos essenciais pode resultar em melhores taxas de ganho e crescimento.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da suplementação com lisina e metionina no sucedâneo ou no concentrado inicial sobre o desempenho e as mudanças no metabolismo de bezerros leiteiros. A hipótese do trabalho é de que a suplementação da dieta resultaria em maiores taxas de crescimento uma vez que as exigências diárias seriam atendidas.

1.7 Material e Métodos

1.7.1 Animais e manejo alimentar

O experimento foi desenvolvido no bezerreiro experimental “Evilásio de Camargo” do Depto. de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP/ESALQ, Piracicaba, SP. Foram utilizados 45 bezerros machos inteiros da raça Holandês, provenientes da Fazenda Agrindus Ltda/Descalvado-SP, com idade entre 1 a 4 dias de vida, nascidos no período de 15 de Janeiro a 15 de Abril de 2013. Após o nascimento, os animais foram separados da mãe, e receberam colostro de acordo com o manejo da fazenda de origem, sendo fornecido no mínimo 2L de colostro na primeira refeição.

Após o transporte para a área experimental, os bezerros foram alojados em abrigos individuais, sendo contidos por corrente e coleira, com livre acesso à água e ao concentrado inicial e passaram a receber em balde no chão 6L/d de dieta líquida constituída de sucedâneo lácteo, divididas em duas refeições (06h50min e 17h), até a oitava semana de vida quando os bezerros foram desaleitados de forma abrupta.

O sucedâneo comercial escolhido para o experimento foi o Sprayfo Violeta (Sloten do Brasil Ltda., Santos, SP, Brasil; 21,6 PB:13,8 EE, 12,5% de sólidos), tendo em vista adequado teor de proteína e extrato etéreo para este sistema de aleitamento, mas ainda a necessidade de suplementação dos aminoácidos, como determinado no experimento 1.

Tabela 3.1 - Composição químico-bromatológica do sucedâneo e concentrado, suplementados ou não, com lisina e metionina

	Sucedâneo[1]	Suc Lis:Met[2]	Concentrado[3]	Conc Lis:Met[4]
Matéria seca, %	95,72	93,96	91,13	90,73
Matéria Mineral, %MS	8,14	9,68	6,56	6,4
Proteína bruta, %MS	21,57	22,32	20,5	21,4
Extrato etéreo, %MS	13,79	14,84	6,11	5,92
Energia bruta, cal/g	4.360,12	4.409,04	4.072,03	4.059,85

[1]Sucedâneo lácteo sem suplementação com lisina e metionina; [2]Sucedâneo lácteo suplementado com lisina e metionina, [3]Concentrado inicial sem suplementação com lisina e metionina; [4]Concentrado inicial suplementado com lisina e metionina

1.7.2 Delineamento estatístico e tratamentos

Os animais foram distribuídos em blocos, considerando-se o peso corporal dos animais ao chegarem à área experimental, e então submetidos a um dos seguintes tratamentos: 1) Controle: dieta básica com sucedâneo lácteo e concentrado inicial sem suplementação com aminoácidos; 2) Conc Lis:Met: suplementação de aminoácidos para atender a exigência de Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d), com correção feita com base na análise do concentrado inicial e sucedâneo lácteo sem a suplementação com aminoácidos; 3) Suc Lis:Met: suplementação de aminoácidos para atender a exigência de Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d), com correção feita com base na análise do sucedâneo e concentrado inicial sem a suplementação com aminoácidos.

A suplementação no sucedâneo lácteo foi realizada adicionando-se 249,6 g de L-lisina (320 g de L-lysine Monohydrochloride 99% pure, Ajinomoto do Brasil Ind. e Com. de Alimentos Ltda) e 108,9 g de DL-metionina (110 g de Rhodomet, Adisseo) para cada 25 kg de pó do sucedâneo. O concentrado inicial foi suplementado adicionando-se 171,6 g de L-lisina (220 g de L-lysine Monohydrochloride 99% pure, Ajinomoto do Brasil Ind. e Com. de Alimentos Ltda) e 40,59 g de DL-metionina (41 g de Rhodomet, Adisseo) para cada 25kg de concentrado inicial (Ração Bezerra Avant, Agroceres Multimix Nutrição Animal Ltda). A homogeneização dos aminoácidos à via de fornecimento, concentrado incial ou sucedâneo lácteo, foi realizada com o auxílio de Misturador Y.

1.7.3 Análises Bromatológicas

1.7.3.1 Sucedâneo

As amostras de sucedâneo foram analisadas no Laboratório de Bromatologia do Depto. de Zootecnia/Esalq/USP quanto a 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 e fibra bruta (FB) de acordo com Association of Official Analytical Chemists – AOAC (1990); 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 energia bruta (EB) através de bomba calorimétrica PARR 1261 (Parr Instrument Company, Moline, Illinois, EUA).

Para a determinação do perfil de aminoácidos presente nas amostras de sucedâneo foi utilizada a curva de calibração para produtos lácteos validada pela empresa Adisseo Brasil Nutrição Animal Ltda. Espectros das amostras foram colhidos no Laboratório de Bromatologia do Dept. de Zootecnia/Esalq/USP em equipamento NIRSystem 5000 (Foss NIR Systems Inc., Silver Spring, MD, USA), em intervalos de 2 nm em amplitude de 1.100 a 2.498 nm. O equipamento está estandardizado com o equipamento da empresa de forma que os espectros, armazenados como log 1/R (R=reflectância), foram enviados eletronicamente a Adisseo Brasil Nutrição Animal Ltda para estimativa dos teores de aminoácidos.

1.7.3.2 Concentrado inicial

As amostras de concentrado inicial foram analisadas no Laboratório de Bromatologia do Dept. de Zootecnia/Esalq/USP. As amostras foram moídas em moinho de facas e passadas em peneira com crivo de 1 mm, e então analisadas quanto a matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE) de acordo com AOAC (1990); 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 energia bruta (EB) através de bomba calorimétrica PARR 1261 (Parr Instrument Company, Moline, Illinois, EUA).

1.7.4 Crescimento corporal

Os animais foram pesados ao nascer e semanalmente, em balança mecânica, sempre antes do fornecimento da dieta do período da manhã, até a 10ª 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.

1.7.5 Monitoramento do escore fecal

O monitoramento do escore fecal foi realizado através de observações visuais diárias, utilizando-se adaptações do método descrito por Larson et al. (1977), quanto a fluidez das fezes. As fezes foram classificadas através de escore de 1 a 5 onde: escore fecal 1: aspecto normal e firme; escore fecal 2: aspecto normal e consistência mole; escore fecal 3: consistência pastosa e ligeiramente líquida, podendo ser observado grumos, placas de sangue ou mudança na coloração; escore fecal 4: grande quantidade de líquido e pequena quantidade de fezes com consistência pastosa, podendo também ser observado placa de sangue ou grumos; e o escore fecal 5: consistência completamente líquida.

Foi considerado que o animal apresentava quadro de diarreia quando escore fecal foi maior ou igual a 3. Neste período, os bezerros receberam 2 L de soro reidratante (25 g de dextrose, 10 g de bicarbonato de sódio e 5 g de cloreto de sódio/ L de água) por via oral, em mamadeira, as 10 hs e as 13 hs e 30 min; de forma a não atrapalhar o consumo de sucedâneo e reidratar os animais no horário mais quente do dia, até que o escore fecal fosse menor ou igual a 2.

1.7.6 Metabólitos sanguíneos

Amostras de sangue foram colhidas nas semanas 2, 4, 6, 8 e 10 de vida dos animais, sempre duas horas após o fornecimento da dieta da manhã, através de punção da jugular; utilizando-se tubos vacuolizados contendo fluoreto de sódio como antiglicolítico e EDTA de potássio como anticoagulante; e tubos vacuolizados com ativador de coagulo. Após a centrifugação (2.500 x *g*, 20 min, 4º C) alíquotas do

plasma e do soro foram armazenadas em tubetes plásticos e mantidas em freezer para posterior análise de metabólitos no Laboratório de Metabolismo Animal do Depto. de Zootecnia/Esalq/USP.

A análise de glicose plasmática foi realizada utilizando-se kit enzimático GLICOSE HK LIQUIFORM (LABTEST Diagnóstica S.A.) por espectrofotometria de ponto final, utilizando-se filtro de absorbância de 505 nm com leitura feita em Sistema Automático para Bioquímica - Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

A análise de N-ureico plasmático foi realizada conforme o método descrito por Chaney e Marbach (1962) adaptado para leitura em Sistema Automático para Bioquímica - Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil). Em tubos de ensaio, foram pipetados 20 µL da amostra, 20 µL de água destilada e 500 µL de solução de urease em duplicatas. Em seguida os tubos foram colocados em banho-maria a 37º por 10 minutos, retirados e adicionados 2,5 mL de reagente fenol e 2 mL de reagente hipoclorito, e agitados em vórtex. Após a agitação, os tubos foram levados para a nova incubação em banho-maria por mais 10 minutos. A leitura foi realizada utilizando-se filtro de absorbância de 547 nm para todas as amostras e soluções padrão preparadas com ureia e utilizadas na construção da curva padrão, sendo água destilada utilizada como branco.

Para a análise de proteína total sérica utilizou-se kit enzimático PROTEINA TOTAL (LABTEST Diagnóstica S.A.) sendo a determinação por espectrofotometria de ponto final, utilizando-se filtro de absorbância de 540 nm; com leitura feita em Sistema Automático para Bioquímica - Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

A determinação de albumina sérica foi realizada através de kit Albumina K (LABTEST Diagnóstica S.A.) utilizando-se filtro de absorbância de 630 nm; com leitura feita em Sistema Automático para Bioquímica - Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

A análise de fosfatase alcalina foi realizada através do kit Fostase Alcalina Liquiform (LABTEST Diagnóstica S.A.), utilizando-se filtro de 405 nm com leitura feita em Sistema Automático para Bioquímica - Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

A análise de creatinina foi realizada através do kit Creatinina (LABTEST Diagnóstica S.A.), utilizando-se filtro de 510 nm com leitura feita em Sistema Automático para Bioquímica - Modelo SBA 200 (CELM, Barueri, SP, Brasil).

1.7.7 Análise estatística

Os dados colhidos de desempenho como peso corporal, ganho de peso, consumo de concentrado inicial, consumo de matéria seca, crescimento corporal esquelética e escore fecal, assim como os dados dos metabólitos sanguíneos foram analisados como medidas repetidas no tempo através do procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (9.1), conforme modelo:

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

Onde:

Y_{ijk} = variável resposta

μ = média geral

T_i = efeito de Tratamento

I_j = efeito de Idade (semanas)

TI_{ij} = efeito de interação Tratamento x Idade

e_{ijk} = erro experimental

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey com nível de significância de 5%.

1.8 Resultados e discussão

A composição químico-bromatológica do sucedâneo lácteo e concentrado (Tabela 3.1) mostra que a suplementação com os aminoácidos aumentou o teor de matéria mineral no sucedâneo suplementado, uma vez que os produtos utilizados apresentam em sua composição química alguns minerais, e também aumentou o teor de proteína bruta do sucedâneo e do concentrado inicial suplementados.

Animais suplementados com lisina e metionina apresentaram menor peso corporal ao desaleitamento e no final do experimento (P=0,03) que animais não suplementados. No entanto, o peso médio no período experimental foi inferior nos animais suplementados via concentrado em relação aos animais não suplementados, não havendo diferenças com relação a suplementação via sucedâneo (Tabela 3.2). Houve efeito significativo também a idade dos animais (P<0,0001), como esperado para animais em crescimento, e para a interação tratamento e idade (P<0,01).

Tabela 3.2 - Desempenho de bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

	Tratamento*			EPM	P<**		
	Controle	Conc Lis:Met	Suc Lis:Met		T	I	IxT
Peso corporal, kg							
Inicial	40,50	39,14	40,26	1,51	0,84	<,0001	--
Ao desaleitamento	53,83 a	47,91 b	48,81 b	1,90	0,01	<,0001	--
10ª semana	61,36 a	51,80 b	53,39 b	2,64	0,01	<,0001	--
Média do período total	47,8 a	43,70 b	45,10 ab	1,64	0,03	<,0001	0,01
Ganho de peso, g/d							
Ao desaleitamento	592,2	426,0	414,6	71,99	0,86	<,0001	--
10ª semana	569,1	446,8	477,8	121,62	0,91	<,0001	--
Média do período total	332,48	224,71	231,59	37,19	0,06	<,0001	0,19
Consumo de concentrado, g/d							
Ao desaleitamento	433,4 a	197,7 b	243,3 ab	55,13	0,03	<,0001	..
10ª semana	1542,57	1059,39	1265,33	161,34	0,10	<,0001	..
Média do período total	436,68	260,68	312,07	65,41	0,13	<,0001	0,24
Consumo total, gMS/d							
Fase de aleitamento	881,55	800,08	807,34	40,44	0,27	<,0001	0,18
Pós desaleitamento	1354,2 a	856,4 b	1048,8 ab	151,59	0,05	<,0001	0,74
Eficiência Alimentar, GP:CTMS							
Período de aleitamento	0,25	0,20	0,21	0,03	0,36	<,0001	0,06
Pós desaleitamento	0,36	0,11	0,40	0,15	0,25	0,69	0,99

*Controle: dieta sem suplementação com aminoácidos, Conc Lis:Met: concentrado inicial suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d), Suc Lis:Met: sucedâneo lácteo suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d)
**T: efeito de tratamento, I: efeito de idade (semana), TxI: interação Tratamento x Idade
ab: letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística (P<0,05)

Estes resultados são contrários as expectativas, uma vez que a suplementação utilizada tinha como objetivo aumentar o consumo diário dos aminoácidos, de forma a atender à exigência diária em lisina e metionina resultando em maior peso corporal ao desaleitamento e final do experimento. Estudos mostram que lisina e metionina são aminoácidos limitantes do crescimento de bezerros, principalmente na fase de aleitamento (WILLIAMS; HEWITT, 1979; TZENG; DAVIS, 1980; LI et al., 2008). Hill et al. (2006) observaram maior peso corporal ao desaleitamento em bezerros aleitados com sucedâneo (20% PB, 20% EE). Já Hill et al. (2007), em estudo com bezerros recebendo sucedâneo lácteo com 20% de PB e

suplementado com lisina e metionina também encontraram maior peso corporal em bezerros ao desaleitamento. O menor peso corporal observado no presente trabalho está associado ao baixo consumo de concentrado inicial observado e consequente menor ganho de peso, fatores não observados nos estudos citados (HILL et al., 2006, 2007).

No entanto, o peso corporal se apresentou crescente ao longo do período, sendo que os animais que não receberam suplementação começaram a apresentar diferença (P<0,05) no peso corporal a partir da sexta semana idade (Figura 3.1), enquanto os animais que receberam dieta com suplementação apresentaram valores semelhantes.

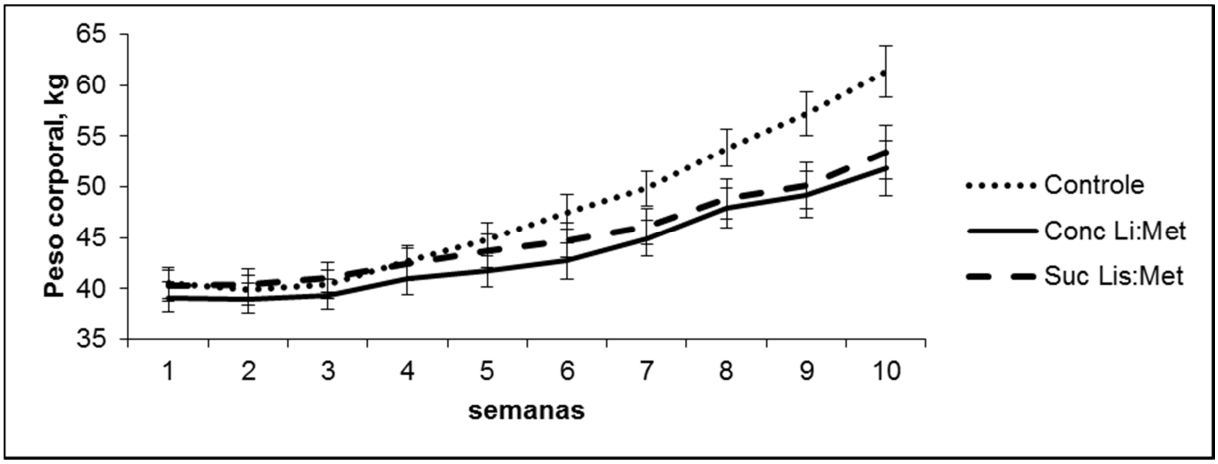

Figura 3.1 - Peso corporal em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

Não houve diferença (P>0,05) para o ganho de peso ao desaleitamento ou final do experimento em bezerros que receberam sucedâneo ou concentrado suplementados com lisina e metionina. Embora o efeito da idade tenha sido significativo (P<0,0001), a interação suplementação e idade não o foi (P>0,05). A média de ganho de peso dos bezerros está abaixo do esperado para animais na fase de aleitamento (Figura 3.2). Estudos mostram ganho de peso por volta de 416 g/d em bezerros aleitados com 4L/d de leite (KHAN et al., 2007), volume menor que o fornecido aos animais deste estudo; e de 605 g/d ao desaleitamento para animais também recebendo 4L/d de sucedâneo lácteo, mas sem a suplementação com aminoácidos (FERREIRA et al., 2013). Hill et al. (2010) também observaram média de 570 g/d em ganho de peso em bezerros recebendo diferentes volumes de sucedâneo lácteo (440 g de MS/d, 660 g de MS/d ou 1,09 kg de MS/d) e de 1kg/d no

período pós desaleitamento. Garnsworthy (2007) recomenda taxas de ganho de peso de 450 a 600 g/d durante o período de aleitamento.

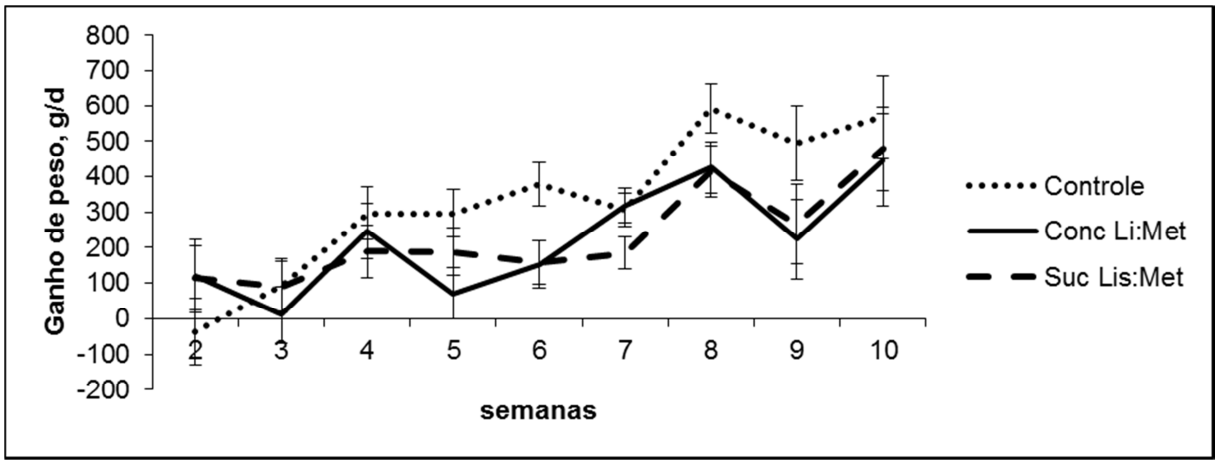

Figura 3.2 - Ganho de peso em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

Neste estudo os animais receberam 6L/d de sucedâneo lácteo, aumentando o consumo total de matéria seca durante o período de aleitamento (Tabela 3.2), outro fator que deveria resultar em maior desempenho. Os animais que receberam concentrado inicial suplementado com lisina e metionina apresentaram redução acentuada no ganho de peso na quinta semana (Figura 3.2), provavelmente provocada pela incidência de diarreia deste período (Figura 3.7); muito embora o mais comum seja a ocorrência deste pico na segunda e terceira semana de vida (Von BUENAU et al., 2005). Após a oitava semana, pode-se observar redução nas taxas de ganho de peso em todos os grupos; esta redução está associada ao desaleitamento, e consequentemente à diminuição do consumo de matéria seca e ao fato de que os animais não apresentavam consumo adequado de concentrado inicial para que o mesmo fosse realizado. No entanto, pode-se observar na Figura 3.2 que os animais não suplementados, os quais apresentavam consumo mais elevado neste período (Figura 3.3), não tiveram grandes reduções no ganho de peso. Por outro lado, na semana seguinte, o ganho de peso aumentou, indicando que os animais se adaptaram rapidamente a nova dieta, agora exclusivamente sólida. No trabalho de Hill et al. (2007), bezerros recebendo sucedâneo lácteo suplementado com lisina e metionina apresentaram maior ganho de peso durante a fase de aleitamento e também após o desaleitamento.

O consumo de concentrado inicial foi menor (P>0,03) para os animais que receberam concentrado suplementado comparado ao controle, sem diferenças com

o consumo de concentrado pelos animais suplementados via sucedâneo. Não houve efeito (P>0,05) da interação suplementação e a idade para o consumo de concentrado, mas a idade teve efeito significativo (P<0,0001) decorrente do aumento crescente do consumo de concentrado ao longo das semanas. Nesta fase, conforme aumenta a exigência do animal, maior é consumo de concentrado, uma vez que o volume de dieta líquida fornecido é fixo.

O consumo de concentrado inicial foi abaixo do esperado (Figura 3.3), uma vez que durante a fase de aleitamento espera-se que o animal apresente valores crescentes no consumo de concentrado de forma que na oitava semana, momento do desaleitamento, o consumo atinja uma média de 680 a 700 g/d (QUIGLEY, 1996). O baixo consumo de concentrado inicial entre os animais que receberam dieta suplementada pode ser estar relacionado a inclusão da metionina. Nas primeiras semanas de vida os animais que receberam o sucedâneo lácteo suplementado também reduziram o consumo voluntário da dieta líquida. No estudo de Muller e Rodriguez (1975), com duas diferentes doses de metionina na dieta de bezerros, observou-se que a inclusão de 0,5% de metionina na dieta reduziu o consumo de concentrado, e consequentemente, o ganho de peso. Esta redução no consumo pode estar associada à palatabilidade da metionina na dieta ou mesmo ao não balanceamento adequado de aminoácidos, uma vez que em animais monogástricos o excesso, deficiência ou o desequilíbrio de aminoácidos diminui o consumo (MULLER; RODRIGUEZ, 1975).

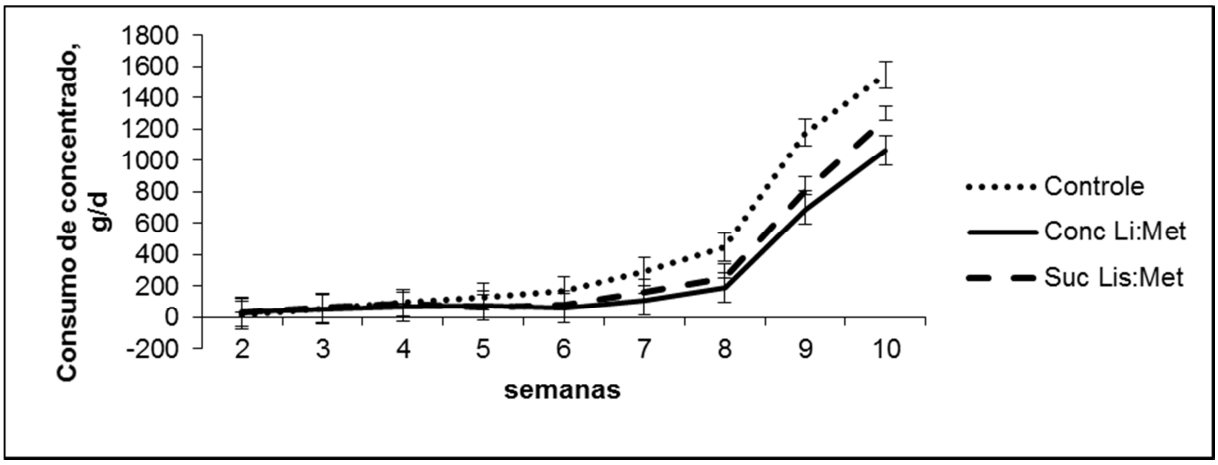

Figura 3.3 - Consumo de concentrado inicial em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

Por outro lado, após o desaleitamento o consumo de concentrado apresentou-se crescente, e rapidamente atingiu valores esperados para animais

desaleitados. Houve efeito significativo da suplementação com aminoácidos no consumo de concentrado nas duas semanas pós-desaleitamento (P<0,05), com menor consumo para animais suplementados via concentrado em comparação aos animais controle. Esta redução também foi observada no trabalho de Muller e Rodriguez (1975) com a inclusão de metionina na dieta. Abe et al. (2000) concluíram que a suplementação com metionina no concentrado inicial pode causar intoxicação, mesmo com baixas doses de inclusão (6 a 12 g/d) na dieta de animais desaleitados, e consequentemente, reduzir consumo e ganho de peso.

Já a ingestão de sucedâneo lácteo, principal fonte de consumo de matéria seca nesta fase, foi variável durante as primeiras semanas de vida dos animais, apesar do fornecimento ter sido constante (730 g MS/d, Figura 3.4). Esta redução entre a primeira e a segunda semana também pode estar associada ao aumento na incidência de diarreia (Figura 3.7), uma vez que quando acometidos por estas doenças geralmente reduzem o consumo de sucedâneo e concentrado inicial.

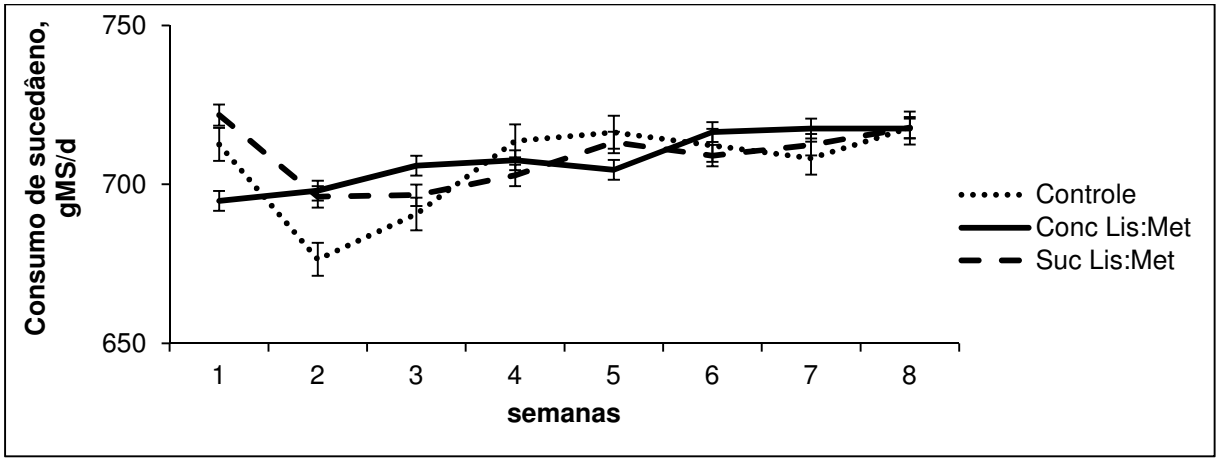

Figura 3.4 - Consumo de sucedâneo lácteo em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

O consumo total de matéria seca durante a fase de aleitamento não foi afetado pela suplementação de lisina e metionina (P>0,05). Após o desaleitamento, os animais que receberam sucedâneo suplementado tiveram consumo de matéria seca semelhante ao controle e ao concentrado inicial e, mais uma vez, os animais que receberam o concentrado inicial suplementado apresentaram menor consumo de concentrado comparado ao controle (Tabela 3.2). Esse menor consumo total de matéria seca está relacionado ao menor consumo de concentrado inicial por animais

deste tratamento, comparados ao controle, uma vez que o consumo de sucedâneo foi semelhante durante toda a fase de aleitamento (Figura 3.3).

A eficiência alimentar também não foi afetada pela suplementação da dieta e não houve interação suplementação e a idade significativa (P>0,05). Por outro lado, houve efeito significativo para a idade (P<0,0001), com diferenças na eficiência alimentar ao longo das semanas.

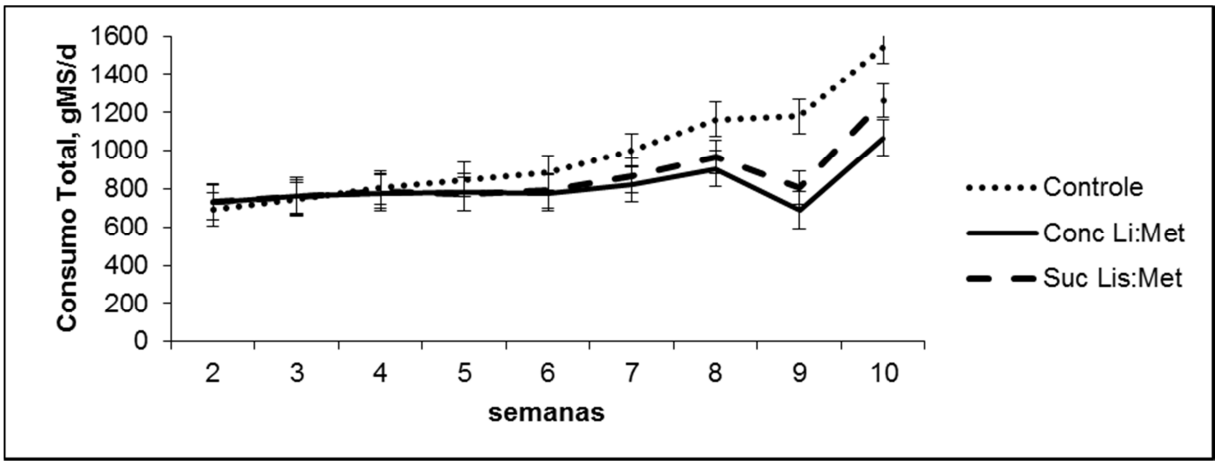

Figura 3.5 - Consumo total de matéria seca em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

Não foi observado efeito da suplementação com aminoácidos (P>0,05) na altura na cernelha de bezerras antes após o aleitamento. No entanto, pode-se observar uma tendência (P=0,10) para maior altura na cernelha em animais controle comparados aos animais que receberam a suplementação com aminoácidos. Houve efeito de idade (P<0,0001) e interação (P<0,0002) para a altura na cernelha (Tabela 3.3). Neste estudo era esperado que houvesse efeito nas medidas de crescimento, com maiores taxas de crescimento e maiores medidas corporais em animais suplementados, uma vez que lisina e metionina são limitantes do crescimento.

Tabela 3.3 - Médias do período para ganho de altura na cernelha, perímetro torácico e largura da garupa de bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

	Tratamento*			EPM	P<**		
	Controle	Conc Lis:Met	Suc Lis:Met		T	I	IxT
Altura na cernelha, cm	83,5	81,6	82,6	0,57	0,10	<,0001	,0002
Perímetro torácico, cm	83,4a	81,0b	82,2ab	0,62	0,04	<,0001	0,17
Largura da garupa, cm	23,4a	22,4b	22,8b	0,21	0,01	<,0001	0,31
Ganhos, cm/sem							
Altura na cernelha	0,68	0,52	0,59	0,07	0,29	0472	0,47
Perímetro torácico	1,15	0,83	0,89	0,12	0,11	,0002	0,22
Largura da garupa	0,30	0,20	0,27	0,06	0,21	,002	0,29

*Controle: dieta sem suplementação com aminoácidos, Conc Lis:Met: concentrado inicial suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d), Suc Lis:Met: sucedâneo lácteo suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d)
**T: efeito de tratamento, I: efeito de idade (semana), TxI: interação Tratamento x Idade
ab: letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística (P<0,05)

Para o perímetro torácico e largura da garupa, houve efeito (P<0,0001) da idade (semanas) e não houve efeito (P>0,05) da interação suplementação e idade dos bezerros. Por outro lado, a suplementação com aminoácidos alterou tanto o perímetro torácico quanto a largura da garupa dos animais (Tabela 3.3). A suplementação via concentrado reduziu o perímetro torácico, quando comparado a animais não suplementados; enquanto a suplementação, independentemente da via, também reduziu a largura da garupa dos animais (Tabela 3.3; Figura 3.6). Estudos mostram melhoras nas medidas de crescimento em bezerros recebendo dieta suplementada com lisina e metionina (HILL et al., 2009, HILL et al. 2010). No entanto, uma vez que estes animais suplementados apresentaram baixo consumo de concentrado e, consequentemente, menor ganho de peso, os dados de crescimento também foram negativamente afetados pela suplementação com aminoácidos.

O perímetro torácico apresenta alta correlação com o peso corporal dos bezerros, sendo comportamento bastante semelhante das duas variáveis (Figura 3.1; Figura 3.6). Os animais suplementados com lisina e metionina, independentemente da via, apresentaram aumento tanto do perímetro torácico quanto da largura da garupa muito semelhante durante todo o período (Figura 3.6).

Os ganhos semanais de altura na cernelha, perímetro torácico e largura da garupa também não foram beneficiados pela suplementação ou sofreram efeito da interação suplementação e idade. Houve efeito apenas da idade, sendo que a média de ganho semanal para altura na cernelha esteve abaixo do encontrado na literatura, com valores próximos a 1,2 - 1,4 cm/sem (HOFFMAN, 1997; HEINRICHS et al., 2003). Moallen et al. (2010) observaram maior altura na cernelha, perímetro torácico e largura da garupa em bezerros ao desaleitamento recebendo sucedâneo lácteo ou leite integral. No entanto, Hill et al. (2006) observaram menor ganho de altura na cernelha em bezerras durante a fase de aleitamento que a observado no presente estudo.

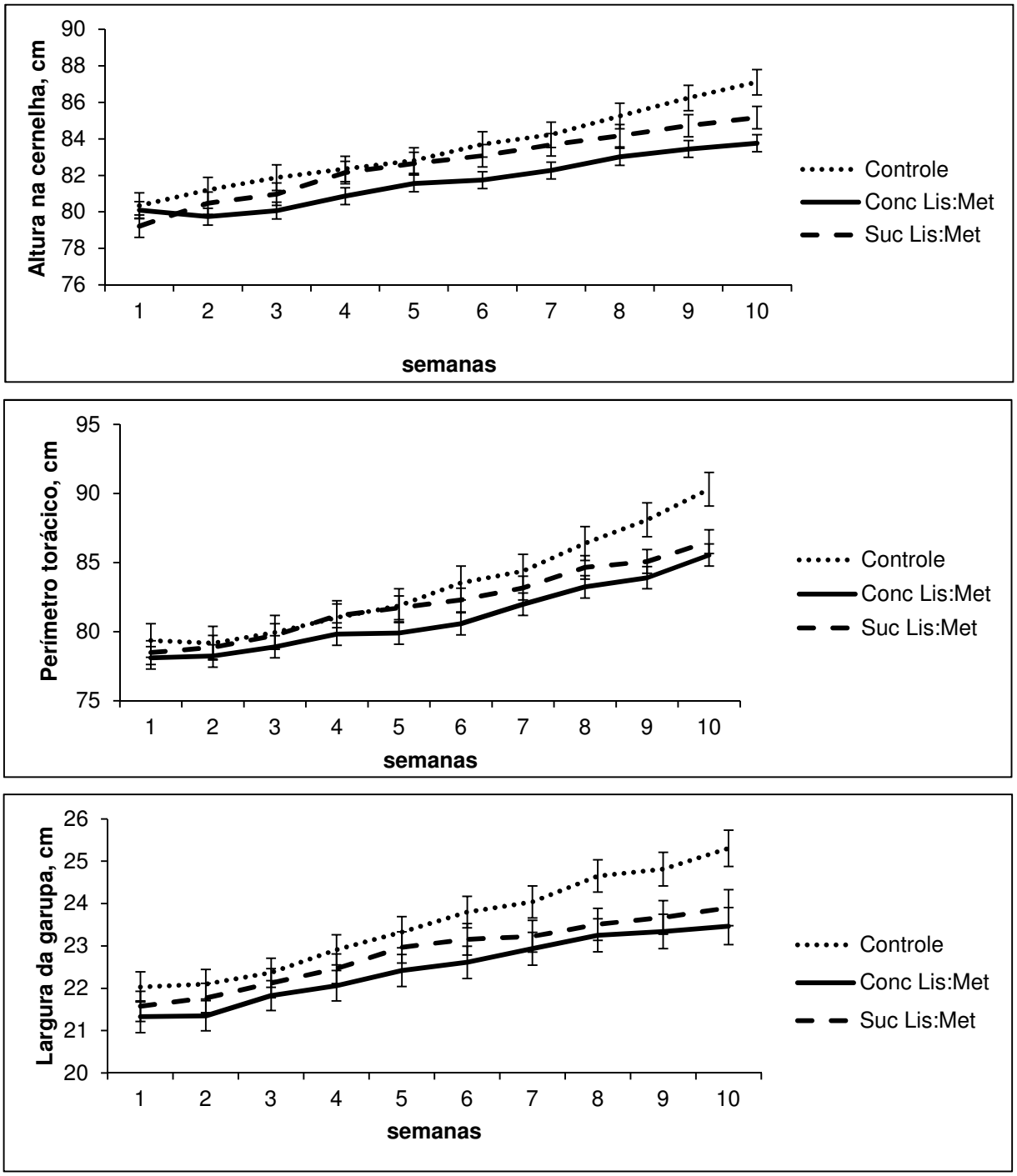

Figura 3.6 - Altura na cernelha, perímetro torácico e largura da garupa em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

A diarreia, principal fator que influencia o desempenho de bezerros durante as primeiras semanas de vida (Von BUENAU et al., 2005), além de estar associada às altas taxas de mortalidade, também é responsável pela redução no consumo de concentrado inicial, consumo de sucedâneo e perda de peso. Essas consequências ocorrem pela alta perda de eletrólitos, que leva o animal a desidratação e a morbidade causada pela fraqueza. Neste estudo, foi considerado que o animal

estava acometido por diarreia quando o escore fecal esteve acima de 2. A maior incidência de diarreia ocorreu nas semanas 2 e 3 (Figura 3.7). No entanto, os animais que receberam suplementação via concentrado inicial apresentaram diarreia até a quinta semana. Já os animais suplementados via sucedâneo tiveram uma reincidência de diarreia na quinta semana.

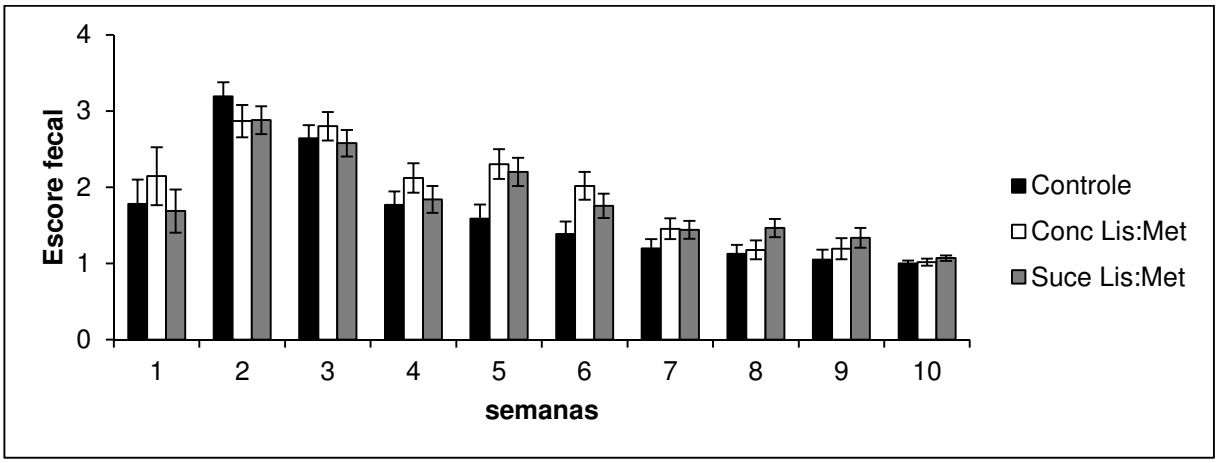

Figura 3.7 - Escore fecal de bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

A suplementação com lisina e metionina afetou (P<0,05) a concentração média de glicose plasmática durante o período experimental (Tabela 3.4). Animais suplementados via sucedâneo apresentaram menores concentrações de glicose comparados aos animais que não receberam suplementação, não havendo diferença com animais suplementados via concentrado inicial. No entanto, as concentrações médias observadas para todos os tratamentos estão dentro do adequado, que pode variar de 80 mg/dL a 120 mg/dL de glicose em bezerros durante a fase de aleitamento (REECE et al., 2006; QUIGLEY et al., 2010). A interação suplementação e a idade dos animais não foi significativa (P>0,05), mas houve efeito da idade (P<0,0001), com redução da concentração de glicose plasmática com o avanço da idade dos animais.

Por outro lado, a concentração de BHBA não foi afetada (P>0,05) pela suplementação com lisina e metionina, independentemente da via. No entanto, houve efeito da idade (P<0,0001) e da interação suplementação e idade (P<0,01). Ao contrário do que ocorre com as concentrações de glicose, esse parâmetro deve ser crescente com o avanço da idade, em resposta ao aumento no consumo de concentrado, funcionando como mais um indicativo de desenvolvimento ruminal.

Quigley et al. (1996) reportam que o BHBA plasmático é uma excelente medida para avaliar se o rúmen está em desenvolvimento, quando bezerros na fase inicial apresentam capacidade de absorver e metabolizar ácidos graxos de cadeia curta no epitélio do rúmen.

Tabela 3.4 - Parâmetros metabólicos sanguíneos de bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

	Tratamento*			EPM	P<**		
	Controle	Conc Lis:Met	Suc Lis:Met		T	I	TxI
Glicose, mg/dL	91,90a	89,76ab	84,20b	2,33	0,05	<,0001	0,40
BHBA, mmol/L	0,13	0,09	0,12	0,01	0,18	<,0001	0,01
Fosfatase alcalina, U/L	135,51	114,64	111,02	10,67	0,16	<,0001	0,15
Creatinina, mg/dL	0,83	0,81	0,84	0,03	0,73	<,0001	0,13
Proteína total, g/dL	5,38	5,43	5,30	0,12	0,74	<,0001	0,88
Albumina, g/dL	2,54	2,42	2,53	0,04	0,07	<,0001	0,53
N-ureico, mg/dL	11,29	11,07	11,88	0,48	0,49	<,0001	0,51

*Controle: dieta sem suplementação com aminoácidos, Conc Lis:Met: concentrado inicial suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d), Suc Lis:Met: sucedâneo lácteo suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d)
**T: efeito de tratamento, I: efeito de idade (semana), TxI: interação Tratamento x Idade
ab: letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística (P<0,05)

A concentração plasmática de glicose dos bezerros que receberam suplementação apresentou a mesma variação ao longo das semanas, sendo maiores na segunda semana e decrescente até a sexta semana. No entanto, os animais que não receberam suplementação com lisina e metionina apresentaram pouca variação na concentração de glicose durante a fase de aleitamento (Figura 3.8). Maiores concentrações de glicose são observadas em bezerros aleitados com grande volume de dieta líquida (KHAN et al., 2007). Após o desaleitamento a concentração de glicose diminuiu como esperado, independente do tratamento, e os animais que receberam suplementação com lisina e metionina apresentaram valores de glicose plasmática, na décima semana, semelhantes aos valores observados em ruminantes adultos.

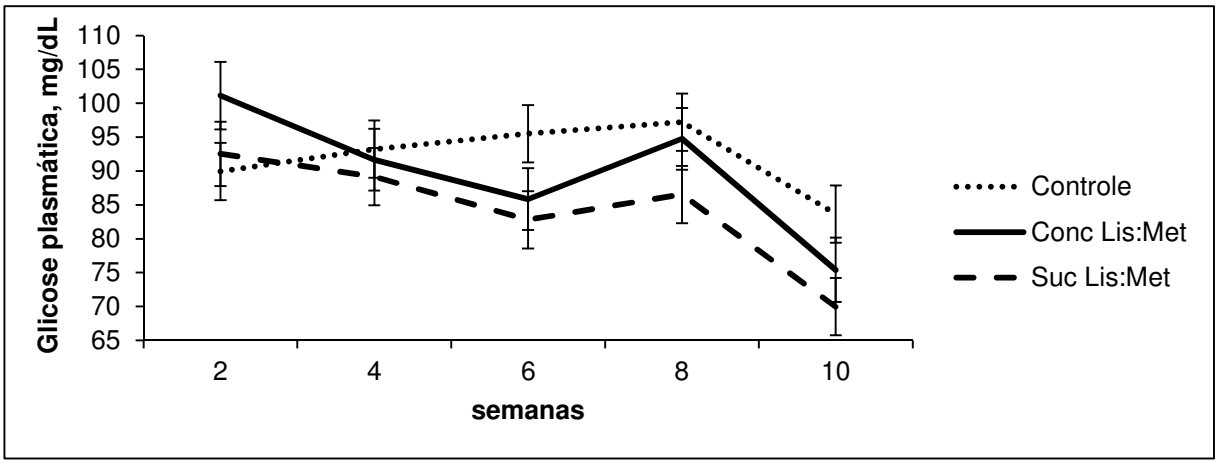

Figura 3.8 - Glicose plasmática em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

Em relação à concentração de glicose e BHBA, à medida que a concentração de glicose diminuiu houve aumento na concentração de BHBA (Figura 3.9). Segundo Khan et al. (2007), a diminuição da concentração de glicose e aumento do BHBA no pré-desaleitamento e pós-desaleitamento são indicativos da transição do metabolismo de animal pré-ruminante para ruminante funcional. A concentração de BHBA no plasma é um importante indicador de atividade metabólica no epitélio ruminal (LANE et al., 2000). O aumento na concentração de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen em resposta ao consumo de concentrado inicial e consequente desenvolvimento ruminal, resultam no aumento da concentração de BHBA no plasma. Assim, os animais não suplementados, por apresentarem consumo de concentrado mais próximo ao adequado no desaleitamento, apresentaram maior concentração de BHBA que os animais suplementados com lisina e metionina (Figura 3.9).

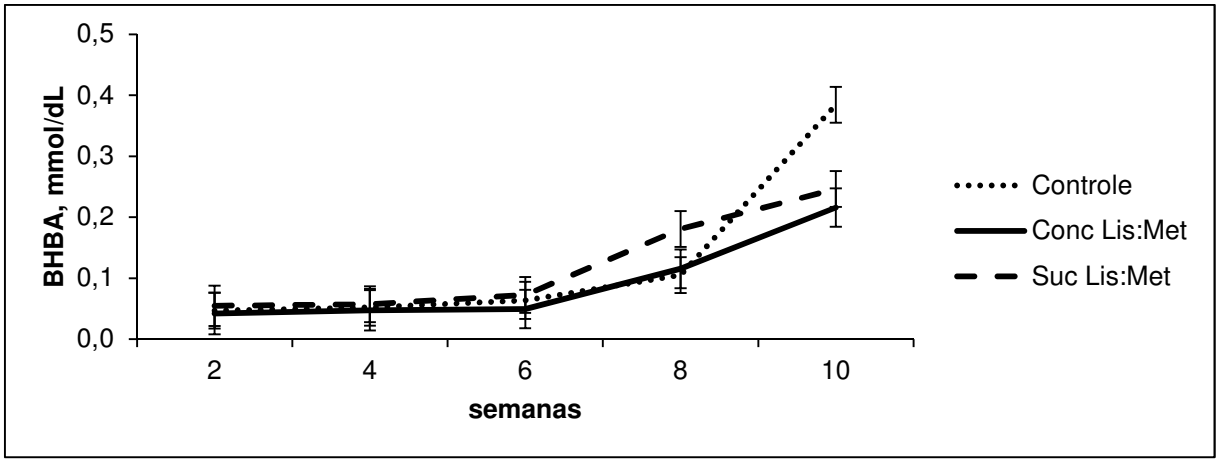

Figura 3.9 - Concentração plasmática de β-hidroxibutirato (BHBA) em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

Vários trabalhos com bezerros leiteiros mostram crescentes concentrações de BHBA no pré-desaleitamento, com aumento significativo no pós-desaleitamento (KLOTZ; HEITMANN, 2006; KHAN et al., 2007, 2008), como observado no presente estudo, porém com concentrações maiores devido a diferença no consumo de concentrado. Por outro lado, Lesmeister et al. (2004) observaram valores semelhantes de BHBA aos observados no presente estudo após o desaleitamento observados nos animais suplementados com lisina e metionina. Khan et al. (2007) também reportaram valores semelhantes de BHBA durante a fase de aleitamento e nas primeiras semanas pós desaleitamento.

As concentrações de glicose e BHBA observadas (Figura 3.8; Figura 3.9) no período de transição da fase de aleitamento para o desaleitamento indicam que embora os animais não apresentassem consumo de concentrado inicial dentro do recomendado, rapidamente se adaptaram ao consumo apenas de dieta sólida, apresentando concentração de BHBA semelhante às observadas em bezerros desaleitados com consumo de concentrado inicial adequado (KHAN et al., 2007; LESMEISTER et al., 2004). Esse efeito pode ser observado principalmente entre os animais que receberam concentrado inicial suplementado com lisina e metionina, que foram desaleitados com consumo de concentrado de 197,7 g/d (Figura 3.2), e rapidamente aumentaram tanto o consumo de concentrado quanto a concentração de BHBA plasmático.

A concentração de fosfatase alcalina não apresentou efeito (P>0,05) da suplementação ou interação da suplementação e a idade. Mas, houve efeito

significativo (P<0,0001) da idade dos animais nas concentrações (Tabela 3.4). A fosfatase alcalina está associada ao aumento na atividade das células óssea. Segundo Hill et al. (2007), o aumento na concentração de fosfatase alcalina sugere estimulação do crescimento ósseo em bezerros.

Os animais com dieta suplementada com lisina e metionina apresentaram aumento na concentração de fosfatase alcalina entre a sexta e a oitava semana (Figura 3.10), período que coincide com o aumento na taxa de ganho de peso e crescimento esquelético; e redução após o desaleitamento, devido a adaptação a nova dieta e a redução nas taxas de crescimento. Hill et al. (2007) também observaram valores crescentes na fase de aleitamento em bezerros aleitados com sucedâneo suplementado com lisina e metionina. Em outro estudo, Hill et al. (2010) também observaram concentrações semelhantes de fosfatase alcalina em animais alimentados de acordo com diferentes programas de aleitamento. Por outro lado, no estudo de Hill et al. (2008), com o objetivo determinar os teores ótimos de lisina e metionina no sucedâneo de bezerros, foram observadas maiores concentrações de fosfatase alcalina, decorrente da maior taxa de crescimento apresentada pelos bezerros do experimento.

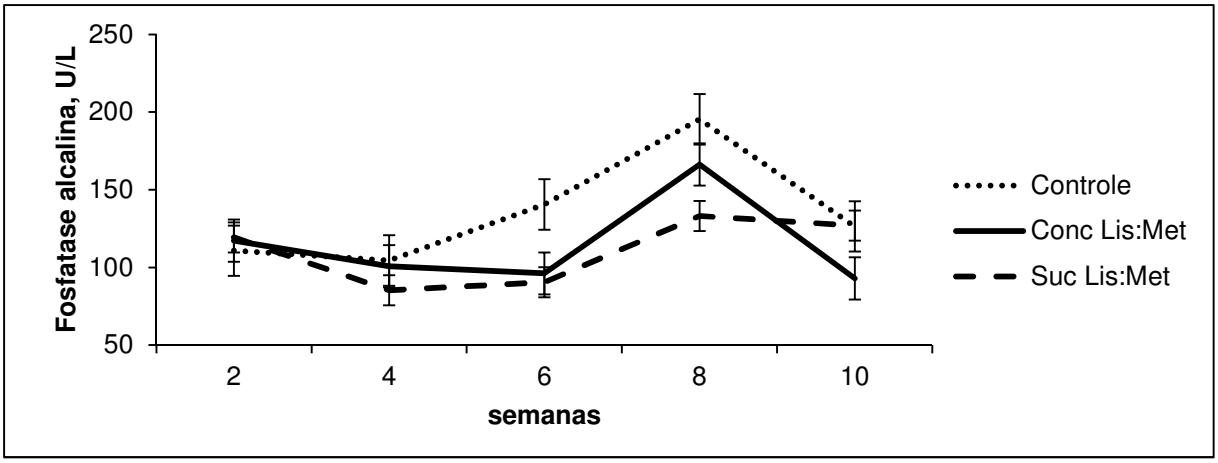

Figura 3.10 - Fosfatase alcalina em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

A concentração de creatinina, que está associada à deposição de tecido magro não foi afetada pela suplementação (P>0,05) ou pela interação suplementação e a idade. No entanto, houve efeito de idade (P<0,0001), com a variação na concentração de creatinina ao longo das semanas. Hill et al. (2007) reportam que o aumento da concentração de creatinina em conjunto com a diminuição do N-ureico indica maior crescimento de tecido muscular. No entanto,

essa relação foi observada apenas entre a quarta e sexta semana para os animais que não receberam dieta suplementada (Figura 3.11; Figura 3.14). Para os animais suplementados no sucedâneo ou concentrado inicial a concentração de creatinina foi sempre decrescente; exceto entre a segunda e quarta semana para os animais suplementados no sucedâneo e após o desaleitamento para os suplementados no concentrado (Figura 3.11).

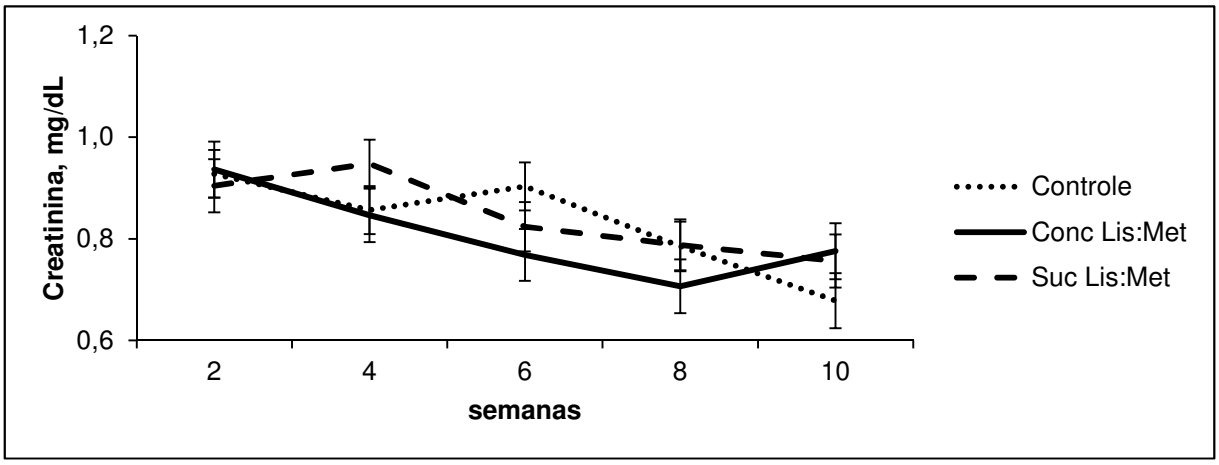

Figura 3.11 - Creatinina em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

A proteína total não apresentou efeito (P>0,05) da suplementação com lisina e metionina ou da interação suplementação e a idade (P>0,05). Mas, assim como os outros parâmetros, houve efeito de idade na concentração de proteína total (P<0,0001; Tabela 3.4). A concentração de proteína total diminuiu entre a segunda e terceira semana, ocorrendo pouca variação até o desaleitamento (Figura 3.12). Após o desaleitamento a concentração de proteína total foi crescente, provavelmente como resultado da adaptação a nova dieta. A concentração média de proteína total foi semelhante a observada por Hill et al. (2008) em estudo sobre a adequação dos teores de lisina e metionina no sucedâneo de bezerros. No entanto, a média do período foi menor que a observada por Quigley et al. (2006) em estudo também com bezerros recebendo dieta suplementada com aminoácidos essenciais.

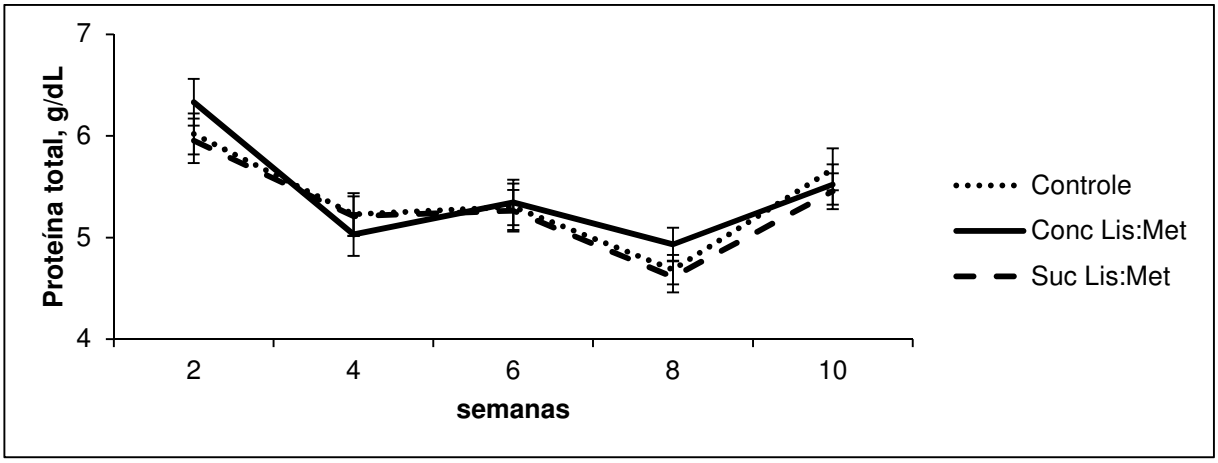

Figura 3.12 - Proteína total em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

A albumina, assim como a creatinina, também é constituinte do soro utilizado como marcador de massa magra corporal, deposição de tecido muscular (HILL et al., 2008). Não houve efeito da suplementação do concentrado inicial ou do sucedâneo lácteo (P>0,05) na concentração de albumina, assim como não houve efeito (P>0,05) da interação suplementação e idade dos animais para este parâmetro (Tabela 3.4). No entanto, houve efeito (P<0,0001) de idade, com variação na concentração ao longo das semanas (Figura 3.13).

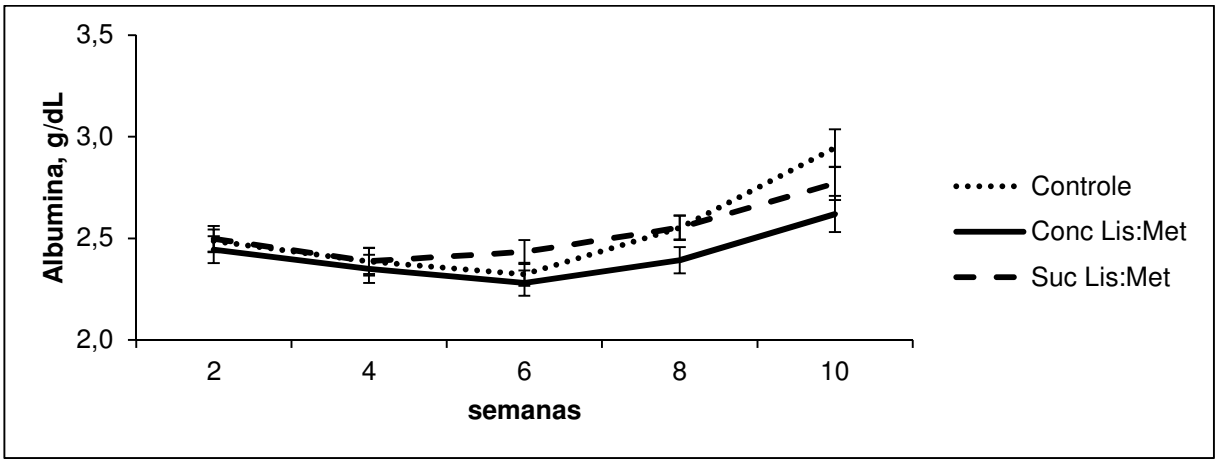

Figura 3.13 - Albumina em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

A concentração de albumina é pouco variável e estudos sugerem que esta não é afetada pela proteína da dieta (BLOME et al., 2003; LI et al., 2008). Daniele et al. (1998) reportam variação semelhante na concentração de albumina a encontrada no presente estudo. Li et al. (2008) também apresentaram valores semelhantes de albumina durante a fase de aleitamento em bezerros recebendo suplementação com

aminoácidos. No entanto, Hill et al. (2010) observaram menor concentração de albumina (1,8 g/dL) durante a fase de aleitamento e no período pós desaleitamento em bezerros que receberam sucedâneo com a inclusão de lisina e metionina que atendem as exigências diárias propostas neste estudo.

O N-ureico também não sofreu efeito da suplementação de lisina e metionina na dieta (P>0,05) ou da interação da suplementação com a idade dos animais, muito embora tenha havido efeito de idade (P<0,0001) para este metabólito (Tabela 3.4). A maior concentração de N-ureico no plasma, observada entre a oitava e a décima semana, é atribuída a melhora na função ruminal dos bezerros, e aumento na degradação ruminal de proteína da dieta. Esse efeito no desenvolvimento ruminal pode ser medido também pelo aumento na concentração de BHBA (Figura 3.9). Khan et al. (2007) observaram concentrações semelhantes de N-ureico na semana 2 e maiores nas semanas 8 e 10, em estudo sobre a consumo de concentrado inicial e fonte de amido.

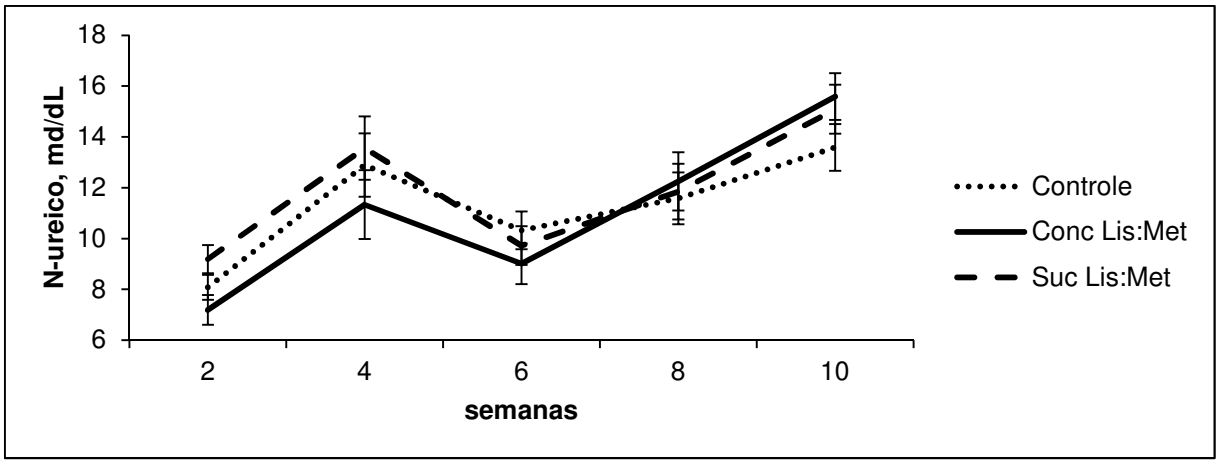

Figura 3.13 - N-ureico em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina através do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo

1.9 Conclusão

A suplementação com lisina e metionina no sucedâneo lácteo ou concentrado inicial não beneficiou o desempenho ou o metabolismo de bezerros leiteiros, principalmente por ter reduzido o consumo de concentrado inicial quando este foi suplementado.

Referências

ABE, M.; OKADA, H.; MATSUMURA, D.; SATO, H.; FUNABA, M., IRIKI, T. Methionine imbalance and toxicity in calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 2722-2730, 2000.

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

BLOME, R.M.; DRACKLEY, J.K; McKEITH, F.K.; HUTJENS, M.F.; McCOY, G.C. Growth, nutrient utilization, and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 1641-1655, 2003.

CHANEY A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, Washington, v. 8, p. 130-132, 1962.

DANIELE, C.; MACHADO, 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 Agricola**, Piracicaba, v. 51, p. 381-388, 1998.

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

FERREIRA, L.S.; BITTAR, C.M.; SILVA, J.T.; SOARES, M.C.; OLTRAMARI, C.E.; NAPOLES, G.G.O.; PAULA, M.R. Desempenho e parâmetros sanguíneos de bezerros leiteiros que receberam sucedâneo lácteo ou silagem de colostro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, p. 1357-1366, 2013.

GARNSWORTHY, P.C. **Calf and heifer rearing**.Thrumpton: Nottingham University Press, 2007. 352 p.

GERRITS, W.J.J.; FRANCE, J.; DIJKSTRA, J.; BOSCH, M.; TOLM, G.H.; TAMMING, S. Evaluation of a model integrating protein and energy metabolism in preruminant calves. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 127, p. 1243-1252, 1997.

HEINRICHS, A.J.; JONES, C.M.; HEINRICHS, B.S. Effects of mannan oligasaccharide or antibiotics in neonatal diets on health and growth of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 4064-4069, 2003.

HILL, T.M.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L.; BATEMAN, H.G. Effects of feeding rate and concentrations of protein and fat of milk replacers fed to neonatal calves. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 22, p. 374-381, 2006.

HILL, T.M.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L.; BATEMAN II, H.G. Amino acids, fatty acids, and fat sources for calf Milk replacers. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 23, p. 401-408, 2007.

HILL, T.M.; BATEMAN, H.G.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L. Crude protein for diets fed to weaned dairy calves. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 24, p.596-603, 2008.

HILL, T.M.; BATEMAN II, H.G.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L. Effect of weaning age of dairy calves fed a conventional or more optimum milk replacer program. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 25, p. 619-624, 2009.

_____. Effect of milk replacer program on digestion of nutrients in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 1105-115, 2010.

HILL,T.M.; BATEMAN II, H.G.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L.; TANAN, K.G. Optimal concentrations of lysine, methionine, and threonine in milk replacers for calves less than five weeks of age. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 2433-2442, 2008.

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

KLOTZ, J.L.; HEITMANN, R.N. Effects of weaning and ionosphere supplementation on selected blood metabolites and growth in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 3587-3598, 2006.

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.; LEE, H.J.; LEE, W.S.; KIM,H.S.; KIM, S.B.; KI, K.S.; PARK,S.J.; HA, J.K.; CHOI, Y.J. Source evaluation in calf starter: I. Feed consumption, weight gain, structural growth, and blood metabolites. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 5259-5268, 2007.

_____. Starch source evaluation in calf starter: II. Ruminal parameters, rumen development, nutrient digestibilities, and nitrogen utilization in Holstein calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 1140-1149, 2008.

LANE, M.A.; BALDWIN, R.L.; JESSE, B.W. Sheep rumen metabolic development in response to age and dietary treatments. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 1990-1996, 2000.

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.

LESMEISTER, K.E.; HEINRICHS, A.J. Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. 3439-3450, 2004.

LI, H.; DIAO, Q.Y.; ZHANG, N.F.; FAN, Z.Y. Growth, nutrient utilization and amino acid digestibility of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein in the preruminant period. **Asian-Australia Journal of Animal Science**, Adelaide, v. 21, p. 1151-1158, 2008.

MOALLEM, U.; WERMER, D.; LEHRER, H.; ZACHUT, M.; LIVSHITZ, L.; YAKOBY, S.; SHAMA, 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.

MULLER, L.D.; RODRIGUEZ, D. Methionine hydroxyl analog supplementation of low protein calf rations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 58, p. 190-195, 1974.

NATIONAL ANIMAL HEALTH MONITORING SYSTEM. **Heifer calf health and management practices in the United States.** Ft. Collins: USDA, Animal and Plant Health Inspection Service, Veterinary Services, 2007. 150 p.

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

SANCANARI, J.B.D.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; VIEIRA, P.F.; SEIXAS, J.R.C.; SANTAMARIA, M.; KRONKA, S.N. Efeito da metionina protegida e não protegida da degradação ruminal sobre a produção e composição do leite de vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, p. 286-294, 2001.

TZENG, D.; DAVIS, C.L. Amino acid nutrition of the young calf: estimation of methionine and lysine requirements. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, p. 441- 450, 1980.

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

REECE, W.O. **Dukes fisiologia dos Animais Domésticos**. 12 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2006. 926 p.

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.

Von BUENAU, R.; 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.

WILLIAMS, A.P.; HEWITT, D. The amino acid requirements of the prerumint calf. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 41, p. 311-319, 1979.

2 SUPLEMENTAÇÃO DE LISINA E METIONINA NO SUCEDÂNEO OU CONCENTRADO DE BEZERROS LEITEIROS EM SISTEMA DE ALEITAMENTO PROGRAMADO

Resumo

O maior fornecimento de dieta líquida para bezerros pode resultar em maior desempenho e produção futura de leite. No entanto, quanto maior o volume de dieta líquida fornecido, menor será o consumo de concentrado. Para que o bezerro seja desaleitado precocemente sem prejuízos no desempenho, é essencial consumo de concentrado adequado. Uma alternativa para aumentar o volume de dieta líquida e favorecer o consumo de concentrado, é o sistema programado de aleitamento. Entretanto, além do volume fornecido é importante que a dieta líquida apresente teores adequados de aminoácidos para garantir o desempenho. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho e mudanças metabólicas em bezerros leiteiros recebendo sucedâneo ou concentrado inicial suplementados com lisina e metionina em sistema de aleitamento programado. Foram utilizados 45 bezerros da raça Holandês, em delineamento de blocos distribuídos nos tratamentos: 1) Controle: sem suplementação; 2) Suplementação de lisina e metionina para atingir consumo de 17 e 5,3 g/d, respectivamente, com correção feita com base na análise do sucedâneo, 3) Suplementação de lisina e metionina, para atingir consumo de 17 e 5,3 g/d, respectivamente, com correção feita com base na análise do concentrado inicial. Os animais foram alojados em abrigos individuais, com livre acesso a água e concentrado inicial. Foram fornecidos 4 L/d de sucedâneo lácteo até a segunda semana, 8 L/d da terceira a sexta semana e novamente 4 L/d da sétima a oitava semana, quando os animais foram desaleitados de forma abrupta. O consumo de concentrado inicial e o escore fecal dos animais foram registrados diariamente. Semanalmente, foram realizadas pesagens e medidas de crescimento corporal. Nas semanas 2, 4, 6, 8 e 10 de vida foram realizadas colheitas de sangue para determinação de metabólitos como marcadores do status protéico dos animais (albumina, proteína total, N-ureico), status energético (glicose e β-hidroxibutirato), crescimento ósseo (fosfatase alcalina) e crescimento muscular (creatinina). Houve efeito da suplementação para o ganho de peso após o desaleitamento (P=0,03), sendo que os animais suplementados via sucedâneo apresentaram menor ganho de peso comparados aos que não receberam suplementação. Houve efeito da suplementação também para o consumo de concentrado na 10ª semana e consumo total (g MS/d) após o desaleitamento, com menores consumos para os animais suplementados no sucedâneo. Houve efeito de idade (P<0,0001) para todos os parâmetros analisados, mas não houve interação da idade com a suplementação. A suplementação com lisina e metionina no sucedâneo ou no concentrado inicial para bezerros em sistema programado de aleitamento não resultou em benefícios no desempenho ou no metabolismo.

Palavras-chave: Aleitamento programado; Bezerro; Desempenho; Lisina; Metionina

Abstract

Increases in liquid diet feeding rate to calves can result on performance improvements and greater future milk production. However, the larger the volume of the liquid diet provided, the lower the consumption of starter concentrate. For the calf

that is weaned early without losses in performance, concentrate consumption is essential. An alternative to increase the volume of the liquid diet and encourage the consumption of starter concentrate is the step-down feeding system. However, in addition to the supplied volume, it is important that the liquid diet provide appropriate levels of amino acids to ensure performance. The aim of this study was to evaluate the performance and metabolic changes in dairy calves receiving milk replacer or starter concentrate supplemented with lysine and methionine in the step-down system. Forty-five Holstein calves were blocked and distributed in the treatments: 1) Control: without supplementation; 2) Supplementation of lysine and methionine to reach consumption of 17 and 5.3 g/d, respectively, with correction based on the analysis basis of the milk replacer; 3) Supplementation of lysine and methionine to reach consumption of 17 and 5.3 g/d, respectively, with correction based on the analysis basis of starter concentrate. Animals were housed in individual hunches, with free access to water and starter concentrate. Liquid-feeding program was: 4 L/d of milk replacer until the 2nd week; 8 L/d of the 3rd to 6th week; and again 4 L/d of the 7th to 8th week, when calves were abruptly weaned. The consumption of starter concentrate and fecal scores of the animals were monitored daily. Calves were weighed and body measurements were taken weekly. In weeks 2, 4, 6, 8 and 10, blood samples were collected to determine the metabolites as markers of protein status of animals (albumin, total protein, N-urea), energy status (glucose and BHBA), bone growth (alkaline phosphatase) and muscular growth (creatinine). There was effect of supplementation on weight gain after weaning ($P= 0.03$), with decreased values for those fed supplemented milk replacer as compared to those that received no supplementation. There was effect of supplementation also on the consumption of concentrate at the 10th week and total consumption (g DM/d) after weaning with lower consumption for the animals fed with supplemented milk replacer. An age effect ($P< 0.0001$) was observed for all parameters analyzed, however there were no interaction of supplementation with age ($P>0.05$). The supplementation with lysine and methionine in milk replacer or starter concentrate for calves in the step-down system did not result in benefits in performance or in the metabolism.

Keywords: Calves; Lysine; Methionine; Performance; Step-down system

2.1 Introdução

Na criação de bezerras são preconizados manejos que facilitem o desaleitamento precoce a fim de reduzir os custos da criação. Assim, durante anos as pesquisas estiveram voltadas a técnicas de manejo que estimulassem o consumo de concentrado inicial e redução do fornecimento da dieta líquida. Para que o bezerro seja desaleitado precocemente, é necessário adequado consumo de concentrado inicial. O rúmen do bezerro é anatomicamente subdesenvolvido e fisiologicamente não funcional (KHAN et al., 2007), mas o seu desenvolvimento está relacionado ao consumo de dieta sólida, principalmente concentrado.

No entanto, estudos recentes vêm mostrando que o maior fornecimento de dieta líquida, além de melhorar o desempenho dos animais, pode aumentar a produção futura de leite. Uma desvantagem deste manejo é que o consumo de concentrado inicial é inversamente proporcional ao consumo de leite, isto é, quanto maior a ingestão de dieta líquida menor será o consumo de concentrado inicial. Dessa forma, o desaleitamento dos animais pode ser mais desafiador, uma vez que poderia reduzir o desempenho no período pós desaleitamento.

Uma alternativa é o sistema programado de aleitamento, que consiste em fornecer maior volume de dieta líquida durante grande parte do aleitamento, seguido de redução no volume ofertado no pré-desaleitamento. Dessa forma, o consumo de concentrado inicial é estimulado, uma vez que os animais não conseguirão mais suprir suas exigências diárias apenas com a dieta líquida. Segundo Khan et al. (2007), bezerras submetidas ao sistema programado de aleitamento são desaleitadas com consumo adequado de concentrado.

No entanto, além da quantidade de sucedâneo fornecida aos bezerros, outra preocupação que deve existir é a qualidade da dieta oferecida. Adequar a dieta apenas com base nas exigências de proteína bruta e energia, pode não ser o suficiente para obter o máximo desempenho nos animais. Dependendo dos ingredientes utilizados na formulação da dieta, a composição em aminoácidos pode não atender as exigências dos animais, principalmente lisina e metionina que são aminoácidos essenciais e limitantes do crescimento.

A exigência de aminoácidos para bezerros não foi claramente determinada. Entretanto, a recomendação proposta por Hill et al. (2008) de 17 g de lisina e 5,3 g de metionina para bezerras com menos de 5 semanas de idade tem se mostrada adequada. Esta suplementação pode ser realizada no sucedâneo utilizando aminoácidos sintéticos.

Uma alternativa para atender a exigência em aminoácidos é a suplementação do concentrado inicial. Durante a fase de aleitamento o consumo de concentrado inicial destes animais é crescente. A quantidade e a qualidade dos aminoácidos que chegam ao intestino delgado dos ruminantes são provenientes da proteína microbiana do rúmen e da fração proteica alimentar não degradada no rúmen (SANCANARI et al., 2001). Durante a fase de aleitamento, a produção de proteína microbiana é muito baixa, mesmo quando os animais já possuem o rúmen desenvolvido, e esta deficiência pode limitar o crescimento e ganho de peso.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da suplementação com lisina e metionina no sucedâneo lácteo ou concentrado inicial sobre o desempenho e metabolismo de bezerros em sistema programa de aleitamento.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Animais e manejo alimentar

O experimento foi desenvolvido no bezerreiro experimental "Evilásio de Camargo" do Depto. de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP/ESALQ, Piracicaba, SP. Foram utilizados 45 bezerros machos inteiros da raça Holandês, provenientes da Fazenda Agrindus Ltda/Descalvado-SP, com idade entre 1 a 4 dias de vida, nascidos no período de 16 de Abril a 26 de Agosto de 2013. Após o nascimento, os animais foram separados da mãe, e receberam colostro de acordo com o manejo da fazenda de origem, sendo fornecido no mínimo 2L de colostro na primeira refeição.

Após o transporte para a área experimental, os bezerros foram alojados em abrigos individuais, sendo contidos por corrente e coleira, com livre acesso à água e ao concentrado inicial, e receberam, em duas refeições diárias (06h50min e 17h) os seguintes volumes de sucedâneo lácteo: 4L/d até a segunda semana de vida; 8L/d da terceira até a sexta semana de vida; 4L/d na sétima e oitava semana de vida, quando os animais foram desaleitados de forma abrupta.

Tabela 4.1 - Análise bromatológica da dieta de bezerros leiteiros suplementados com lisina e metionina via concentrado inicial ou sucedâneo lácteo em sistema programado de aleitamento

	Sucedâneo[1]	Suc Lis:Met 4 L/d [2]	Suc Lis:Met 8 L/d [3]	Concentrado [4]	Conc Lis:Met [5]
Matéria seca, %	95,72	95,72	95,61	91,13	90,73
Matéria Mineral, %MS	8,14	8,11	8,47	6,56	6,4
Proteína bruta, %MS	21,57	22,33	21,34	20,5	21,4
Extrato etéreo, %MS	13,79	14,25	14,45	6,11	5,92
Energia bruta, cal/g	4.380,41	4.220,54	4.368,68	4.072,03	4.059,85

[1]Sucedâneo lácteo sem suplementação com lisina e metionina; [2]Sucedâneo lácteo suplementado com lisina e metionina para o período com fornecimento de 4L/d; [3]Sucedâneo suplementado com lisina e metionina para o período com fornecimento de 8L/d; [4]Concentrado inicial sem suplementação com lisina e metionina; [5]Concentrado inicial suplementado com lisina e metionina.

O sucedâneo comercial escolhido para o experimento foi o Sprayfo Violeta (Sloten do Brasil Ltda., Santos, SP, Brasil; 20PB:16EE, 12,5% de sólidos), tendo em vista adequado teor de proteína e extrato etéreo para este sistema de aleitamento, mas ainda a necessidade de suplementação dos aminoácidos, como determinado no experimento 1.

2.2.2 Delineamento estatístico e tratamentos

Os animais foram distribuídos em blocos, considerando-se o peso corporal dos animais ao chegarem à área experimental, e então submetidos a um dos seguintes tratamentos: 1) Controle: dieta básica com sucedâneo lácteo e concentrado inicial sem suplementação com aminoácidos; 2) Conc Lis:Met: suplementação de aminoácidos para atender a exigência de Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d), com correção feita com base na análise do concentrado inicial e sucedâneo lácteo sem a suplementação com aminoácidos; 3) Suc Lis:Met: suplementação de aminoácidos para atender a exigência de Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d), com correção feita com base na análise do sucedâneo e concentrado inicial sem a suplementação com aminoácidos.

Para que a quantidade diária recebida pelo animal ficasse dentro do proposto, a suplementação variou de acordo com o volume de sucedâneo ofertado (4 ou 8 L/d). No período de fornecimento de 4L/ d de sucedâneo, a inclusão foi 434,85 g de L-lisina (557 g L-lysine Monohydrochloride 99% pure, Ajinomoto do Brasil Ind. e Com. de Alimentos Ltda) e 187,11 g de DL-metionina (189 g de Rhodomet, Adisseo) para cada 25 kg de pó de sucedâneo No período que os animais receberam 8L/d de sucedâneo foi adicionado 118,75 g L-lisina (152 g L-lysine Monohydrochloride 99% pure, Ajinomoto do Brasil Ind. e Com. de Alimentos Ltda) de e 55,68 g de DL-metionina (56,2 g de Rhodomet, Adisseo) para cada 25kg de pó de sucedâneo. O concentrado inicial foi suplementado adicionando-se 171,6 g de L-lisina (220 g L-lysine Monohydrochloride 99% pure, Ajinomoto do Brasil Ind. e Com. de Alimentos Ltda) e 40,59 g de DL-metionina (41 g de Rhodomet, Adisseo) para cada 25 kg de concentrado inicial (Ração Bezerra Avant, Agroceres Multimix Nutrição Animal Ltda).

A homogeneização dos aminoácidos à via de fornecimento, concentrado incial ou sucedâneo lácteo, foi realizada com o auxílio de Misturador Y.

As análises bromatológicas, desempenho e crescimento corporal, monitoramento do escore fecal, metabólitos sanguíneos e análise estatística são as mesmas decritas no capítulo 3.

2.3 Resultados e Discussão

A composição químico-bromatológica do sucedâneo lácteo e concentrado (Tabela 4.1) mostra que a suplementação com os aminoácidos aumentou o teor de proteína bruta do sucedâneo suplementado para fornecimento diário de 4 L e do concentrado inicial suplementado. A porcentagem de matéria mineral aumentou no sucedâneo suplementado para o fornecimento diário de 8 L.

Não houve efeito significativo da suplementação com lisina e metionina ou da interação da suplementação com a idade dos animais para o peso corporal ($P>0,05$). No entanto, houve efeito significativo da idade para este parâmetro ($P<0,0001$), havendo aumento do peso corporal ao longo das semanas, uma vez que os animais estavam em período de crescimento (Tabela 4.2).

O peso corporal apresentou-se crescente após a segunda semana de vida dos bezerros, independente do tratamento, podendo ser observado uma estabilização no peso corporal entre a sexta e oitava semana (Figura 4.2), período que a dieta líquida volta a ser restrita a 4 L/d; e nova inclinação com aumento do peso corporal após o desaleitamento, quando o consumo de concentrado inicial e taxas de ganho de peso aumentaram (Tabela 4.2). O peso corporal dos animais ao desaleitamento está abaixo do observado em outros estudos com fornecimento de maiores quantidades de dieta líquida (RAETH-KNIGHT et al., 2009; RINCKER et al., 2011; MARGERISON et al., 2013) como nesse estudo; esse menor peso corporal ao desaleitamento se dá pela baixa taxa de ganho de peso durante a fase de aleitamento.

Tabela 4.2 - Desempenho de bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina via do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo em sistema programado de aleitamento

	Tratamentos*			EPM	P<**		
	Controle	Conc Lis:Met	Suc Lis:Met		T	I	TxI
Peso corporal, kg							
Inicial	37,58	37,85	37,96	1,08	0,94	<,0001	--
Ao desaleitamento	47,44	49,04	47,29	1,25	0,93	<,0001	--
10ª semana	54,70	58,32	52,88	1,87	0,48	<,0001	--
Média do período total	44,02	45,44	44,41	1,09	0,64	<,0001	0,11
Ganho de peso, g/d							
Período de aleitamento	193,9	232,0	151,7	34,44	0,27	<,0001	0,18
Após desaleitamento	553,5 ab	676,1a	344,0 b	83,70	0,03	0,016	0,08
Consumo de concentrado, g/d							
Ao desaleitamento	306,0	348,3	180,2	68,21	0,22	<,0001	--
10ª semana	1502,7a	1615,6a	1235,1b	94,41	0,01	<,0001	--
Consumo total, gMS/d							
Período de aleitamento	793,7	850,2	787,6	20,98	0,08	<,0001	0,08
Após desaleitamento	1293,5a	1341,3a	950,6b	90,69	0,01	<,0001	0,33
Eficiência alimentar, GPD: CTMS							
Período de aleitamento	0,18	0,19	0,08	0,04	0,21	<,0001	0,25
Após desaleitamento	0,42	0,45	0,32	0,08	0,49	0,748	0,11

*Controle: dieta sem suplementação com aminoácidos; Conc Lis:Met: comcentrado inicial suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d); Suc Lis:Met: sucedâneo lácteo suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d)
**T: efeito de Tratamento; I: efeito de Idade (semana); TxI: Interação Tratamento x Idade
ab: letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística (P<0,05)

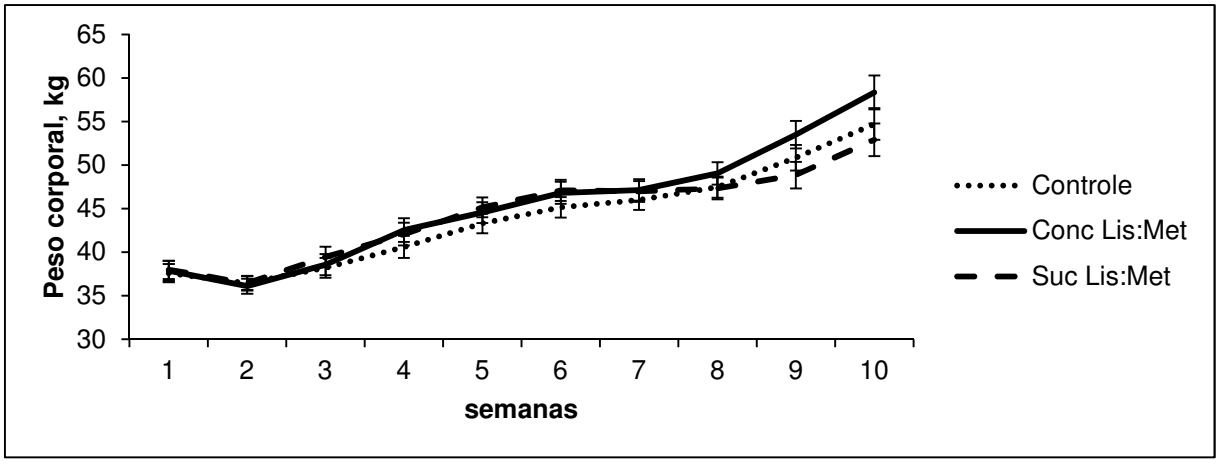

Figura 4.1 - Peso corporal de bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina via do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo em sistema programado de aleitamento

Durante o período de aleitamento, não houve efeito (P>0,05) da suplementação com lisina e metionina no concentrado inicial ou sucedâneo lácteo, para o ganho de peso. Não houve efeito também para a interação suplementação e a idade dos animais (P>0,05), mas houve efeito apenas para a idade (P<0,0001), conforme esperado para animais em crescimento. O ganho de peso dos bezerros durante a fase inicial, independente do tratamento, foi abaixo do esperado para animais submetidos ao sistema de aleitamento programado (Tabela 4.2). O objetivo deste sistema é fornecer maior volume de dieta líquida, principal fonte de nutrientes para bezerros pré-ruminantes, de forma a maximizar as taxas de ganho de peso corporal. No entanto, como o consumo de concentrado inicial é proporcionalmente inverso ao consumo de dieta líquida, neste sistema há a redução do volume ofertado de sucedâneo aos animais antes do desaleitamento para estimular o consumo de concentrado inicial, garantindo boas taxas de ganho logo após o desaleitamento.

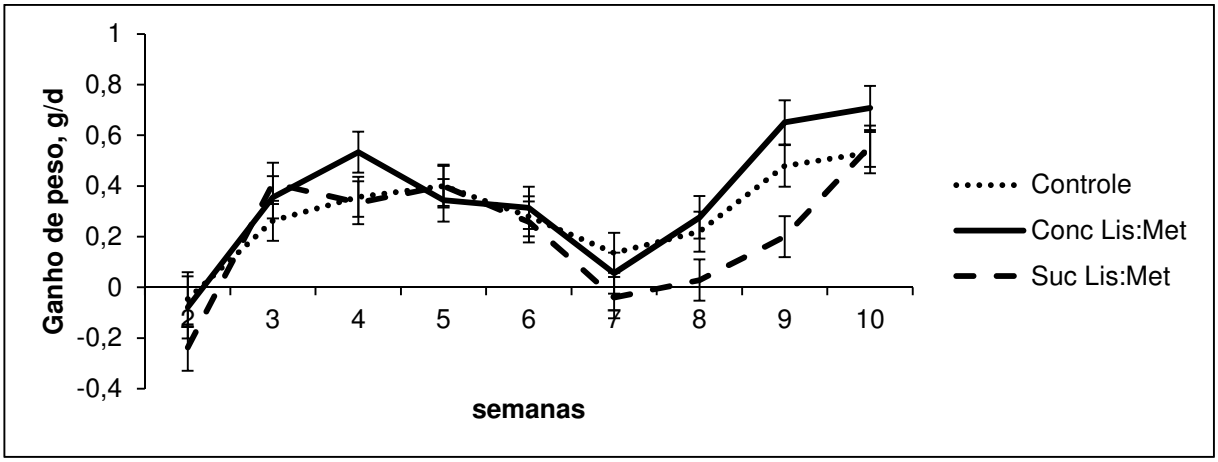

Figura 4.2 - Ganho de peso em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina via do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo em sistema programado de aleitamento

O ganho de peso corporal esperado durante a fase de aleitamento em sistemas convencional de aleitamento é de aproximadamente 350 g/d (NRC, 2001), já em sistemas com maior fornecimento de dieta líquida, como o realizado neste estudo, o esperado são taxas de ganhos maiores que 600 g/d, como o observado em muitos estudos. No estudo de Rincker et al. (2011), bezerros submetidos ao sistema intensivo de aleitamento apresentaram ganho de peso diário de 640 g, mas com o fornecimento de sucedâneo lácteo com 30,6%PB e 16,1% EE. Khan et al. (2009) também observaram maior ganho de peso em bezerros submetidos ao sistema programado.

No entanto, o ganho de peso dos animais suplementados via concentrado inicial apresentou-se dentro do esperado na quarta semana, voltando a ganho de peso menor que o esperado na semana seguinte (Figura 4.2). Hill et al. (2009) em estudo onde o volume de dieta líquida fornecido foi menor que o utilizado no presente estudo, observaram maior ganho de peso em bezerros recebendo sucedâneo lácteo suplementado com lisina e metionina que os observados neste estudo. Em estudo com dieta líquida semelhante a utilizada no presente estudo, Hill et al. (2010) observaram ganho de peso de 430g/d, valor aproximadamente duas vezes maior que a maior média de ganho de peso do período de aleitamento observada neste estudo. Khan et al. (2007), em estudo fornecendo leite integral em sistema programado, também observaram maiores taxas de ganho de peso para o período de aleitamento, porém, valores de ganhos semelhantes no período pós desaleitamento, em comparação aos observados neste trabalho. Por outro lado, Bach et al. (2013) observaram padrão de variação do ganho de peso semelhante ao apresentado neste estudo, com redução no ganho de peso corporal em bezerros recebendo 8L/d de sucedâneo suplementado com aminoácidos essenciais. Segundo estes autores, a medida que os animais ficaram mais velhos, menor foi o ganho de peso dos bezerros que receberam grande volume de sucedâneo em comparação a animais recebendo quantidade restrita.

Ainda na fase de aleitamento, pode ser observado que os animais tiveram prejuízo no desempenho com a diminuição da dieta líquida. Os bezerros que receberam o sucedâneo suplementado perderam peso entre a sexta e sétima semana, e os animais que receberam o concentrado inicial suplementado reduziram as taxas de ganho de peso a 50 g/d. Khan et al. (2007) reportam maior ganho de peso em bezerros submetidos ao sistema programado de aleitamento quando, mesmo no período de redução da dieta líquida, não houve redução na taxa de ganho de peso, resultado do aumento no consumo de concentrado.

Após o desaleitamento, os animais que receberam concentrado inicial suplementado apresentaram maior ganho de peso comparado aos que receberam sucedâneo lácteo suplementado ($P<0,028$), e o ganho de peso do grupo controle não diferiu dos tratamentos com suplementação (Tabela 4.2). Esta diferença no ganho de peso é consequência do consumo de concentrado inicial, já que os bezerros que receberam concentrado inicial suplementado apresentaram ingestão adequada para o desaleitamento, enquanto os animais que receberam o sucedâneo

suplementado alcançaram o consumo adequado apenas na nona semana de vida (Figura 4.3).

Não houve efeito da suplementação ou da interação suplementação e idade dos animais para o consumo de concentrado inicial durante o período de aleitamento. No entanto, houve efeito significativo da suplementação (P<0,05) e efeito da idade (P<0,0001) no pós-desaleitamento. Entretanto, mesmo havendo efeito da via de suplementação de aminoácidos, não houve efeito positivo da suplementação do concentrado com lisina e metionina, uma vez que os animais apresentaram consumo semelhante ao observado em animais não suplementados (Tabela 4.2). O consumo de concentrado apresentou-se abaixo do esperado para a fase de aleitamento, com quantidade insuficiente para a realização de adequado processo de desaleitamento na oitava semana de vida (Figura 4.3).

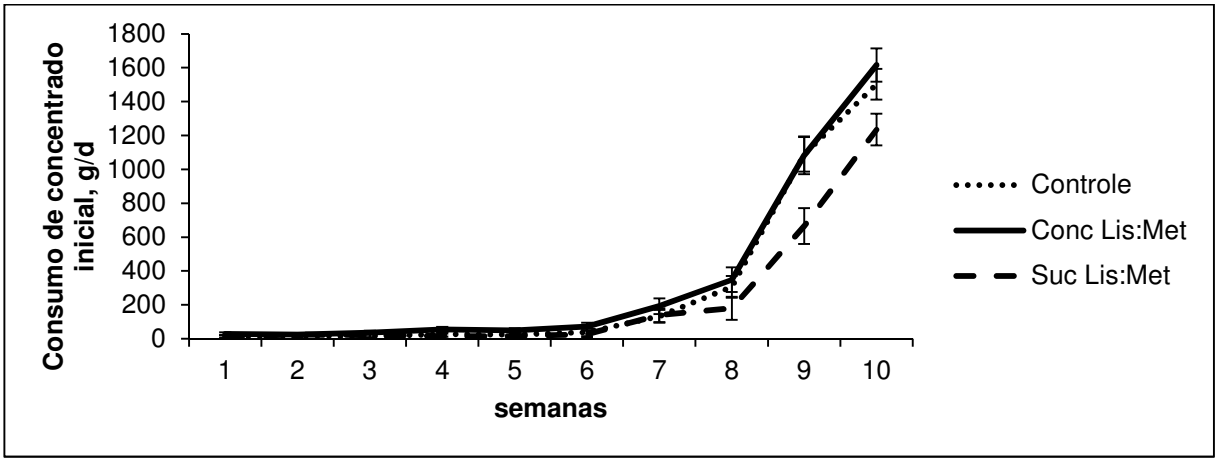

Figura 4.3 - Consumo de concentrado inicial de bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina via do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo em sistema programado de aleitamento

Quigley (1996) recomenda realizar o desaleitamento quando o consumo de concentrado inicial atingir 680 a 700 g/dia, de forma a não causar prejuízos ao desempenho dos bezerros. Durante a fase de aleitamento, foi ofertado alto volume de sucedâneo (8L/d) da segunda a sexta semana de vida (Figura 4.4), o que proporcionou aos animais, alto consumo de matéria seca total (Figura 4.5). No entanto, uma vez que o consumo de concentrado está inversamente relacionado ao consumo de dieta líquida, o fornecimento de 8L/d reduziu o consumo de concentrado. Após a redução da dieta líquida para 4L/d era esperado rápido aumento no consumo de concentrado nas semanas subsequentes, para suprir as exigências do animal, já que a redução do sucedâneo diminuiu o CMS de 800g/d

para 400g/d. No entanto, embora o consumo de concentrado tenha aumentado após a redução da dieta líquida, este aumento não foi suficiente para atingir o consumo recomendado até o desaleitamento e garantir bom desempenho (Figura 4.3).

Quigley et al. (1985) observaram o consumo de concentrado inicial em bezerros recebendo dieta suplementado com aminoácidos essenciais inversamente relacionado com o consumo diário de lisina. Por outro lado, mesmo com o consumo abaixo do indicado para o desaleitamento, não houve prejuízo no desempenho dos bezerros com perda de peso após o desaleitamento (Figura 4.2). A suplementação de lisina e metionina via sucedâneo reduziu o consumo de concentrado após o desaleitamento ($P<0,05$; Tabela 4.2). Estudos mostram que a inclusão de metionina na dieta pode reduzir o consumo, por diminuir a palatabilidade da dieta (MULLER; RODRIGUEZ, 1975). No entanto, este comportamento não foi observado neste estudo, uma vez que o consumo do concentrado para animais suplementados por esta via foi semelhante ao dos animais não suplementados.

No estudo de Hill et al. (2009), sobre diferentes teores de proteína no sucedâneo suplementado com lisina e metionina, entre outros aminoácidos, foi observado menor consumo de concentrado que no presente trabalho durante a fase de aleitamento. No entanto, após o desaleitamento estes autores observaram maior consumo de concentrado que o observado neste estudo entre os animais suplementados no concentrado e os não suplementados. Khan et al. (2007) reportam consumo crescente de concentrado em bezerros no sistema programado recebendo 8 L/d de leite integral, chegando ao desaleitamento com o consumo de concentrado superior ao recomendado. Hill et al. (2007) observaram maior consumo de concentrado inicial após o desaleitamento em bezerros recebendo sucedâneo suplementado com lisina e metionina. No entanto, Khan (2011), relata que bezerros com alto fornecimento de dieta líquida apresentam baixo consumo de concentrado inicial durante a fase de aleitamento.

A suplementação com aminoácidos não afetou a eficiência alimentar no período de aleitamento e após o desaleitamento (Tabela 4.2), do mesmo modo, a interação suplementação com a idade dos animais não foi significativa ($P>0,05$). Porém, houve aumento na eficiência alimentar com a idade dos animais durante o período desaleitamento. O valor da eficiência alimentar está abaixo do esperado para animais que receberam alto volume de sucedâneo. No entanto, como esse parâmetro é uma relação entre o ganho de peso e o consumo de matéria seca, e o

ganho de peso foi menor do que o esperado, a baixa eficiência alimentar é justificada. No estudo de Hill et al. (2009), a eficiência alimentar observada durante a fase de aleitamento foi superior ao observado neste estudo; por outro lado, no período após o desaleitamento a eficiência foi semelhante.

Já o consumo total de matéria seca não foi afetado (P>0,05) pela suplementação durante o período de aleitamento, no entanto, após o desaleitamento houve efeito da suplementação (P<0,05). Os animais suplementados no sucedâneo apresentaram menor consumo de matéria seca após o desaleitamento, sendo que este efeito pode estar associado ao maior tempo exigido para que estes animais se adaptassem a nova dieta. Houve efeito de idade (P<0,0001) nos dois períodos, mas a interação suplementação e a idade não foi significativa (P>0,05; Tabela 4.2).

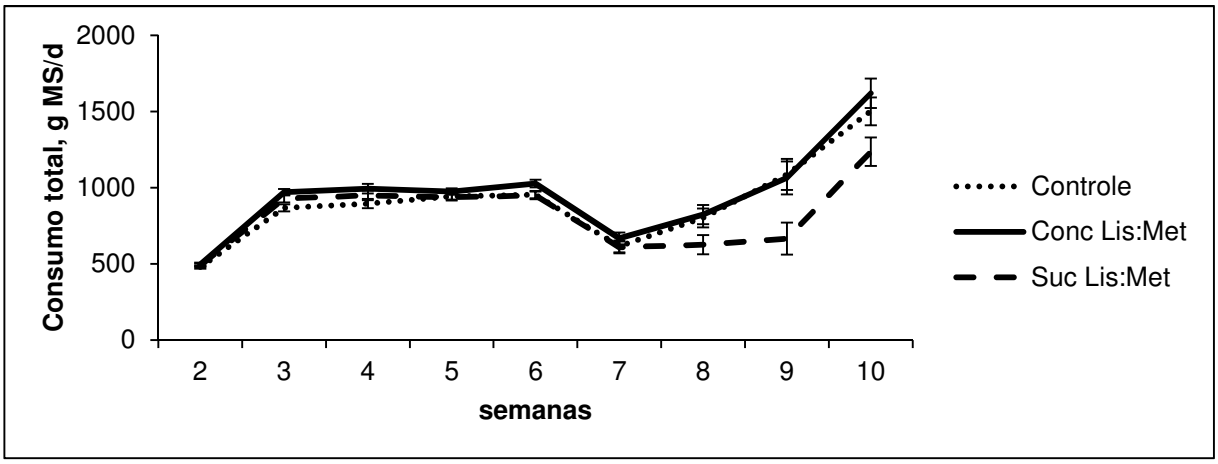

Figura 4.5 - Consumo de matéria seca total de bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina via do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo em sistema programado de aleitamento

Assim como o peso corporal, as medidas de crescimento (Tabela 4.3) altura na cernelha, perímetro torácico e largura da garupa não foram afetadas pela suplementação com aminoácidos, independentemente da via de fornecimento (P>0,05). Como esperado, houve efeito significativo (P<0,05) de idade para estes parâmetros, com aumento nas medidas ao longo das semanas.

Tabela 4.3 - Desempenho de bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina via do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo em sistema programado de aleitamento

	Tratamentos*			EPM	P<**		
	Controle	Conc Lis:Met	Suc Lis:Met		T	I	TxI
Altura na cernelha, cm	81,8	81,1	81,9	0,43	0,38	<,0001	0,47
Perímetro torácico, cm	81,3	81,4	81,5	0,60	0,95	<,0001	0,67
Largura da garupa, cm	22,8	22,8	22,9	0,18	0,84	<,0001	0,77
Ganhos, cm/sem							
Altura na cernelha	0,64	0,76	0,65	0,41	0,98	0,447	0,63
Perímetro torácico	1,09	1,44	0,96	0,18	0,18	<,0001	0,70
Largura da garupa	0,33	0,30	0,31	0,03	0,89	<,0001	0,49

*Controle: dieta sem suplementação com aminoácidos; Conc Lis:Met: concentrado inicial suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d); Suc Lis:Met: sucedâneo lácteo suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d)
**T: efeito de Tratamento; I: efeito de Idade (semana); TxI: Interação Tratamento x Idade
ab: letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística (P<0,05)

Os ganhos de altura na cernelha, perímetro torácico e largura da garupa, também não apresentaram diferença significativa (P>0,05) em função da suplementação ou sofreram efeito da interação Tratamento x Idade. Houve apenas efeito significativo da idade (P<0,0001) para estes parâmetros, como esperado em animais que estão na fase de crescimento. A média de ganho semanal para altura na cernelha está abaixo do encontrado na literatura, com valores próximos a 1,2 - 1,4 cm/sem (HOFFMAN, 1997, HEINRICHS et al., 2003). Hill et al. (2009) também observaram ganhos de altura na cernelha de 1,4 cm/sem em estudo realizado com a suplementação da dieta com lisina, metionina e treonina. Por outro lado, Lee et al. (2009) observaram valores semelhantes de ganho de altura na cernelha, perímetro torácico e largura da garupa ao encontrados neste experimento.

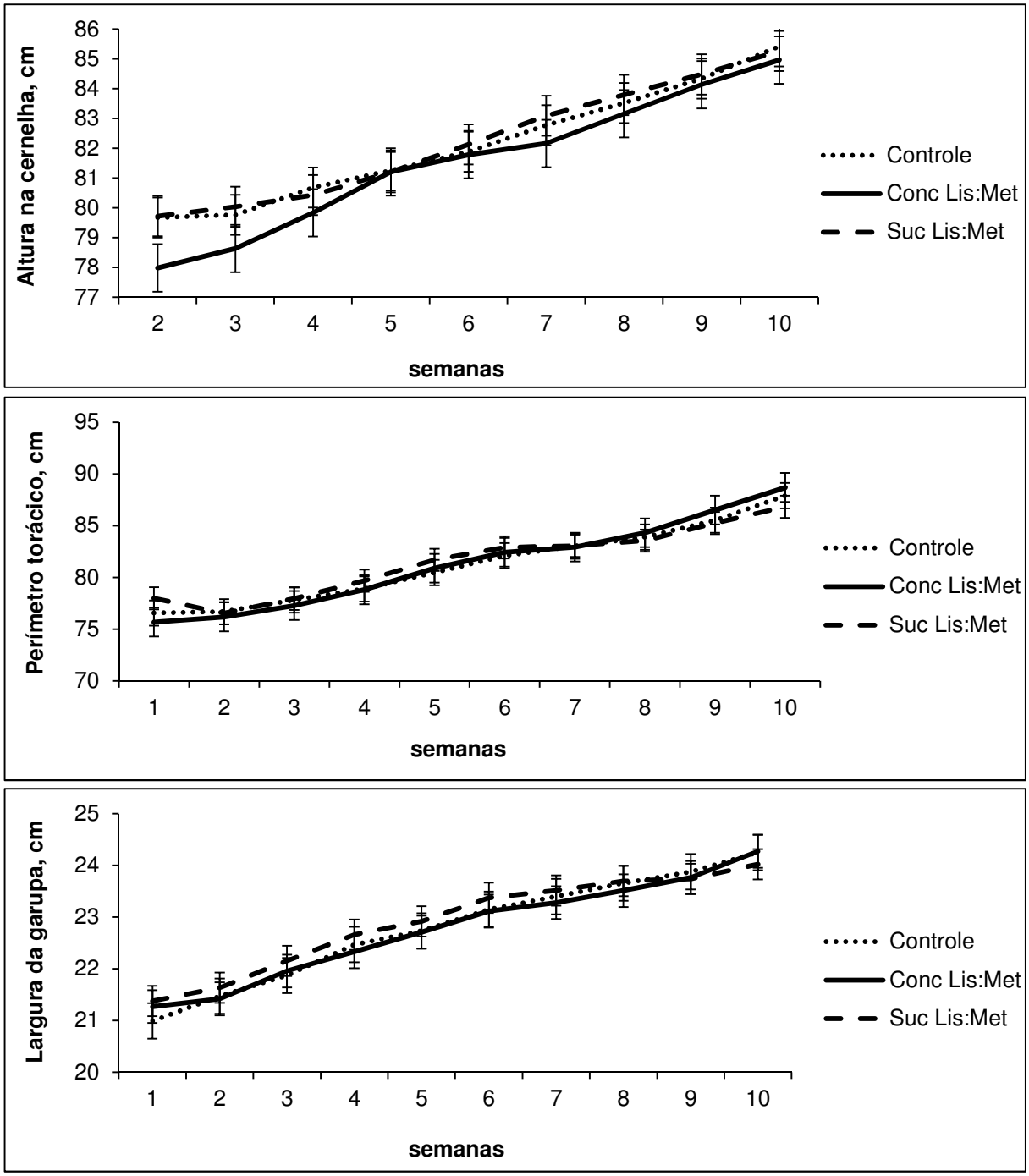

Figura 4.6 - Altura na cernelha, perímetro torácico e largura da garupa de bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina via do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo em sistema programado de aleitamento

O escore fecal é um fator importante que está relacionado com o desempenho de bezerros durante a fase de aleitamento. Quanto menor o período de acometimento por diarreia, maior a possibilidade de que todo o seu potencial de crescimento seja expresso. Durante o período com diarreia o animal normalmente diminui o consumo de matéria seca; com menor ingestão de sucedâneo lácteo e

consumo de concentrado, o que pode afetar negativamente o ganho de peso e o crescimento esquelético em bezerros, com perda de peso ou menores taxas de crescimento, respectivamente. O escore fecal não foi afetado pela suplementação com lisina e metionina (P<0,05), não havendo também efeito da interação suplementação e idade dos animais para este parâmetro. Apenas durante a segunda e a terceira semana todos os grupos apresentaram médias de escore acima de 2, o que é considerado como diarreia (Figura 4.7). Passado este período a incidência de diarreia foi diminuindo sendo que todos os bezerros, independente do tratamento, apresentaram escore fecal médio inferior a 2 indicando que os animais não apresentavam diarreia.

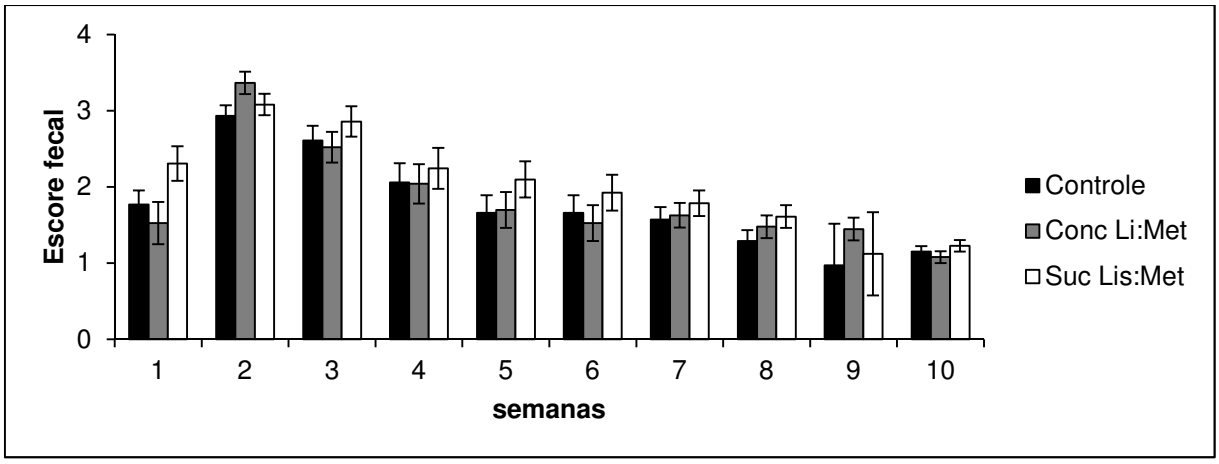

Figura 4.7 - Escore fecal bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina via do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo em sistema programado de aleitamento

Associado ao desempenho, medido por peso corporal, consumo ou crescimento esquelético, estão às medidas metabólicas avaliadas no sangue. Essas análises foram realizadas apenas nas semanas 2, 4, 6, 8 e 10. A concentração plasmática de glicose, BHBA e N-ureico não foram afetadas pela suplementação com lisina e metionina (P>0,05), e não houve efeito da interação tratamento e idade para estes parâmetros. No entanto, houve efeito significativo da idade (P<0,0001), com mudança nas concentrações ao longo das semanas. Do mesmo modo, não houve efeito (P>0,05) da suplementação com lisina e metionina para os metabólitos séricos albumina, proteína total e fosfatase alcalina ou da interação suplementação e idade. Mas, houve efeito da idade também para estes parâmetros (P<0,0001; Tabela 4.4). Infelizmente são escassos os dados de parâmetros sanguíneos de bezerros aleitados de acordo com o sistema programado com dietas suplementadas com lisina e metionina.

Tabela 4.4 - Concentração de metabólitos em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina via do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo em sistema programado de aleitamento

	Tratamentos*			EPM	P<**		
	Controle	Conc Lis:Met	Suc Lis:Met		T	I	TxI
Glicose, mg/dL	91,70	90,81	87,19	2,31	0,22	<,0001	0,62
BHBA, mmol/L	0,091	0,095	0,082	0,01	0,48	<,0001	0,86
Fosfatase Alcalina, U/L	126,94	127,65	103,52	9,93	0,17	<,0001	0,08
Creatinina, mg/dL	0,83	0,80	0,84	0,03	0,73	<,0001	0,13
Proteína total, g/dL	5,64	5,69	5,59	0,09	0,76	<,0001	0,64
Albumina, g/dL	2,72	2,78	2,75	0,04	0,71	<,0001	0,84
N-ureico, mg/dL	10,88	10,09	10,37	0,47	0,48	<,0001	0,93

*Controle: dieta sem suplementação com aminoácidos; Conc Lis:Met: concentrado inicial suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d); Suc Lis:Met: sucedâneo lácteo suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d)
**T: efeito de Tratamento; I: efeito de Idade (semana); TxI: Interação Tratamento x Idade
ab: letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística (P<0,05)

A concentração plasmática de glicose nos animais suplementados com lisina e metionina apresentou-se crescente entre a segunda e quarta semana de vida dos bezerros (Figura 4.8), como esperado para bezerros que recebem alto volume de dieta líquida. Segundo Khan et al. (2011), é comum observar aumento na concentração de glicose em bezerros alimentados com grande volume de leite ou sucedâneo lácteo. Este aumento pode reduzir o consumo de concentrado inicial por meio de fatores químicos de saciedade, diminuindo o estímulo para o consumo de concentrado. Bach et al. (2013) observaram valores semelhantes de glicose em bezerros recebendo 8 L/d de sucedâneo lácteo. Khan et al. (2007a, 2007b) observaram a mesma variação da concentração de glicose em bezerros no sistema programado, com concentração elevada de glicose plasmática no período de maior fornecimento da dieta líquida. Segundo Huber (1969), esse aumento na concentração de glicose nas primeiras semanas de vida do bezerro ocorre pela ingestão de lactose, e após a quarta semana essa concentração tende a diminuir em consequência da diminuição da atividade da lactase no intestino, efeito que pode ser observado neste estudo (Figura 4.8).

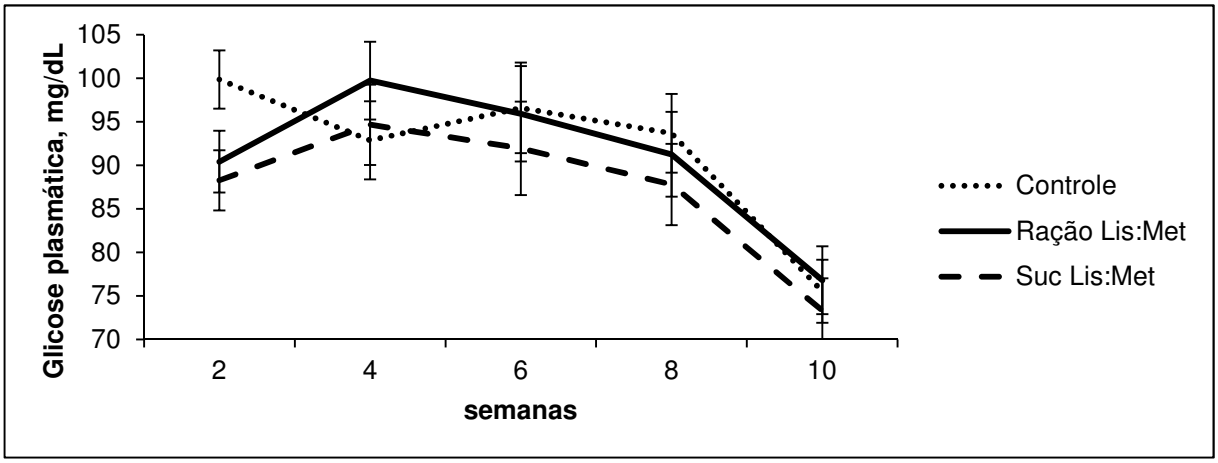

Figura 4.8 - Concentração plasmática de glicose em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina via do concentrado inicial ou sucedâneo lácteo em sistema programado de aleitamento

A concentração de glicose diminuiu ao longo das semanas, começando na quarta semana entre os animais que receberam suplementação com lisina e metionina, e na quinta semana para os animais que não receberam suplementação. Esta redução pode ser também um indicativo de desenvolvimento ruminal, principalmente, se ao mesmo tempo ocorre o aumento da concentração de BHBA no plasma. Este metabólito é uma medida de atividade no epitélio do rúmen, decorrente do início do processo de fermentação ruminal, e indica a conversão de butirato a BHBA, e a passagem através da parede ruminal (LANE et al., 2000).

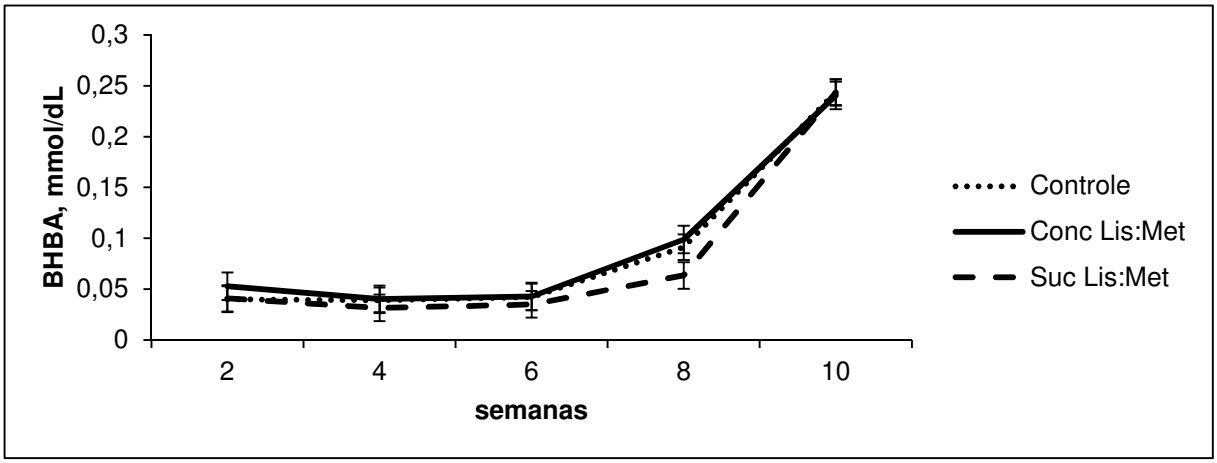

Figura 4.9 - Concentração plasmática de BHBA em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina via concentrado inicial ou sucedâneo lácteo em sistema programado de aleitamento

O BHBA possui forte correlação com o desenvolvimento ruminal e, como pode ser observado na sexta semana, quando ocorre a diminuição do fornecimento

do sucedâneo e o consumo de concentrado inicial aumenta de forma gradativa (Figura 4.3), a concentração de BHBA também aumenta (Figura 4.9). Quigley e Bernad (1992) relatam que o alto consumo de leite, que reduz o consumo de concentrado inicial, diminui a concentração de BHBA no plasma em comparação a animais que apresentam consumo adequado de concentrado, justificando a baixa concentração deste metabólito nos bezerros até a sexta semana de vida.

Após o desaleitamento, a concentração de glicose nos bezerros, independente do tratamento, reduziu a valores próximos aos observados em ruminantes adultos (Figura 4.8). Nessa fase, os AGCC advindo da fermentação ruminal passam a ser a principal fonte energética para o ruminante e não mais a glicose. Como o consumo de concentrado inicial esteve baixo no momento do desaleitamento, a concentração de BHBA também se apresentou baixa (Figura 4.9), indicando a possibilidade de que os animais não estavam preparados anatômica e fisiologicamente para que ocorresse o desaleitamento. Por outro lado, após o desaleitamento o consumo de concentrado inicial aumentou rapidamente e da mesma forma, a concentração de BHBA. Esse resultado demonstra que os animais se adaptaram rapidamente a nova dieta, composta apenas de alimentos sólidos.

Segundo Hill et al. (2010), os principais constituintes do soro utilizados como marcadores de massa corporal são a creatinina e a albumina; enquanto a fosfatase alcalina é marcador de crescimento ósseo. Já a proteína da dieta e balanço energético podem ser avaliados pela proteína total sérica e N-ureico, além da glicose plasmática. No entanto, não foi observado efeito ($P>0,05$) da suplementação para a concentração de fosfatase alcalina, e a interação suplementação e a idade não foi significativa ($P>0,05$). Houve efeito ($P<0,0001$) de idade para a concentração de fosfatase alcalina (Tabela 4.4).

Durante a fase de aleitamento a concentração de fosfatase alcalina foi crescente até a sexta semana (Figura 4.10), período que os animais receberam maior volume de leite. A fosfatase alcalina apresenta relação com crescimento ósseo (WATKINS et al., 2001). Portanto, os valores crescentes de fosfatase alcalina são indicativos de maior crescimento que foram refletidos nas medidas de crescimento corporal esquelético (Figura 4.6). No entanto, ao contrário do esperado este crescimento não esteve relacionado com a suplementação, uma vez que os animais não suplementados apresentaram concentrações semelhantes.

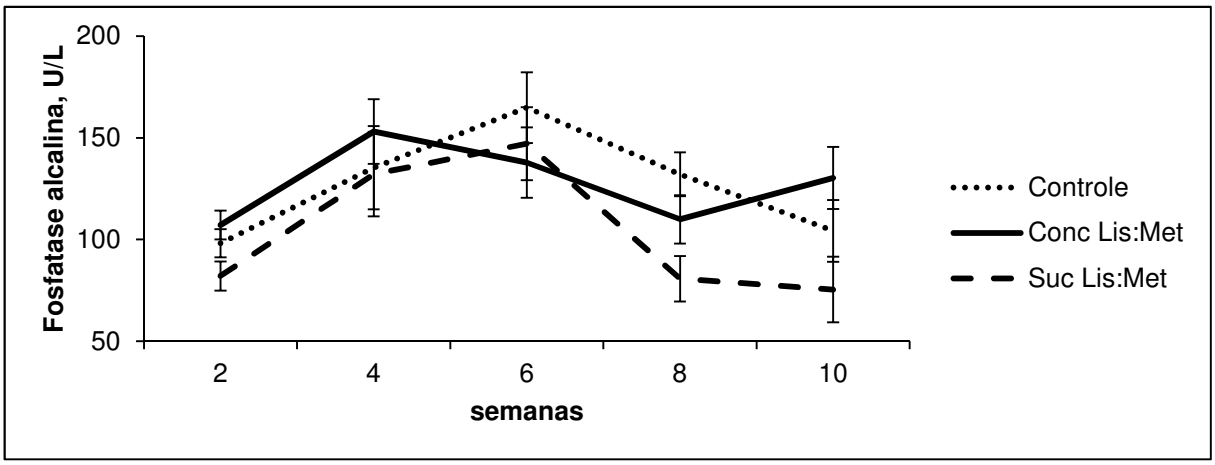

Figura 4.10 - Concentração sérica de fosfatase alcalina em bezerros leiteiros suplementados ou não com lisina e metionina via concentrado inicial ou sucedâneo lácteo em sistema programado de aleitamento

Infelizmente, são escassos os estudos com bezerros em sistema programado de aleitamento com dieta suplementada com lisina e metionina. No entanto, Hill et al (2010) em estudo com bezerros recebendo diferentes volumes de sucedâneo também observaram valores crescente de fosfatase alcalina. Em outro estudo, Hill et al. (2008) observaram maiores concentrações de fosfatase alcalina em bezerros recebendo sucedâneo suplementado com lisina e metionina que as observadas no presente estudo.

Já a creatinina, metabólito associado ao crescimento de tecido magro também não foi afetada (P>0,05) pela suplementação (Tabela 4.4). A interação suplementação e a idade não significativa, entretanto, houve efeito de idade com variações na concentração ao longo das semanas (Figura 4.11).

A concentração de creatinina foi decrescente durante todo o período experimental, independente do tratamento (Figura 4.11). Hill et al. (2010) observaram valores semelhantes de creatinina em bezerros recebendo diferentes volumes de sucedâneo lácteo suplementado com aminoácidos essenciais. Do mesmo modo, estudos com bezerros no sistema programado também encontraram valores decrescentes de creatinina ao longo das semanas (KHAN et al., 2007; KHAN et al., 2009). Por outro lado, ao contrário do observado no presente estudo, Hill et al. (2008) encontraram valores crescentes de creatinina, e na média a concentração de creatinina foi maior que a observada no presente estudo.

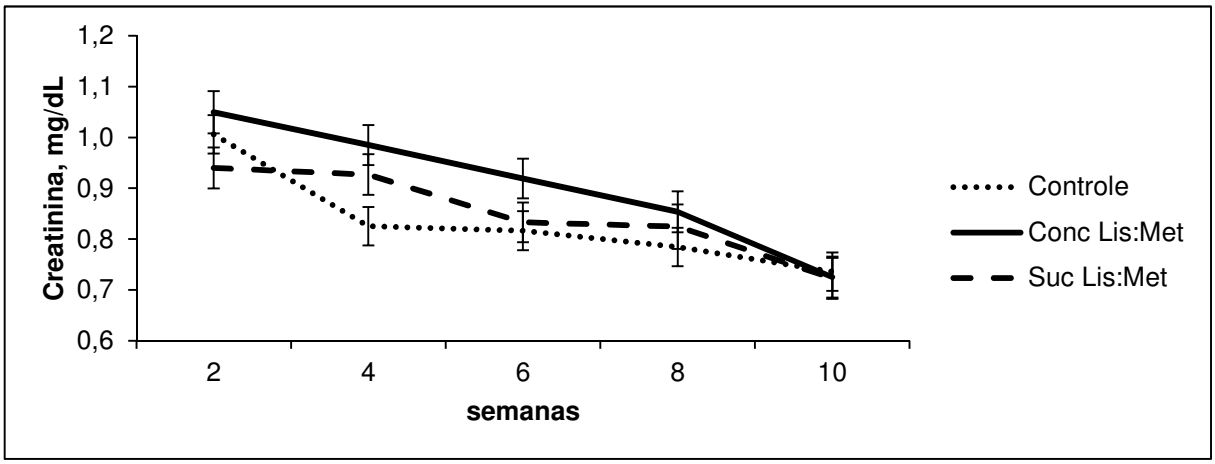

Figura 4.11 - Concentração plasmática de creatinina em bezerros leiteiros suplementados os não lisina via sucedâneo lácteo ou concentrado inicial em sistema programado de aleitamento

A proteína total sérica não foi afetada (P>0,05) pela suplementação, assim como os outros metabólitos avaliados. A interação suplementação e a idade não foi significativa (P>0,05), houve efeito apenas para a idade (P<0,0001). A concentração diminuiu entre a segunda e quarta semana, mantendo-se com pouca variação até o desaleitamento, para os animais suplementados. Após o desaleitamento, a concentração de proteína total foi crescente para os animais suplementados. Os animais não suplementados apresentaram concentração crescente a partir da sexta semana (Figura 4.12). Estes aumentos na concentração de proteína total estão relacionadas ao consumo de concentrado inicial e mudança do metabolismo do bezerro. No estudo de Hill et al. (2008) a concentração média de proteína total de bezerros aleitados com sucedâneo suplementado com lisina e metionina foi menor que a observada no presente estudo. Já no estudo de Quigley et al. (2006) foram observados concentrações maiores de proteína total.

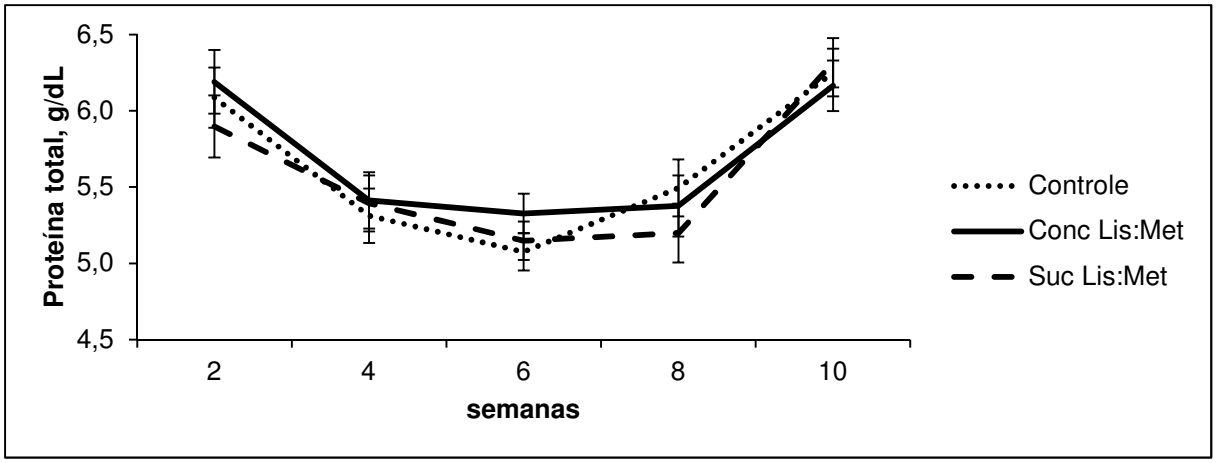

Figura 4.12 - Concentração sérica de proteína total em bezerros leiteiros suplementados os não lisina via sucedâneo lácteo ou concentrado inicial em sistema programado de aleitamento

Do mesmo modo, a concentração de albumina não foi afetada (P>0,05) pela suplementação, nem a interação suplementação e a idade (Tabela 4.4). Houve apenas efeito de idade (P<0,0001). A concentração de albumina tende a ser constante, entretanto, foi decrescente durante a fase de aleitamento, e crescente após a sexta semana (Figura 4.13). Esta variação pode estar relacionada as mudanças que ocorreram na dieta, após a sexta semana a dieta líquida foi reduzida. Assim, os animais passaram a apresentar consumo crescente de concentrado inicial. No entanto, após o desaleitamento as concentrações de albumina foram novamente decrescentes. Khan et al.(2007) observaram valores crescentes de albumina nas primeiras oito semanas de vida de bezerros submetidos ao sistema de aleitamento programado.

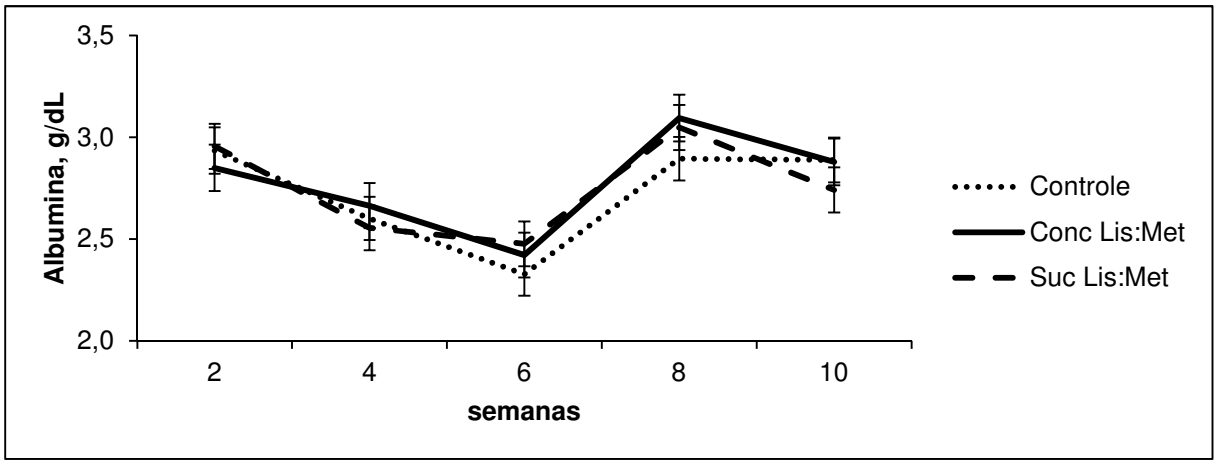

Figura 4.13 - Concentração sérica de albumina em bezerros leiteiros suplementados os não lisina via sucedâneo lácteo ou concentrado inicial em sistema programado de aleitamento

A concentração de N-ureico não foi afetada (P>0,05) pela suplementação com lisina e metionina na dieta (Tabela 4.4), uma vez que concentração de N-ureico foi muito semelhante independente do tratamento. A interação suplementação e a idade também não foi significativa. No entanto, como este parâmetro está associado ao consumo de concentrado e fermentação ruminal, e o consumo de concentrado aumentou ao longo das semanas, houve efeito significativo de idade (P<0,0001).

A concentração de N-ureico aumentou em dois momentos (Figura 4.14), no período que os animais receberam maior volume da dieta líquida e após o desaleitamento, sendo o período que os animais apresentam consumo crescente de concentrado inicial. Segundo Wittner et al. (1993), a concentração de N-ureico no plasma está relacionada com os teores de proteína da dieta e com a degradação de proteína no rúmen de bezerros na fase de transição (QUIGLEY; BERNARD, 1992). Assim, o primeiro aumento está relacionado com o maior volume de dieta líquida, mostrando que os animais responderam de forma positiva, efeito também observado na concentração de fosfatase alcalina (Figura 4.10). Já no segundo momento, o aumento é mais um indicativo de funcionalidade do rúmen. Efeito que também pode ser confirmado pela diminuição da concentração da glicose (Figura 4.8) e aumento na concentração de BHBA (Figura 4.9), que juntos são fortes indicadores de desenvolvimento ruminal. Estudos com animais recebendo alto volume de leite também encontraram maiores concentrações de N-ureico no plasma durante a fase de aleitamento (KHAN et al., 2007; HILL et al., 2010).

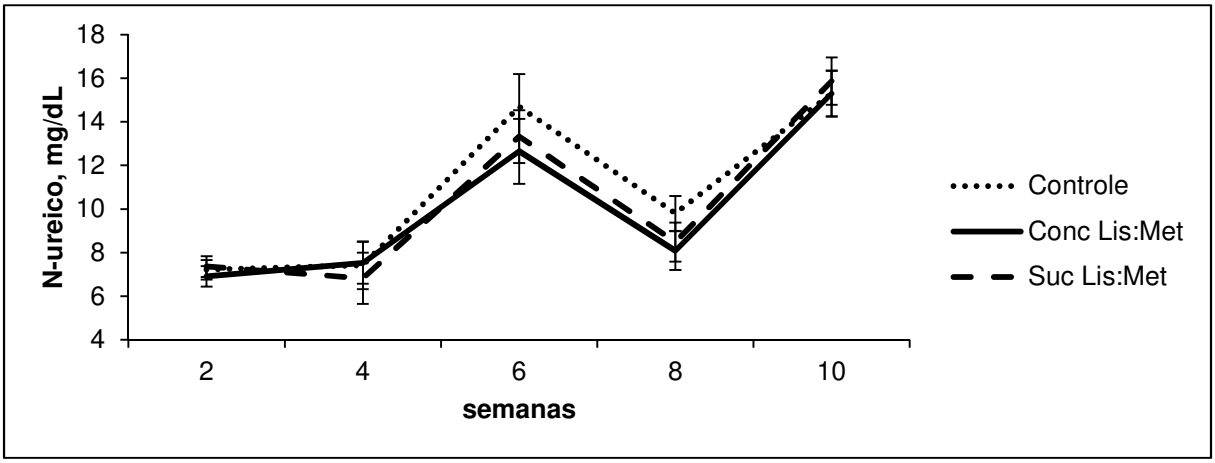

Figura 4.14 - Concentração plasmática de N-ureico em bezerros leiteiros suplementados os não lisina via sucedâneo lácteo ou concentrado inicial em sistema programado de aleitamento

2.4 Conclusão

A suplementação do concentrado inicial para atingir o consumo diário de 17 g de lisina e 5,3 g de metionina não beneficiou o desempenho ou metabolismo de bezerro em sistema programado de aleitamento. A suplementação do sucedâneo lácteo afetou de forma negativa o desempenho dos bezerros no período pós desaleitamento.

Referências

BACH, A.; DOMINGO, L.; MONTORO, C.; TERRE, M. Insulin responsiveness is affected by the level of Milk replacer offered to young calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, p. 4634-4637, 2013.

HEINRICHS, A.J.; JONES, C.M.; HEINRICHS, B.S. Effects of mannan oligasaccharide or antibiotics in neonatal diets on health and growth of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p.4064-4069, 2003

HILL, T.M.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L.; BATEMAN II, H.G. Amino acids, fatty acids, and fat sources for calf milk replacers. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 23, p. 401-408, 2007.

HILL, T.M.; BATEMAN II, H.G.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L. Effect of weaning age of dairy calves fed a conventional or more optimum milk replacer program. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 25, p. 619-624, 2009.

_____. Effect of milk replacer program on digestion of nutrients in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 1105-115, 2010.

HILL,T.M.; BATEMAN II, H.G.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L.; TANAN, K.G. optimal concentrations of lysine, methionine, and threonine in milk replacers for calves less than five weeks of age. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 2433-2442, 2008.

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

HUBER, J.T. Development of the digestive and metabolic apparatus of the calf. J **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 52, p. 1303-1315, 1969.

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.; LEE, H.J.; LEE, W.S.; KIM,H.S.; KIM, S.B.; KI, K.S.; PARK,S.J.; HA, J.K.; CHOI, Y.J. Source evaluation in calf starter: I. Feed consumption, weight gain, structural growth, and blood metabolites. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 5259-5268, 2007.

LANE, M.A.; BALDWIN, R.L.; JESSE, B.W. Sheep rumen metabolic development in response to age and dietary treatments. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 1990-1996, 2000.

LEE, H.J.;KHAN, M.A.; LEE, W.S.; YANG, S.H.; KIM, S.B.; KI, K.S.; KIM, H.S.; HA, J.K.;CHOI, Y.J. influence of equalizing the gross composition of milk replacer to that of whole milk on the performance of Holstein calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 1129-1137, 2009.

MARGERISON, J.K.; ROBARTS, A.D.J.; REYNOLDS, G.W. The effect of increasing the nutrient and amino acid concentration of milk diets on dairy heifer individual fees intake, growth, development, and lactation performance. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, p. 6539-6549, 2013.

MULLER, L.D.; RODRIGUEZ, D. Methionine hydroxyl analog supplementation of low protein calf rations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 58, p. 190-195, 1974.

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

QUIGLEY, J.D.; WOLFE, T.A.; ELASSER, T.H. Effects of additional milk replacer feeding on calf health, growth, and selected blood metabolites in calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.89, p.207-216, 2006.

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

QUIGLEY, J.D.; BERNARD, J.K. Effect of nutrient source and time of feeding on changes in blood metabolites in young calves. **Journal of Animal Science**, Lancaster, v. 70, p. 1543-1549, 1992.

QUIGLEY, D.; SCHWAB, C.G.; HYLTON, W.E. Development of rumen function in calves: nature of protein reaching the abomasums. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, p. 694-702, 1985.

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 on Holstein heifer performance through six months of age during first lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, p. 799-809, 2009.

REECE, W.O. **Dukes fisiologia dos Animais Domésticos**. 12 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2006. 926 p.

RINCKER, L.E.; Van de HAAR, 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.

SANCANARI, J.B.D.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; VIEIRA, P.F.; SEIXAS, J.R.C.; SANTAMARIA, M.; KRONKA, S.N. Efeito da metionina protegida e não protegida da degradação ruminal sobre a produção e composição do leite de vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, p. 286-294, 2001.

WATKINS, B.A.; LI, Y.; ALEEN, K.G.D.; HOFFMANN, W.E.; SEIFERT, M.F. Dietary ratio of polyunsaturated fatty acids alters the fatty acid composition of bone compartments and biomarkers of bone formation en rats. **The Journal of Nutrition**, New York, v. 130, p. 2274-2284, 2000.

3 AVALIAÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO DE LISINA E METIONINA EM ASSOCIAÇÃO COM GLUTAMATO E GLUTAMINA NO SUCEDÂNEO LÁCTEO DE BEZERROS LEITEIROS

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho, saúde intestinal e mudanças metabólicas em bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado com lisina e metionina, associado a 0,6% ou 1% AminoGut (10% de Glutamato e 10% de Glutamina). Foram utilizados 45 bezerros da raça Holandês, em delineamento de blocos distribuídos nos tratamentos: 1) Controle: sem suplementação; 2) AminoGut 0,6%: suplementação de aminoácidos para atingir a dose diária de Lisina 17g/d de e Metionina 5,3 g/d, e adição de 0,6% de AminoGut; 3) AminoGut 1%: suplementação de aminoácidos para atingir a dose diária de Lisina 17g/d de e Metionina (5,3 g/d), e adição de 1% de AminoGut. Os animais foram alojados em abrigos individuais, com livre acesso a água e concentrado inicial. Foram fornecidos 6 L/d de sucedâneo até oitava semana de vida dos bezerros, quando foram desaleitados de forma abrupta. O consumo de concentrado inicial e o escore fecal dos animais foram registrados diariamente. Semanalmente, foram realizadas pesagens e medidas de crescimento corporal. Nas semanas 2, 4, 6, 8 e 10 de vida foram realizadas colheitas de sangue para determinação de metabólitos como marcadores do status protéico dos animais (albumina, proteína total, N-ureico), status energético (glicose e BHBA) e crescimento ósseo (fosfatase alcalina). A suplementação do sucedâneo lácteo com os aminoácidos não afetou (P>0,05) o desempenho ou o metabolismo dos bezerros. Houve interação significativa apenas para o ganho de altura na cernelha (P=0,05) e perímetro torácico (P=0,04). Houve efeito de idade (P>0,0001) para todos os parâmetros avaliados, exceto para o ganho de altura na cernelha. Não houve efeito (P>0,05) da suplementação para o escore fecal. A suplementação do sucedâneo com lisina, metionina em associação a 0,6 ou 1% de AminoGut não alterou o desempenho, a saúde intestinal ou o metabolismo de bezerros leiteiros.

Palavras-chave: Aleitamento; Desempenho; Metabólitos sanguíneos; Sucedâneo

Abstract

The aim of this study was to evaluate the performance, gut health and metabolic changes in dairy calves receiving milk replacer supplemented with lysine and methionine in association with 0.6% or 1% AminoGut (10% de Glutamate e 10% de Glutamine). Forty-five Holstein calves blocked and distributed in the treatments: 1) Control: without supplementation; 2) AminoGut 0.6 %: Supplementation of lysine and methionine to reach consumption of 17 and 5.3 g/d and adding 0.6% AminoGut; 3) AminoGut 1 %: Supplementation of lysine and methionine to reach consumption of 17 and 5.3 g/d and adding 1% of AminoGut. Animals were housed in individual hutches, with free access to water and starter concentrate. Milk replacer (6L/d) was fed until the 8th week of life, when calves were abruptly weaned. The consumption of starter concentrate and fecal score of animals were monitored daily. Calves were weighted and body growth measured weekly. In weeks 2, 4, 6, 8 and 10, blood samples were collected to determine metabolites as markers of animal´s protein

status (albumin, total protein, N-urea), energy status (glucose and BHBA) and bone growth (alkaline phosphatase). Supplementation of milk replacer with amino acids did not affect (P>0.05) the performance nor the metabolism of calves. There was significant interaction only for the gain of wither height (P= 0.05) and heart girth (P= 0.04). There was no effect of age (P>0.0001) for all parameters, except for the gain of wither height. There was no effect (P>0.05) of supplementation for the fecal score. The supplementation of the milk replacer with lysine and methionine in association with 0.6 or 1% AminoGut had no effect on performance, gut health nor metabolism of dairy calves.

Keywords: Blood metabolites; Milk replacer; Performance; Pre-weaning

3.1 Introdução

Um dos maiores gargalos na criação de bezerros é a redução dos custos sem afetar o desempenho. A substituição do leite integral por sucedâneo lácteo e a inclusão de produtos que estimulem o consumo de concentrado inicial, para garantir o desaleitamento precoce, são duas excelentes alternativas.

Uma das poucas desvantagens da substituição do leite integral por sucedâneo lácteo está na composição em aminoácidos destes produtos. Na formulação de sucedâneos, muitas vezes, são adicionadas fontes de proteína não láctea. Assim esses substitutos não conseguem atender as exigências dos bezerros em aminoácidos. Outra dificuldade para adequar esta composição, é que a exigência de aminoácidos essenciais para bezerros ainda não esta claramente definida. No entanto, a recomendação de Hill et al. (2008) de 17 g/d de lisina e 5,3 g/d de metionina tem se mostrado adequada para atender as exigências de bezerros com menos de 5 semanas de idade. Lisina e metionina são os principais aminoácidos limitantes do crescimento (WILLIAMS; HEWITT, 1979; TZENG; DAVIS, 1980; LI et al., 2008; HILL et al., 2008).

Já a inclusão de palatabilizantes na dieta, tem sido utilizada há muitos anos com êxito para aumentar o consumo de alimentos por animais, principalmente na dieta de bezerros leiteiros que possuem grande capacidade de seleção. Uma alternativa de palatabilizante é a inclusão de glutamato e glutamina no sucedâneo. Produtos contendo esses aminoácidos são muito utilizados na nutrição de monogástricos, e além de estimular o consumo, possuem efeitos na redução de distúrbios intestinais como as diarreias. Diarreia é o distúrbio mais comum que

acomete os bezerros nas primeiras semanas de vida, sendo responsável pela diminuição no consumo da dieta, redução no ganho de peso e aumento nos custos com medicamentos.

A glutamina tem a capacidade de restabelecer a mucosa intestinal e diminuir os impactos ocasionados pelos casos de diarreia (REEDS et al., 2000). Já o glutamato, principal constituinte da proteína da dieta (BURRIN; STOLL, 2009), é o aminoácido intracelular mais abundante, podendo ser utilizado na formação de outros aminoácidos responsáveis pela manutenção e integridade da mucosa intestinal. Em suínos, a inclusão de glutamato na dieta tem sido associada a aumento no consumo de ração, e consequentemente aumento na taxa de crescimento corporal (GATEL; GUION, 1990).

Assim é provável que a suplementação de bezerros com glutamato e glutamina, além de estimular o consumo de concentrado inicial e auxiliar na saúde intestinal, possa melhorar o metabolismo de compostos nitrogenados. O glutamato exerce papel fundamental de catabolismo na remoção de nitrogênio de α-amino. A suplementação de glutamato, juntamente com os aminoácidos limitantes, pode ter efeitos aditivos no metabolismo protéico, resultando em maiores taxas de crescimento.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da suplementação do sucedâneo lácteo com lisina e metionina e sua associação com glutamato e glutamina, sobre o desempenho, saúde intestinal e metabolismo de bezerros leiteiros.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Animais e manejo alimentar

O experimento foi desenvolvido no bezerreiro experimental “Evilásio de Camargo” do Depto. de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP/ESALQ, Piracicaba, SP. Foram utilizados 45 bezerros machos inteiros da raça Holandês, provenientes da Fazenda Agrindus Ltda/Descalvado-SP, com idade entre 1 a 4 dias de vida, nascidos no período de 27 de Agosto a 07 de Novembro de 2013. Após o nascimento, os animais foram separados da mãe, e

receberam colostro de acordo com o manejo da fazenda de origem, sendo fornecido no mínimo 2L de colostro na primeira refeição.

Após o transporte para a área experimental, os bezerros foram alojados em abrigos individuais, sendo contidos por corrente e coleira, com livre acesso à água e ao concentrado inicial e passaram a receber 6L/d de dieta líquida constituída de sucedâneo lácteo, divididas em duas refeições (06h50min e 17h), até a oitava semana de vida dos bezerros quando foram desaleitados de forma abrupta.

Tabela 5.1 - Análise bromatológica da dieta de bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado ou não, com lisina e metionina em associação a 0,6 ou 1% de glutamato e glutamina

		Sucedâneo com AminoGut		
	Sucedâneo[1]	0,6%	1%	Concentrado[3]
Matéria seca, %	95,94	95,67	95,96	91,13
Matéria Mineral, %MS	7,84	7,54	7,87	6,56
Proteína bruta, %MS	21,17	22,64	22,70	20,99
Extrato etéreo, %MS	15,58	15,02	14,73	6,11
Energia bruta, cal/g	4.360,12	4.453,12	4.461,04	4.072,03

[1]Sucedâneo lácteo sem suplementação com lisina e metionina; [2]Sucedâneo lácteo suplementado com lisina, metionina e 0,6% de AminoGut, [3]Sucedâneo lácteo suplementado com lisina, metionina e 1% de AminoGut; [4]Concentrado inicial

O sucedâneo comercial escolhido para o experimento foi o Sprayfo Violeta (Sloten do Brasil Ltda., Santos, SP, Brasil; 21,17 PB:15,58 EE, 12,5% de sólidos), tendo em vista adequado teor de proteína e extrato etéreo para este sistema de aleitamento, mas ainda a necessidade de suplementação dos aminoácidos, como determinado no experimento 1.

3.2.2 Delineamento estatístico e tratamentos

Os animais foram distribuídos em blocos, considerando-se o peso corporal dos animais ao chegarem à área experimental, e então submetidos a um dos seguintes tratamentos: 1) Controle: dieta sem suplementação com aminoácidos; 2) AminoGut 0,6%: Suplementação de aminoácidos para atingir a dose diária de Lisina 17g/d de e Metionina 5,3 g/d, correção feita com base na análise do sucedâneo, mantendo-se uma relação Lis: Met de 3,2:1, e adição de 0,6% de AminoGut (10% de

Glutamato e 10% de Glutamina); 3) AminoGut 1%: Suplementação de aminoácidos para atingir a dose diária de Lisina 17g/d de e Metionina (5,3 g/d), correção feita com base na análise do sucedâneo, mantendo-se uma relação Lis: Met de 3,2:1, e adição de 1% de AminoGut (10% de Glutamato e 10% de Glutamina).

A suplementação do sucedâneo lácteo foi realizada adicionando-se em cada saco de 25 kg de sucedâneo 249,6 g de L-lisina (320 g de L-lysine Monohydrochloride 99% pure, Ajinomoto do Brasil Ind. e Com. de Alimentos Ltda),108,9 g L-metionina (110 g de Rhodomet, Adisseo) e 143 g de AminoGut para o tratamento AminoGut0,6% ; e 249,6 g de L-lisina (320 g de L-lysine Monohydrochloride 99% pure, Ajinomoto do Brasil Ind. e Com. de Alimentos Ltda), 108,9 g L-metionina (110 g de Rhodomet, Adisseo) e 240 g de AminoGut para o tratamento 1%. A homogeneização dos aminoácidos ao sucedâneo lácteo foi realizada com o auxílio de Misturador Y.

As análises bromatológicas, desempenho e crescimento corporal, monitoramento do escore fecal, colheita de sangue e análise estatística são as mesmas decritas no capítulo 3.

3.3 Resultados e discussão

Na composição químico-bromatológica do sucedâneo e concentrado inicial (Tabela 5.1) pode ser observado que a inclusão dos aminoácidos aumentou a porcentagem de proteína bruta no sucedâneo. A porcentagem de extrato etéreo nos sucedâneos suplementados foi menor que no sucedâneo sem suplementação.

Não houve efeito da suplementação de lisina e metionina em associação com glutamato e glutamina ($P>0,05$) para o peso corporal. Também não houve efeito ($P>0,05$) da interação suplementação e idade dos animais. No entanto, como esperado, houve efeito de idade ($P<0,05$), uma vez que os animais estavam em fase de crescimento (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 - Desempenho de bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado ou não, com lisina e metionina em associação a 0,6 ou 1% de glutamato e glutamina

	Tratamentos*			EPM	P<**		
	Controle	AminoGut			T	I	IxT
		0,6%	1%				
Peso corporal, kg							
Inicial	37,0	36,8	38,0	1,3	0,91	<,0001	--
Ao desaleitamento	48,2	48,3	47,2	1,9	0,96	<,0001	--
10ª semana	54,8	56,1	54,8	2,5	0,99	<,0001	--
Média do período	44,9	44,7	44,1	1,5	0,93	<,0001	0,09
Ganho de peso, g/d							
Período de aleitamento	246,8	270,6	218,7	48,3	0,76	0,161	0,20
Após desaleitamento	430,7	548,4	560,2	79,2	0,42	0,0004	0,23
Consumo de concentrado, g/d							
Período de aleitamento	61,0	106,7	94,2	23,3	0,36	<,0001	0,05
Após o desaleitamento	925,5	1085,10	1008,8	143,1	0,73	0,001	0,27
Consumo total, gMS/d							
Período de aleitamento	786,5	843,1	806,0	40,6	0,61	0,0005	0,27
Após desaleitamento	926,3	1089,3	1077,8	133,9	0,62	<,0001	0,39
Eficiência alimentar							
Fase de aleitamento	0,31	0,30	0,23	0,04	0,30	0,67	0,29
Pós desaleitamento	0,48	0,46	0,49	0,07	0,96	0,96	0,31

*Controle: dieta sem suplementação com aminoácidos, AminoGut 0,6%: sucedâneo lácteo suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d), e adição de 0,6% de AminoGut contendo 10% de Glutamato e 10% de Glutamina, AminoGut 1%: sucedâneo lácteo suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d), e adição de 1% de AminoGut contendo 10% de Glutamato e 10% de Glutamina
**T: efeito de tratamento, I: efeito de idade (semana), TxI: interação Tratamento x Idade. ab: letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística (P<0,05)

Era esperado que a suplementação com aminoácidos no sucedâneo resultasse em melhoras no desempenho, no entanto, não ocorreu. Estudos mostram que animais recebendo dieta líquida suplementada com lisina e metionina, apresentam maior peso corporal. Além disso, a adição de glutamato e glutamina na dieta está associada a aumento no consumo de matéria seca total e consequentemente melhoras no desempenho (DRACKLEY et al., 2006, LI et al., 2008, HILL et al., 2007).

No entanto, nenhum benefício no peso corporal foi observado durante o período experimental do presente estudo (Figura 5.1). São escassos os estudos com bezerros suplementados com glutamato e glutamina. No entanto, estudo com leitões

na fase de amamentação e desmame recebendo glutamato na dieta reporta aumento no peso corporal (GATEL; GUION, 1990). Da mesma forma, estudo realizado com suínos na fase de desmama, reporta que a adição de 1% de glutamina da proteína de soja na dieta aumenta o peso corporal comparado a animais que não receberam glutamina (WU et al., 1996).

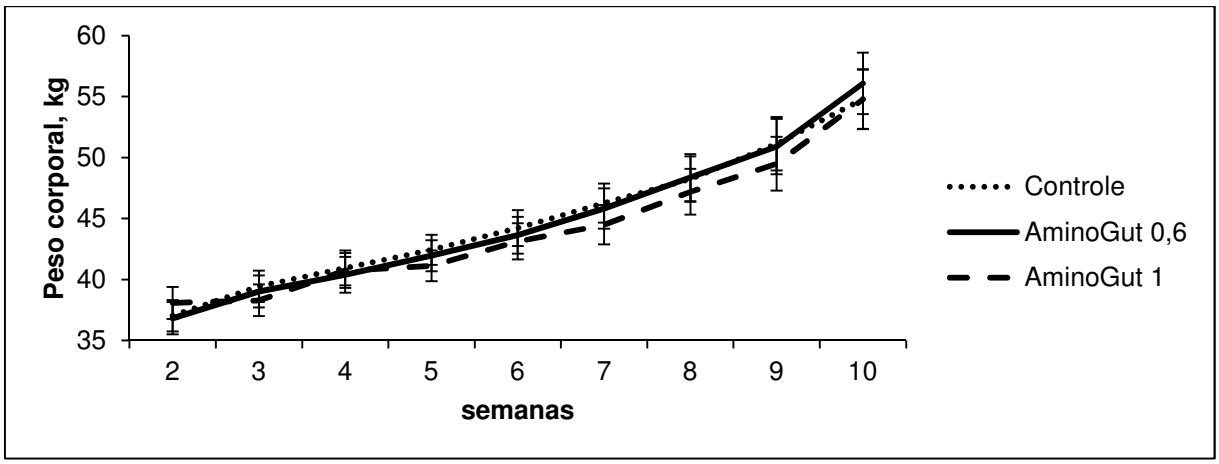

Figura 5.1 - Peso corporal de bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado ou não, com lisina e metionina em associação a 0,6 ou 1% de glutamato e glutamina

A suplementação com lisina, metionina e AminoGut também não apresentou efeito significativo (P<0,05) para o ganho de peso ou efeito significativo (P>0,05) da interação suplementação e idade dos animais. Houve efeito (P<0,0001) apenas para a idade com aumento ou diminuição do ganho de peso dos animais ao longo das semanas. O ganho de peso em bezerros está relacionado com o consumo de matéria seca total, e a inclusão de glutamato e glutamina no sucedâneo tinha como objetivo estimular indiretamente o consumo de concentrado inicial, pela menor incidência de diarreia (Tabela 5.1; Figura 5.4). Waldern e Van Dik (1971) relatam a possibilidade do aumento do consumo de matéria seca por bezerros no período pré e pós desaleitamento pela adição de glutamato na dieta e, consequentemente, melhoras no ganho de peso. Já Drackley et al. (2006) em estudo com bezerros recebendo sucedâneo lácteo com proteína de soja suplementado com L-Glutamina encontraram valores de ganho de peso (282 g/d) próximos aos observados no presente estudo durante a fase de aleitamento.

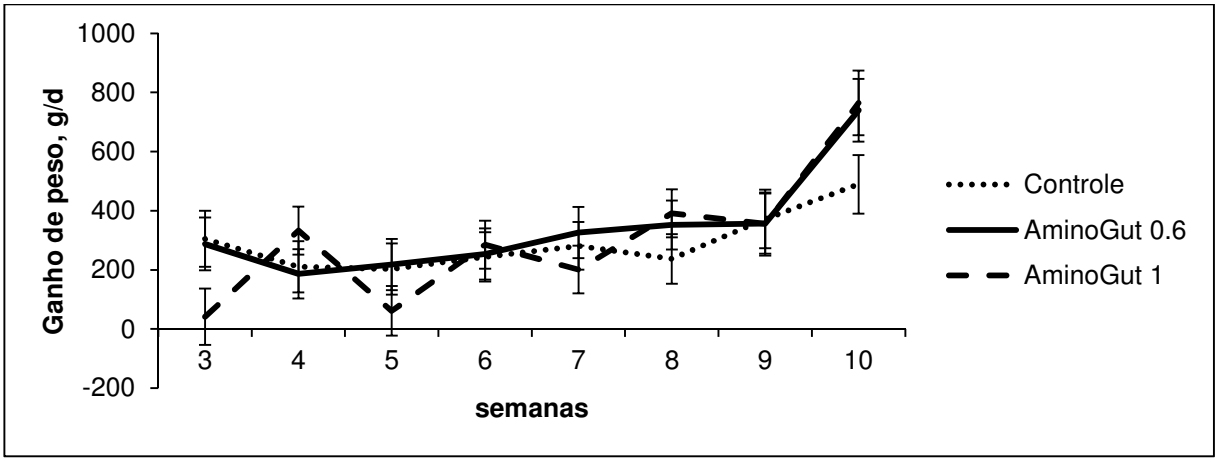

Figura 5.2 - Ganho de peso de bezerros de bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado ou não, com lisina e metionina em associação a 0,6 ou 1% de glutamato e glutamina

O consumo de concentrado inicial, importante parâmetro para a realização do desaleitamento precoce por promover o desenvolvimento ruminal (DAVIS; DRACKLEY, 1998; KIMICIKEWYCZ et al., 2013), não foi afetado pela suplementação com aminoácidos (P>0,05). No entanto, houve efeito (P<0,0001) significativo da idade, o que era esperado uma vez que os animais nessa fase iniciam a ingestão de alimento sólido e este consumo tende a crescer a cada semana. Houve efeito significativo também da interação suplementação com lisina, metionina e AminoGut e a idade dos animais (P<0,05), resultando em maior consumo de concentrado ao desaleitamento em animais suplementados com aminoácidos e AminoGut (Figura 5.3). Waldern e Van Dyk (1971) relatam que a adição de glutamato no concentrado aumenta o consumo deste por suínos, mas diminui em bezerros na fase de aleitamento.

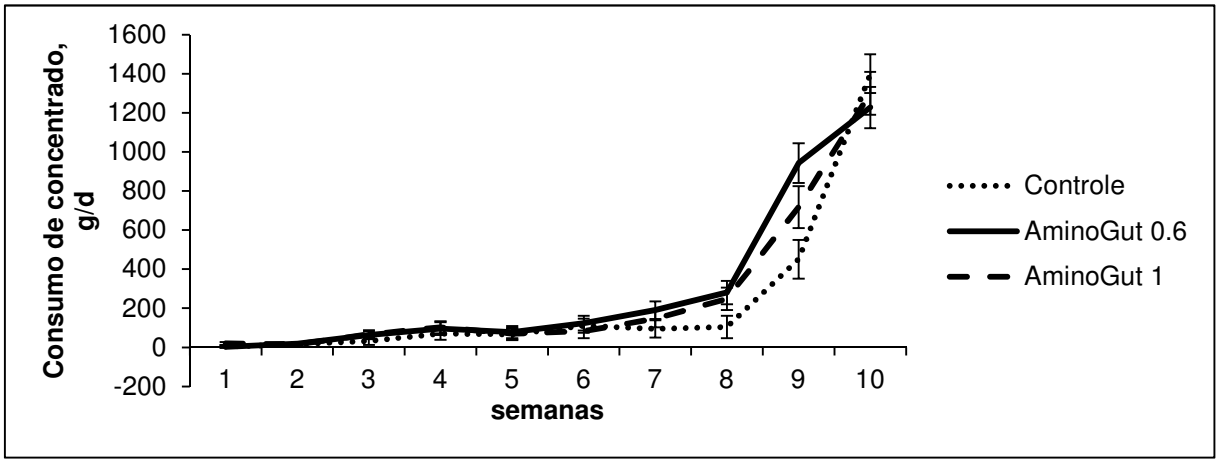

Figura 5.3 - Consumo de concentrado inicial bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado ou não, com lisina e metionina em associação a 0,6 ou 1% de glutamato e glutamina

No entanto, o consumo de concentrado (Tabela 5.2; Figura 5.3), independente do tratamento, foi abaixo do esperado para bezerros durante esta fase (680-700g/d) para adequado desaleitamento (QUIGLEY, 1996). Os animais que receberam sucedâneo suplementado foram desaleitados com o consumo médio menor que a recomendação, muito embora os animais que receberam sucedâneo sem suplementação apresentaram consumo de concentrado inicial ainda menor.

O baixo consumo de concentrado na fase de aleitamento pode estar relacionado ao volume de leite fornecido aos animais. Estudos mostram que quanto maior a ingestão de dieta líquida, menor o consumo de concentrado inicial (KHAN et al., 2007; BACH et al., 2013; SOBERON et al., 2012).

Durante a fase de aleitamento, o consumo total de matéria seca foi muito semelhante entre os animais, independente do tratamento, até a sexta semana (Figura 5.4). Após a sexta semana, os animais aleitados com sucedâneo suplementado apresentaram maior consumo de matéria seca, podendo ser um indicativo de efeito da suplementação, no entanto, essa diferença não foi significativa. Não houve efeito (P>0,05) da suplementação com aminoácidos ou da interação suplementação e a idade dos animais no consumo de matéria seca.

O alto consumo de matéria seca se deu principalmente pelo consumo de sucedâneo lácteo (Figura 5.4), e foi então reduzido quando os animais desaleitados como consequência do baixo consumo de concentrado inicial. Entretanto, os animais responderam rapidamente a nova dieta aumentando novamente o consumo de matéria seca na primeira semana após o desaleitamento.

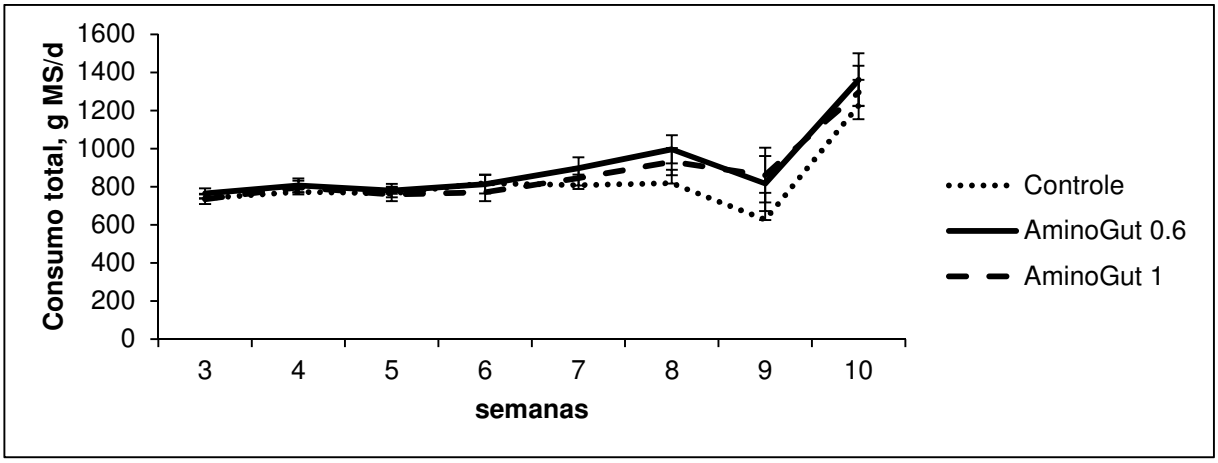

Figura 5.4 - Consumo total de matéria seca de bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado ou não, com lisina e metionina em associação a 0,6 ou 1% de glutamato e glutamina

A eficiência alimentar durante o período de aleitamento ou no período após o desaleitamento não foi influenciada pela suplementação. Do mesmo modo, não houve efeito para a idade ou interação significativa para a eficiência alimentar.

Não houve efeito significativo da suplementação com lisina, metionina e AminoGut ou da interação da suplementação com a idade para altura na cernelha, perímetro torácico e largura da garupa (P>0,05, Tabela 5.3). No entanto, houve efeito significativo para a idade com aumentos nas medidas de crescimento corporal ao longo das semanas (Figura 5.5).

Tabela 5.3 - Altura na cernelha, perímetro torácico e largura da garupa de bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado ou não, com lisina e metionina em associação a 0,6 ou 1% de glutamato e glutamina

	Tratamentos*			EPM	P<**		
	Controle	AminoGut			T	I	IxT
		0,6%	1%				
Altura na cernelha, cm	83,4	82,7	82,5	0,7	0,65	<,0001	0,14
Perímetro torácico, cm	81,7	80,8	80,5	0,8	0,57	<,0001	0,15
Largura da garupa, cm	23,2	22,9	23,0	0,2	0,66	<,0001	0,83
Ganhos, cm/sem							
Altura na cernelha	0,6	0,8	0,7	0,09	0,48	0,266	0,05
Perímetro torácico	1,3	1,2	1,1	0,17	0,85	0,004	0,04
Largura da garupa	0,3	0,3	0,3	0,04	0,82	0,006	0,72

*Controle: dieta sem suplementação com aminoácidos, AminoGut 0,6%: sucedâneo lácteo suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d), e adição de 0,6% de AminoGut contendo 10% de Glutamato e 10% de Glutamina, AminoGut 1%: sucedâneo lácteo suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d), e adição de 1% de AminoGut contendo 10% de Glutamato e 10% de Glutamina
**T: efeito de tratamento, I: efeito de idade (semana), TxI: interação Tratamento x Idade

As medidas de altura na cernelha são semelhantes às encontradas no estudo de Drackley et al. (2006) em bezerros recebendo glutamina no sucedâneo lácteo. No entanto, o perímetro torácico neste mesmo estudo foi maior que o observado no presente trabalho (Tabela 5.3). Por outro lado, estudos mostram melhoras nas medidas de crescimento em bezerros recebendo dieta suplementada com lisina e metionina (HILL et al., 2009, 2010).

Os ganhos semanais de altura na cernelha, perímetro torácico e largura da garupa também não apresentaram efeito da suplementação de aminoácidos e AminoGut. No entanto, a interação suplementação e a idade foi significativa para os ganhos de altura na cernelha e perímetro torácico. Houve efeito de idade para o ganho de perímetro torácico (P=0,04) e largura da garupa (P=0,06). A média de ganho semanal para altura na cernelha está abaixo do encontrado na literatura, com valores próximos a 1,2 - 1,4 cm/sem (HOFFMAN, 1997; HEINRICHS et al., 2003). Stamey et al. (2012) reportaram ganho de altura na cernelha de aproximadamente 1,1 cm/sem durante a fase de aleitamento.

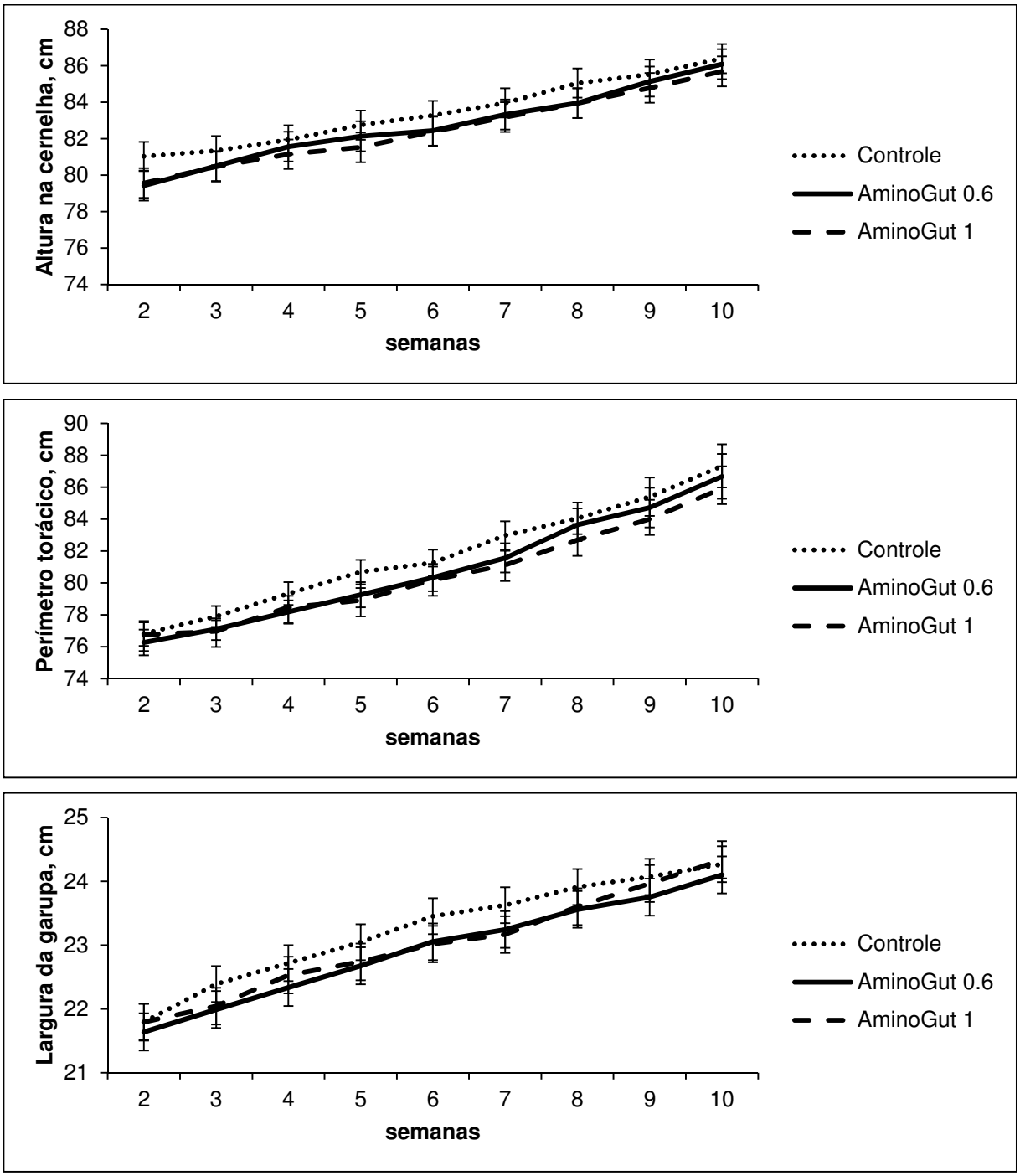

Figura 5.5 - Altura na cernelha, perímetro torácico e largura da garupa de bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado ou não, com lisina e metionina em associação a 0,6 ou 1% de glutamato e glutamina

Nas medidas de desempenho de bezerros na fase de aleitamento o consumo de concentrado inicial reflete nas taxas de ganho de peso e crescimento corporal esquelético, e o parâmetro que possui maior influência no consumo de concentrado inicial é condição de saúde do bezerro. O principal distúrbio que acomete bezerros

na fase inicial da vida são as diarreias. Segundo Von Buenau et al. (2005) a maior incidência de diarreia ocorre entre o sétimo e o décimo dia de vida dos bezerros.

A suplementação com aminoácidos não apresentou efeito benéfico no escore fecal, assim como não houve efeito significativo da interação suplementação e idade dos animais (P>0,05). A incidência de diarreia foi baixa durante o período experimental (Figura 5.6), sendo observada apenas nas primeiras semanas de vida dos animais.

Neste estudo era esperado menor frequência de diarreia nos animais que receberam a suplementação com AminoGut, uma vez que a adição de glutamato e glutamina na dieta geralmente diminui a ocorrência deste distúrbio (REEDS et al., 2000). Segundo Drackley et al. (2006), a glutamina é um importante combustível das células epiteliais do intestino, auxiliando na manutenção da integridade intestinal quando fornecida na dieta para muitas espécies de mamíferos. Estudos com monogástricos mostram que a incidência de diarreia em leitões na fase pós desmama, período de maior incidência em suínos, é reduzida com a inclusão de AminoGut na dieta (GATEL; GUION, 1990; WU et al., 1996).

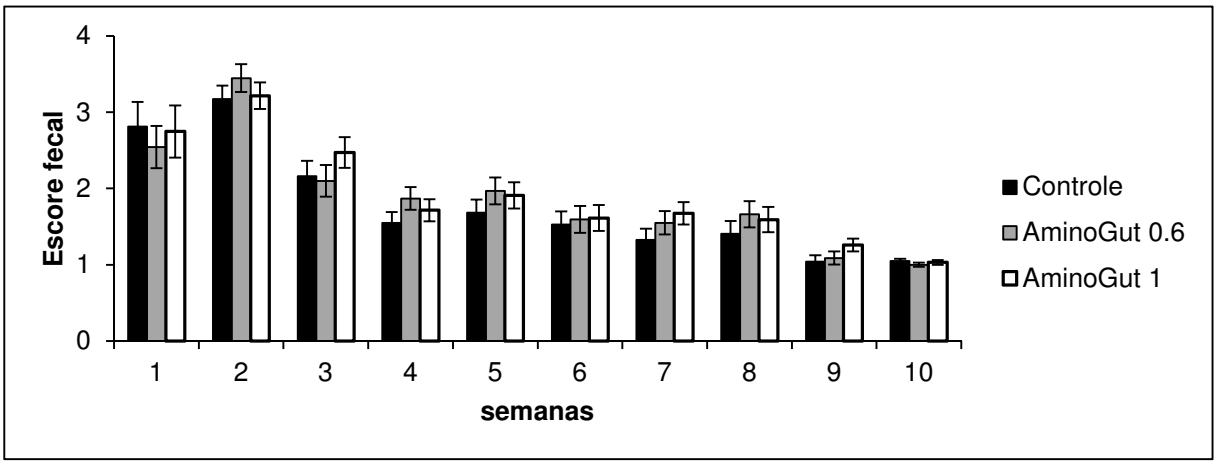

Figura 5.6 - Escore fecal de bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado ou não, com lisina e metionina em associação a 0,6 ou 1% de glutamato e glutamina

Para a glicose plasmática, não houve efeito (P>0,05) da suplementação com aminoácidos. Houve efeito de idade (P>0,0001) com variações na concentração ao longo das semanas; mas, a interação suplementação e a idade não foi significativa (Tabela 5.4).

Tabela 5.4 - Concentração de metabolitos sanguíneos de bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado ou não, com lisina e metionina em associação a 0,6 ou 1% de glutamato e glutamina

	Tratamentos*			EPM	P<**		
	Controle	AminoGut 0,6%	AminoGut 1%		T	I	TxI
Glicose, mg/dL	87,16	89,46	89,28	2,35	0,74	<0,0001	0,26
BHBA, mmol/L	0,095	0,089	0,091	0,005	0,77	<0,0001	0,97
Fosfatase Alcalina, U/L	127,50	122,78	133,75	9,08	0,69	<0,0001	0,49
Proteína total, g/dL	5,64	5,41	5,71	0,11	0,18	<0,0001	0,58
Albumina, g/dL	2,58	2,58	2,58	0,05	0,99	<0,0001	0,16
N-ureico, mg/dL	12,46	12,81	13,15	0,28	0,24	<0,0001	0,75

*Controle: dieta sem suplementação com aminoácidos, AminoGut 0,6%: sucedâneo lácteo suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d), e adição de 0,6% de AminoGut contendo 10% de Glutamato e 10% de Glutamina, AminoGut 1%: sucedâneo lácteo suplementado para atender a exigência Lisina (17g/d) e Metionina (5,3 g/d), e adição de 1% de AminoGut contendo 10% de Glutamato e 10% de Glutamina
**T: efeito de tratamento, I: efeito de idade (semana), TxI: interação Tratamento x Idade

A concentração plasmática da glicose durante o período de aleitamento esteve dentro do esperado para bezerros que recebem maior volume de leite que o convencional (REECE et al., 2006, QUIGLEY et al., 2010). Khan et al. (2007) também observaram concentrações de glicose próximo a 90 mg/dL em bezerros recebendo maior volume de dieta líquida. Quigley et al. (2006) observaram concentrações superiores de glicose para bezerros durante a fase de aleitamento, e redução da mesma após o desaleitamento, como observado no presente estudo (Figura 5.7). No entanto, Silper et al. (2014) observaram menores concentrações de glicose em bezerros aleitados com 6 L/d. Já após o desaleitamento, houve redução na concentração de glicose nos bezerros suplementados, o que pode estar associada ao desenvolvimento ruminal.

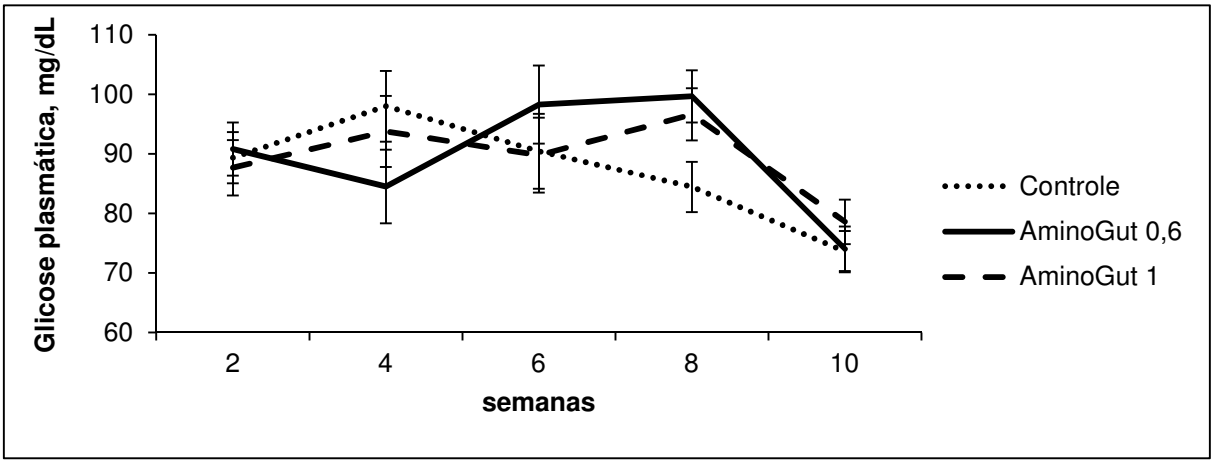

Figura 5.7 - Concentração plasmática de glicose de bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado ou não, com lisina e metionina em associação a 0,6 ou 1% de glutamato e glutamina

A concentração de glicose e BHBA são fortes indicativos de desenvolvimento ruminal em bezerros na fase de transição, ocorrendo aumento na concentração de BHBA e redução na concentração de glicose (LANE et al., 2000). No entanto, estas mudanças estão correlacionadas com o consumo de concentrado inicial, como observado neste estudo.

Entretanto, a concentração de BHBA não apresentou efeito (P>0,05) da suplementação. A interação suplementação e idade também não foi significativa (P>0,05), muito embora tenha ocorrido efeito significativo da idade (P<0,0001). A concentração de BHBA durante a fase de aleitamento foi constante e muito baixa, fator relacionado com o baixo consumo de concentrado (Figura 5.8; Figura 5.3), se elevando rapidamente após o desaleitamento e consequente aumento no consumo de concentrado.

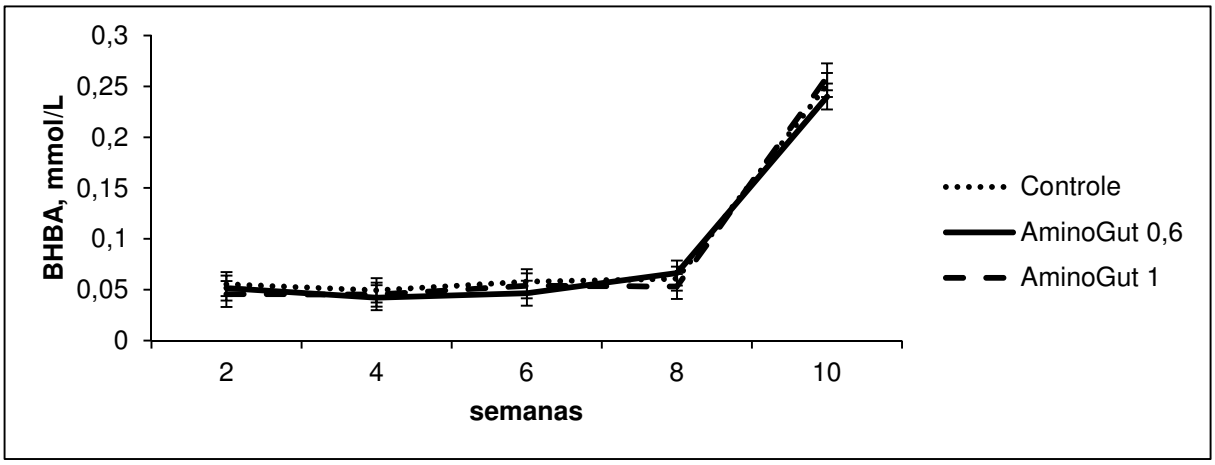

Figura 5.8 - Concentração plasmática de BHBA de bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado ou não, com lisina e metionina em associação a 0,6 ou 1% de glutamato e glutamina

Era esperado que os animais apresentassem maior consumo de concentrado durante a fase de aleitamento, uma vez que o sucedâneo foi suplementado com aminoácidos que estimulam o consumo. Assim, como pode ser observado, o desenvolvimento do rúmen foi muito pequeno devido a baixa concentração de BHBA plasmática. O aumento na concentração de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen em resposta ao consumo de concentrado inicial e consequente desenvolvimento ruminal, resultam no aumento da concentração de BHBA no plasma.

Por outro lado, após o desaleitamento a concentração de BHBA aumentou rapidamente, assim como o consumo de concentrado, indicando que apesar dos animais não estarem com o rúmen preparado para que ocorresse o desaleitamento, eles rapidamente se adaptaram a nova dieta (Figura 5.8). Vários estudos também apresentam valores crescentes de BHBA em bezerros após o desaleitamento (KLOTZ; HEITMANN, 2006; KHAN et al., 2007, 2008; QUIGLEY; BERNARD, 1992).

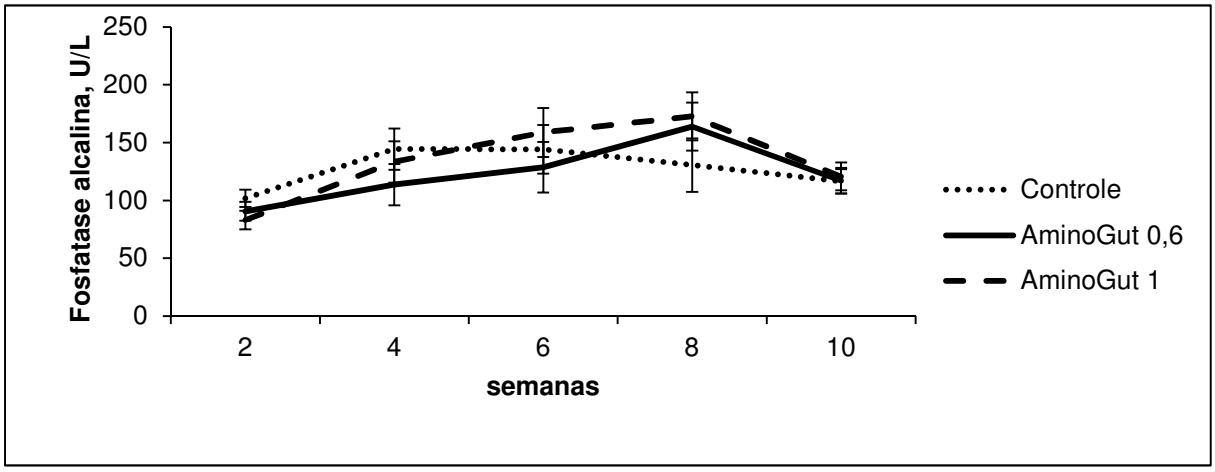

Figura 5.9 - Concentração sérica de fosfatase alcalina de bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado ou não, com lisina e metionina em associação a 0,6 ou 1% de glutamato e glutamina

Fosfatase alcalina é o metabólito que pode ser utilizado para avaliar o crescimento ósseo. Durante a fase de aleitamento, a concentração de fosfatase alcalina permaneceu crescente para os animais suplementados. Estes resultados mostram que os animais apresentaram crescimento constante durante todo esse período, como também pode ser observado nas medidas de crescimento corporal (Figura 5.5). Já nos animais não suplementados a concentração de fosfatase alcalina apresentou pouca variação da quarta a décima semana. No entanto, não houve efeito (P>0,05) da suplementação para a concentração de fosfatase alcalina,

assim como da interação suplementação e idade. Houve efeito de idade (P<0,0001), como pode ser observado com variações ao longo das semanas (Figura 5.9).

Após o desaleitamento houve redução na concentração de fosfatase alcalina para os animais suplementados. Esta redução pode estar associada ao período de adaptação dos bezerros a nova dieta. No entanto, vários estudos apresentam valores semelhantes aos encontrados neste estudo, entretanto, são escassos os estudos suplementando bezerros com lisina, metionina, glutamato e glutamina.

A concentração de proteína total foi decrescente da segunda a quarta semana, sendo crescente após esse período. Não houve efeito da suplementação na concentração de proteína total. A interação suplementação e a idade também não foi significativa (P>0,05). No entanto, houve efeito de idade (P<0,0001) decorrente das variações ao longo das semanas (Figura 5.10).

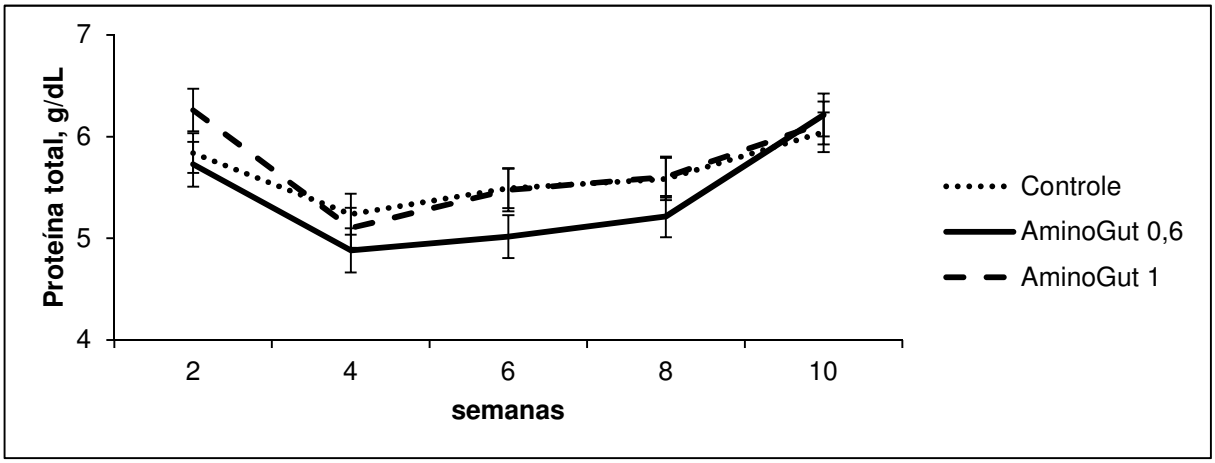

Figura 5.10 - Concentração sérica de proteína total de bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado ou não, com lisina e metionina em associação a 0,6 ou 1% de glutamato e glutamina

Já a concentração de albumina apresentou pouca variação nas primeiras seis semanas (Figura 5.11). A concentração de albumina é pouco variável, desde que o animal esteja saudável. No entanto, a suplementação do sucedâneo com aminoácidos não afetou a concentração de albumina (Tabela 5.4). Houve efeito de idade (P<0,0001), mas a interação suplementação e idade não foi significativa (P>0,05).

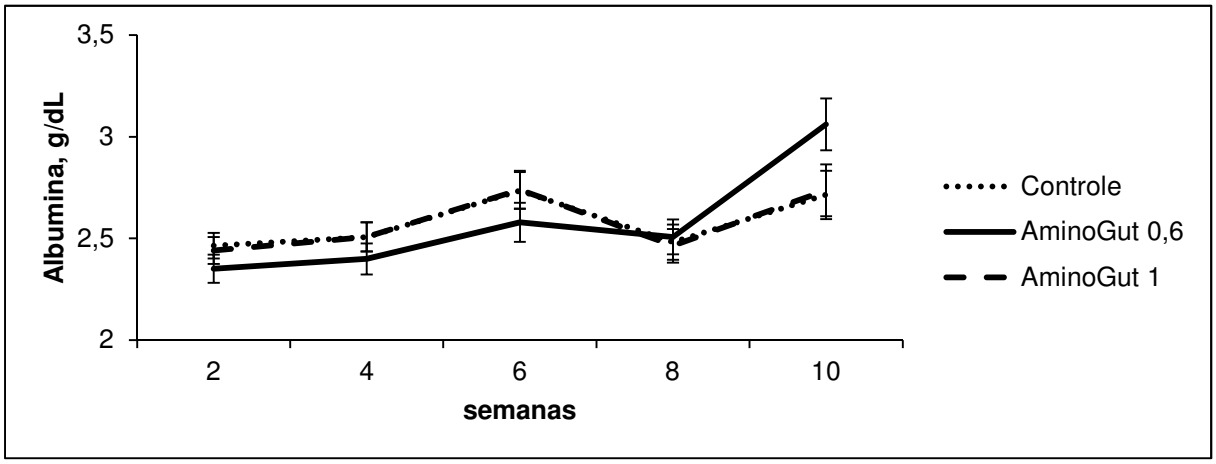

Figura 5.12 - Concentração sérica de albumina de bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado ou não, com lisina e metionina em associação a 0,6 ou 1% de glutamato e glutamina

A concentração de N-ureico também não foi afetada (P>0,05) pela suplementação do sucedâneo com aminoácidos. A interação suplementação e idade não foi significativa (P>0,05). Assim como para todos os outros metabólitos avaliados, houve efeito de idade (P>0,0001), sendo observado aumento na concentração de N-ureico. Segundo Eicher-Pruiett (1992) aumentos na concentração de N-ureico são decorrentes de aumento no consumo de alimento sólido; indicando degradação ruminal de proteína (QUIGLEY; BERNARDO, 1992). No entanto, durante a fase de aleitamento o consumo de concentrado foi muito baixo.

Por outro lado, Wittner et al. (1993) relatam que este metabólito está relacionado com os teores de proteína da dieta. Assim, esse aumento na concentração de N-ureico pode estar relacionado com a ingestão da dieta líquida. Estudos mostram valores crescentes de N-ureico em bezerros recebendo dieta com diferentes valores de proteína bruta (KHAN et al., 2007; HILL et al., 2010).

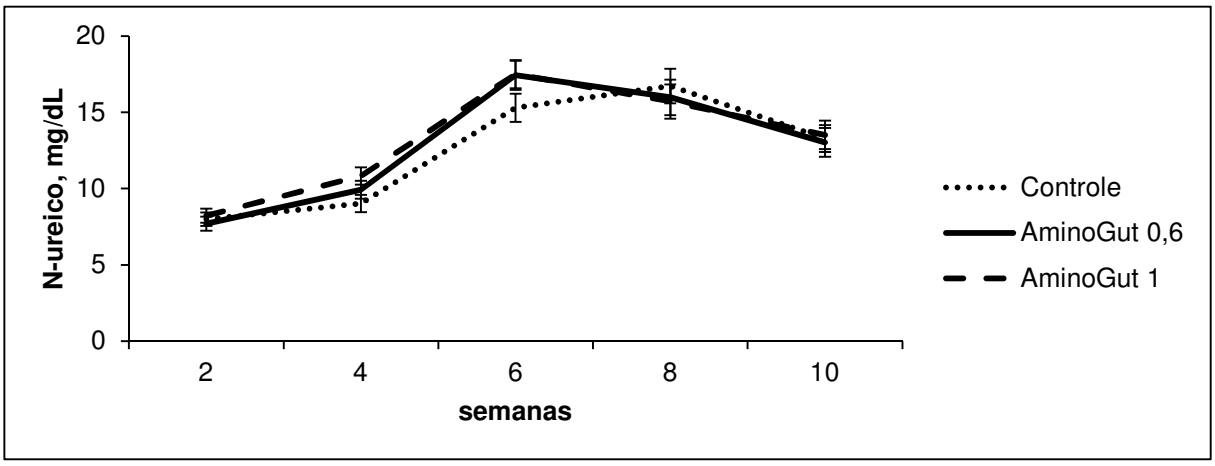

Figura 5.12 - Concentração plasmática de N-ureico de bezerros leiteiros recebendo sucedâneo lácteo suplementado ou não, com lisina e metionina em associação a 0,6 ou 1% de glutamato e glutamina

3.4 Conclusão

A suplementação do sucedâneo lácteo com lisina e metionina e a associação com glutamato e glutamina não alterou o desempenho, a saúde intestinal ou o metabolismo dos bezerros.

Referências

BACH, A.; DOMINGO, L.; MONTORO, C.; TERRE, M. Insulin responsiveness is affected by the level of Milk replacer offered to young calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, p. 4634-4637, 2013.

BURRIN, D.G.; STOLL, B. Metabolic fate and function of dietary glutamate in the gut. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Philadelphia, v. 90, p. 850-856, 2009.
DAVIS, C.L.; DRACKLEY, J.K. **The development, nutrition, and management of the young calf**. Ames: Iowa State University Press, 1998. 339 p.

DRACKLEY, J.K.; BLOME, R.M.; BARTLETT, K.S.; BAILEY, K.L. Supplementation of 1% L-glutamine to milk replacer does not overcome the growth depression in calves caused by soy protein concentrate. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 1688-1693, 2006.

EICHER-PRUIETT, S.D.; MORRILL, J.L.; NAGARAJA, T.G.; HIGGINS, J.J.; ANDERSON, N.V.; REDDY, P.G. Response of young dairy calves with lasalocid delivery varied in feed sources. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, p. 857-862, 1992.

GATEL, F.; GUION, P. Palatability and piglet performance of monosodium L-glutamate on diet palatability and piglet performance during the suckling and weaning periods. **Animal Production**, Bletchley, v. 50, p. 365-372, 1990.

HEINRICHS, A.J.; JONES, C.M.; HEINRICHS, B.S. Effects of mannan oligasaccharide or antibiotics in neonatal diets on health and growth of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p.4064-4069, 2003.

HILL, T.M.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L.; BATEMAN II, H.G. Amino acids, fatty acids, and fat sources for calf Milk replacers. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 23, p.401-408, 2007.

HILL,T.M.; BATEMAN II, H.G.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L.; TANAN, K.G. optimal concentrations of lysine, methionine, and threonine in milk replacers for calves less than five weeks of age. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 2433-2442, 2008.

_____. Effect of weaning age of dairy calves fed a conventional or more optimum milk replacer program. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 25, p. 619-624, 2009.

_____. Effect of milk replacer program on digestion of nutrients in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 1105-115, 2010.

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

KHAN, M.A.; LEE, H.J.; LEE, W.S.; KIM,H.S.; KIM, S.B.; KI, K.S.; PARK,S.J.; HA, J.K.; CHOI, Y.J. Source evaluation in calf starter: I. Feed consumption, weight gain, structural growth, and blood metabolites. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.90, p. 5259-5268, 2007.

_____. Starch source evaluation in calf starter: II. Ruminal parameters, rumen development, nutrient digestibilities, and nitrogen utilization in Holstein calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 1140-1149, 2008.

KLOTZ, J.L.; HEITMANN, R.N. Effects of weaning and ionosphere supplementation on selected blood metabolites and growth in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 3587-3598, 2006.

KMICIKEWYCZ, A.D.; DA SILVA, D.N.L.; LINN, J.G.; LITHERLAND, N.B. Effects of Milk program fed 2 or 4 times daily on nutrient intake and calf growth. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, p. 1125-1134, 2013.

LANE, M.A.; BALDWIN, R.L.; JESSE, B.W. Sheep rumen metabolic development in response to age and dietary treatments. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 1990-1996, 2000.

LI, H.; DIAO, Q.Y.; ZHANG, N.F.; FAN, Z.Y. Growth, nutrient utilization and amino acid digestibility of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein in the preruminant period. **Asian-Austria Journal Animal Science**, Adelaide, v. 21, p. 1151-1158, 2008.

QUIGLEY, J.D.; WOLFE, T.A.; ELASSER, T.H. Effects of additional milk replacer feeding on calf health, growth, and selected blood metabolites in calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.89, p.207-216, 2006.

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

QUIGLEY, J.D.; BERNARD, J.K. Effect of nutrient source and time of feeding on changes in blood metabolites in young calves. **Journal of Animal Science**, Lancaster, v. 70, 1543-1549, 1992.

REEDS, P.J.; DOUGLAS G. BURRIN, D.G.; STOLL, B.; JAHOOR, F. Intestinal glutamate metabolism. **The Journal of Nutrition**, New York, v. 130, n. 4, p.978S-982S, 2000.

SILPER, B.F.; LANA, A.M.Q.; CARVALHO, A.U.; FERREIRA, C.S.; FRANZONI, A.P.S.; LIMA, J.A.M.; SATURNINO, H.M.; REIS, R.B.; COELHO, S.G. Effects of milk replacer feeding strategies on performance, ruminal development, and metabolism of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, p. 1016-1025, 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.

STAMEY, J.A.; JANOVICK, N.A.; KERTZ, A.F.; DRACKLEY, J.K. Influence of starter protein content on growth of dairy calves in an enhanced early nutrition program. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, p. 3327-3336, 2012.

VON BUENAU, R.; 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.

TZENG, D.; DAVIS, C.L. Amino acid nutrition of the young calf: estimation of methionine and lysine requirements. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, p. 441- 450, 1980.

WALDERN, D.E.; VAN DYK, R.D. Effect of monosodium glutamate in starter rations on feed consumption and performance of early weaned calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 54, p. 262-265, 1971.

WILLIAMS, A.P.; HEWITT, D. The amino acid requirements of the prerumint calf. **British Journal of Nutrition**, Cambrigde, v. 41, p. 311-319, 1979.

WU, G.; MEIER, S.A.; KNABE, D.A. Dietary glutamine supplementation prevents jejuna atrophy in weaned pigs. **The Journal of Nutrition**, New York, v. 126, p. 2578-2584, 1996.