

MARINALDO DIVINO RIBEIRO

**DESEMPENHO E DIGESTÃO EM BEZERROS, COM ADIÇÃO DE
ACIDIFICANTE OU ÁCIDO PROPIÔNICO NA RAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

MARINALDO DIVINO RIBEIRO

**DESEMPENHO E DIGESTÃO EM BEZERROS, COM ADIÇÃO DE
ACIDIFICANTE OU ÁCIDO PROPIÔNICO NA RAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 23 de abril de 2007.

Prof. Hilário Cuquetto Mantovani

Prof. Augusto César de Queiróz

Prof^ª. Maria Ignez Leão
Co-Orientadora

Dr. Oriel Farjado de Campos
Co-Orientador

Prof. José Carlos Pereira
Orientador

Ao mestre, educador, orientador e professor José Carlos Pereira pelo exemplo a ser seguido como profissional e ser humano.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pai onipotente e onipresente.

A meus Anjos e Santos de guarda, que mesmo diante da falha humana aceitaram o desafio de, sob o exercício do direito canônico apostólico romano, intervir junto ao Senhor Deus, Rei do céu e da terra, para a concessão desta vitória.

À Universidade Federal de Viçosa, por meio do seu Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro concedido.

Ao professor José Carlos Pereira, mestre e educador, pela confiança, retidão, franqueza e, sobretudo, pela singular orientação. Aqui ficam registrados meus bons momentos de riso e de partilha dos casos e fatos em companhia da pessoa, não do orientador.

À Embrapa – Gado de Leite, pela parceria na realização dos experimentos 1 e 2.

À Quinabra: Química Natural Brasileira, pelo apoio financeiro e concessão dos acidificantes para realização dos experimentos 1, 2 e 3.

Ao Dr. Oriel Farjado de Campos, o reconhecimento pela contribuição à tese, aos experimentos realizados em parceria e à produção animal brasileira.

Aos bezerros que foram minhas cobaias, especialmente aqueles sacrificados, sejam com a própria vida ou aqueles submetidos à intervenção, que da dor e doação involuntária conferiram a possibilidade de contribuir com minha formação e com a ciência.

A Cuba, país de muitas faces, de diversidade, de adversidade, de história.

Ao professor Hilário Cuquetto Mantovani, pela contribuição na condução dos experimentos com ácido propiônico e na minha formação.

Ao professor Augusto César de Queiroz pelos momentos de descontração e pelas contribuições à tese.

À professora Maria Ignez Leão, especial agradecimento pela presteza nas intervenções cirúrgicas de fistulação dos animais.

Aos estagiários: Polyana, Aurilédia, Cássio, Jacqueline, Gustavo, Rodrigo, Filipe, Daniela, Letícia, Marcela, Thiago, Renato, Igor, Diego, Gustavo, Francilene e Mônica, que em algum momento contribuíram com a realização dos experimentos, seja de campo ou no laboratório.

A Vítor e Leandro, pessoas que merecem mais que oportunidades, minha eterna gratidão.

A Daniel Martins, Édson Mauro e Anderson Zanine, singulares e verdadeiros nos bons e ruins momentos que a vida nos proporciona, irmãos em Cristo, amigos de todas as horas, incontestável apreço.

Ao mestre Marcone, sempre mestre, pelas valorosas contribuições.

Aos funcionários da Embrapa – Gado de Leite, do Laboratório Animal, do Estábulo e do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pelas contribuições na realização dos diferentes experimentos e análises.

À Celeste, pela prestatividade e disposição em nos atender sempre que solicitada.

Aos demais professores não listados, que foram além de meros transmissores de conhecimentos, foram educadores e formadores de conceitos.

A Marcelo por providenciar a batidas de soro fermentado, rigorosamente em dia, e a José Carlos pelo transporte do soro até o estábulo.

A Douglas, José Augusto e Professor Edênio pelo empenho e colaboração na obtenção dos modelos e nas análises estatísticas. A Danilo pelo auxílio nas referências bibliográficas.

Aos colegas das horas de estudo, que juntos estudamos para as provas, aos amigos que conquistei no dia-a-dia da sala de aula, meu apreço e consideração.

“Todos nós estamos matriculados na escola da vida onde o mestre é o tempo.” Cora Coralina.

BIOGRAFIA

Marinaldo Divino Ribeiro, filho de Maria Joana dos Santos Ribeiro e João Luiz Ribeiro, nasceu em Piracanjuba, estado de Goiás, em 07 de outubro de 1975.

Em fevereiro de 1992, ingressou por concurso de seleção na Escola Agrotécnica Federal de Urutaí – EAFUR, onde obteve o título de Técnico em Agropecuária, colando grau em dezessete de dezembro de 1994.

Em fevereiro de 1996, foi aprovado no vestibular da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde a partir de março do mesmo ano iniciou o curso de Graduação em Zootecnia, obtendo o título de Zootecnista, cuja colação de grau se deu em dois de fevereiro de 2001.

Em março de 2001, após ter sido aprovado no processo de seleção, iniciou o curso de Pós-Graduação – Mestrado em Zootecnia – na Universidade Federal de Viçosa: UFV, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, defendendo dissertação em 24 de fevereiro de 2003.

Em março de 2003, após ter sido aprovado no processo de seleção, iniciou o curso de Pós-Graduação – Doutorado em Zootecnia – na Universidade Federal de Viçosa: UFV, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, defendendo tese em 23 de abril de 2007.

“O homem não evolui passando calmamente numa linha ascendente direta, de um ponto inferior para um ponto superior. Evolui arrastando-se ao longo de um caminho tortuoso,

*espiralado, que sobe e desce e dá voltas
em torno de si mesmo”.*

Willian Shakespeare.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO -----	viii
ABSTRACT -----	xii
1. INTRODUÇÃO -----	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	6
CAPÍTULO 1 -----	7
DESEMPENHO DE BEZERROS RECEBENDO ACIDIFICANTE NO LEITE, SUCEDÂNEO OU NO CONCENTRADO -----	7
1. Introdução -----	7
2. Material e Métodos -----	8
3. Resultados e Discussão -----	12
4. Conclusões -----	30
5. Referências Bibliográficas -----	30
CAPÍTULO 2 -----	33
CONSUMO E DIGESTÃO EM BEZERROS ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE CONCENTRADO -----	33

1. Introdução -----	33
2. Material e Métodos -----	36
3. Resultados e Discussão -----	42
4. Conclusões -----	58
5. Referências Bibliográficas -----	58
 CAPÍTULO 3 -----	 64
 CONSUMO E DIGESTÃO EM BEZERROS RECEBENDO INFUSÃO RUMINAL DE ÁCIDO PROPÍONICO -----	 64
1. Introdução -----	64
2. Material e Métodos -----	66
3. Resultados e Discussão -----	71
4. Conclusões -----	83
5. Referências Bibliográficas -----	83
 3. CONCLUSÕES GERAIS -----	 87

RESUMO

RIBEIRO, Marinaldo Divino, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2007.
Desempenho e digestão em bezerros, com adição de acidificante ou ácido propiônico na ração. Orientador: José Carlos Pereira. Co-Orientadores: Maria Ignez Leão e Oriel Fajardo de Campos.

Foram realizados cinco experimentos. Os três primeiros experimentos foram conduzidos com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão de acidificante no leite, sucedâneo ou no concentrado sobre o consumo, o desempenho e características sanitárias de bezerros nas fases de aleitamento e pós-desaleitamento. No experimento 1 foram utilizados 62 bezerros mestiços, Holandês × Zebu e da raça Holandesa, do nascimento aos 60 dias, em média, e mantidos em baias individuais. Os animais foram alocados nos tratamentos: leite sem ou com adição de acidificante. Após os três primeiros dias, em que receberam o colostro, os animais foram aleitados por 56 dias, com cinco litros de leite/animal/dia, distribuídos em duas refeições, sendo três litros pela manhã e dois pela tarde. Para os animais que receberam o acidificante, este foi adicionado no momento do fornecimento do leite. A partir da segunda semana de idade foi fornecido concentrado inicial contendo 18% de proteína bruta. A adição de acidificante ao leite não influenciou ($P>0,05$) os consumos médios de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), que foram de 818 e 196g/animal/dia, respectivamente. A inclusão

de acidificante ao leite também não proporcionou maiores ganhos de peso ($P > 0,05$), sendo o ganho médio diário de 525 g/animal/dia, o que resultou numa eficiência alimentar média de 0,5. A adição de acidificante ao leite não apresentou melhora nas características sanitárias dos animais. No experimento 2 foram utilizados os mesmos animais utilizados do experimento 1, porém dos 60 dias até 120 dias. Os animais foram alocados nos tratamentos: concentrado pós-desaleitamento sem ou com adição de acidificante. Durante o período experimental, os animais receberam um concentrado pós-desaleitamento fornecido até o máximo de 2 kg/animal/dia, contendo ou não o acidificante, e feno, predominantemente, de capim *coast-cross* (*Cynodon Dactylon*) à vontade. A adição de acidificante ao concentrado não influenciou o consumo médio de MS e PB, que foi de 1,74 e 0,217 kg/animal/dia, respectivamente. A inclusão de acidificante ao concentrado também não proporcionou ganhos significativos, sendo o ganho médio diário de 513 g/animal/dia, o que resultou numa eficiência alimentar média de 0,07. A adição de acidificante ao concentrado não apresentou melhora nas características sanitárias dos animais. No experimento 3, que difere do experimento 1 por ter sido utilizado somente 16 animais e sucedâneo do leite no aleitamento dos animais, encontrou-se resultados semelhantes aos observados quando os animais foram aleitados com leite acidificado ou não. Assim, a utilização de acidificante para bezerros, no leite, sucedâneo ou concentrado pós-desaleitamento não resultou em efeitos benéficos. O experimento 4 foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de concentrado nas dietas sobre o consumo, características de digestão, passagem e aporte de nutrientes em bezerros. Foram utilizados 4 bezerros mestiços, Holandês \times Zebu, com idade média de sete meses e 155 kg de peso vivo, distribuídos em quadrado latino (4 tratamentos \times 4 períodos, sendo cada período de 16 dias). Os animais foram alimentados à vontade, na forma de dieta completa, contendo os níveis de 20, 40, 60 e 80% de concentrado, na base da MS. Utilizou-se na formulação das dietas o feno do capim *coast-cross*, milho grão moído, farelo de soja e mistura mineral, de tal forma que apresentassem teor médio de PB igual a 15,4%. Os níveis de concentrado influenciaram ($P < 0,05$) os consumos de MS, matéria orgânica (MO), PB, extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), expressos em kg/dia, %PV, e $\text{kg}^{0,75}$. Quando expressos em kg/dia, os consumos de MS, MO, FDN e CT apresentaram comportamento linear, a PB e o NDT, quadrático. Os coeficientes de digestibilidades aparente totais da MS e PB foram quadraticamente influenciados pelos níveis de

concentrado, enquanto os de MO, EE, FDN e CT apresentaram comportamento linear ($P < 0,05$). Não foi observado efeito ($P > 0,05$) para a concentração média de nitrogênio amoniacal, em função dos níveis de concentrado, para cada tempo de análise, sendo teor médio de 29,41 mg/dL de líquido de rúmen. Entretanto, para pH, observou-se influência ($P < 0,05$), dos níveis de concentrado para os tempos analisados. Não foi observado efeito ($P > 0,05$) para a concentração média de glicose, sendo teor médio de 87,28 mg/dL. Já para nitrogênio uréico sérico (NUS), observou-se comportamento linear negativo ($P < 0,05$), em função dos níveis de concentrado, para cada tempo pós-alimentação. Não foi observado efeito ($P > 0,05$) para as estimativas das concentrações médias e das proporções dos ácidos graxos avaliados, em função dos níveis de concentrado, para os tempos avaliados. A dinâmica de passagem de fluidos não foi afetada ($P > 0,05$) pelos níveis de concentrado. Entretanto, a dinâmica de passagem do concentrado foi influenciada ($P < 0,05$), cujos valores máximos estimados para a taxa de fluxo das partículas, tempo médio de retenção nos compartimentos RR e total, foram de 0,0472%/h, 42,39h e 44,81h, para 53,35%; 53,37 e 53,95% de concentrado, respectivamente. Sugere-se, com base nos resultados, a utilização de uma relação volumoso concentrado para bezerros com a mesma idade dos utilizados no presente experimento igual a 60:40. O experimento 5 foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da combinação de duas relações volumoso concentrado (RVC) associadas à infusão ruminal de ácido propiônico (IRAP) sobre o consumo, características de digestão, passagem e aporte de nutrientes em bezerros. Foram utilizados 4 bezerros mestiços, Holandês \times Zebu, com idade média de sete meses e 161 kg de peso vivo, distribuídos em quadrado latino (4 tratamentos \times 4 períodos, sendo cada período de 16 dias). Os tratamentos testados foram as RVC de 80 e 60% de volumoso, na base de MS associadas com IRAP ou não. Os animais foram alimentados à vontade, na forma de dieta completa. Utilizou-se na formulação das dietas o feno do capim *coast-cross*, milho grão moído, farelo de soja e mistura mineral, de tal forma que apresentassem teor médio de PB igual a 15,4%. A fonte de ácido propiônico foi produzida a partir da fermentação, pelo consórcio das bactérias do gênero *Enterococcus sp.* e *Veillonella sp.*, do soro de leite resultante da produção de queijo reconstituído. Diariamente e juntamente com o fornecimento dos alimentos sólidos infundiram-se no rúmen dos animais distribuídos nos tratamentos contendo o ácido propiônico dois litros do composto de ácidos orgânicos contendo ácido propiônico como principal produto. Exceto para NDT, não houve interação ($P > 0,05$) entre as RVC e a IRAP, para as

variáveis MS, MO, EE, FDN e CT. Quando se analisa os efeitos dos fatores principais, de forma independente, observa-se que os consumos de MO, PB, EE e FDN, assim como NDT, sofreram efeito ($P < 0,05$) da RVC utilizada. Não houve interação ($P > 0,05$) entre as RVC e a IRAP sobre os coeficientes de digestibilidade aparente total para MS, MO, PB, EE, FDN e CT. Todavia, quando se observa os efeitos dos fatores principais, os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, EE e CT foram influenciados pela RVC ($P < 0,05$). Não houve interação ($P > 0,05$), entre as RVC e a IRAP para a concentração média de N-NH₃ e pH do líquido ruminal. Já a IRAP propiciou efeito sobre o pH quatro horas após a alimentação, sendo os maiores valores observados para os animais que receberam o ácido propiônico. Não se observou interação e tão pouco efeito dos fatores principais significativos ($P > 0,05$) para as concentrações dos ácidos graxos voláteis presentes no líquido ruminal, para os níveis de glicose e nitrogênio uréico sérico, e para os parâmetros da dinâmica de passagem de fluidos e sólidos.

ABSTRACT

RIBEIRO, Marinaldo Divino, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, April of 2007.
Calf performance and digestion, with the addition of acidifying or acid propionic in the ration. Adviser. José Carlos Pereira. Co-Advisers: Maria Ignez Leão and Oriel Fajardo de Campos.

Five experiments had been carried through. The three first experiments had been done in order to evaluate the effect of the inclusion of acidifying in the milk, in the milk replace or in the concentrate on the consumption, the performance and sanitary characteristics of calves in the phases of before and after-weaning. In the experiment 1 it had been used 62 hybrid calves, Holstein X Zebu and Holstein race, from the birth to the 60 days, on average, and kept in individual bays. The animals had been placed in the following treatments: milk with or without acidifying. After the three first days, which they had received colostrums, the animals had the milk during 56 days, considering five liters of milk/animal/day, distributed in two meals, which are three liters in the morning and two by the afternoon. For the animals that had received the acidifying, it was added at the moment the milk was served. From the second week of age on, it was supplied initial concentration of 18% of crude protein. The addition of acidifying to the milk did not influence ($P>0.05$) the average consumptions of dry matter (DM) and crude protein

(CP), which was 818 and 196g/animal/day, respectively. The addition of acidifying to the milk also did not provide weight gain ($P>0.05$), observed that the average weight gain was of 525 g/animal/day, and it resulted in an average alimentary efficiency of 0.5. The addition of acidifying to the milk did not present improvement in the sanitary characteristics of the animals. In the experiment 2 it had been used the same animals of the experiment 1. Sixty up to a hundred days were spent on it, however. The animals had been placed in the following treatments: concentrated after-weaning with or without acidifying. During the experimental process, the animals had received concentrated after-weaning until the maximum of 2 kg/animal/day, contending or not acidifying on it, and hay, predominantly composed of grass *coast-cross* (*Cynodon dactylon*). The addition of acidifying to the concentrate did not influence the average consumption of DM and CP, which was of 1.74 and 0.217 kg/animal/day. The inclusion of acidifying to the concentrate also did not provide significant gain. It had average gain of 513 g/animal/day, which resulted in an average alimentary efficiency of 0.07. The addition of acidifying to the concentrate did not present improvement in the sanitary characteristics of the animals. In the experiment 3, in which had been used only 16 animals and milk replace in the consumption of the animals, the found results are similar to the observed ones when the animals had been fed with or without acidified milk. Thus, the use of acidifying for calves, in milk, concentrated milk replace or after-weaning did not result in benefits. The experiment 4 was lead in order to evaluate the effect of different concentrated levels on the consumption diets, digestion characteristics, rate passage and nutrients supply in calves. Four hybrid calves had been used, Holstein \times Zebu, with average age of seven months and 155 kg of weight, distributed in Latin Square (4 treatments \times 4 periods, 16 days each period). The animals had been fed according to their will, in the complete diet way, contending the levels of 20, 40, 60 and 80% of concentrate, in the DM bases. In the formularization of the diets it was used the hay of grass *coast-cross*, corn grain, bran of soy and mineral mixture, in such a way that they presented average text of CP equals 15.4%. The concentrate levels had influenced ($P<0.05$) the consumptions of DM, organic matter (OM), CP, ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), total carbohydrates (TC) and total digestible nutrients (TDN), expressed in kg/day and %PV. When expressed in kg/day, the consumptions of DM, OM, NDF and TC had presented linear behavior, the CP and the TDN, quadratic. The coefficients of total digestion apparent of DM and CP had been influenced by the concentrate levels, while OM, EE, NDF and TC had presented linear

behavior ($P < 0.05$). The effect ($P > 0.05$) for the average ammoniac nitrogen concentration was not observed, according to the concentrate levels, for each time of analysis, which average text of 29.41 mg/dL liquid of rumen. However, for pH, influence was observed ($P < 0.05$), of concentrate levels for the analyzed times. It was not observed effect ($P > 0.05$) for the average glucose concentrate, as the average used was 87.28 mg/dL. For the ureic nitrogen, negative linear behavior was observed, considering the concentrate levels, for each time after-feeding process. Estimates of the average concentrations and the volatile fatty acid (VFA) ratios evaluated effect was not observed, considering the concentrate levels for the evaluation times. The fluid passage dynamic was not effected ($P > 0.05$) by the concentrate levels. However, the concentrate passage dynamic was influenced ($P < 0.05$), the esteem maximum values for the rate of flow of particles, average time of retention in the compartments rumen and total, were 0.0472%/h, 42.39h and 44.81h, for 53.35%; 53.37 and 53.95% of concentrate, respectively. Base don the results, the suggestion is the use of the concentrate voluminous for the same aged calves used in the present experiment at 60:40. The experiment 5 was lead in order to evaluate the combination effect from two voluminous concentrate relations (VCR) associated to the ruminal infusion of acid propionic (RIAP) in the consumption, digestion characteristics, passages and nutrients supply in calves. Four calves were used, Holstein \times Zebu, with average age of seven months and 161 kg of alive weight, distributed in Latin square (4 treatments \times 4 periods, each period of 16 days). The tested treatment was the VCR of 80 and 60% from the voluminous, in bases of DM associated or not to the RIAP. The animals could eat at anytime they wanted to, based on the complete diet. The hay of grass was used in the formularization of the diets *coast-cross*, corn grain, bran of soy and mineral mixture, in such a way that they presented average text of equal CP 15.4%. The source of acid propionic was produced from the fermentation, for the trust of the bacteria *Enterococcus sp.* and *Veillonella sp.*, from the resultant milk serum from the production of reconstituted cheese. Daily and with the solid foods supply they were in the rumen of the animals distributed in the treatments contending the acid propionic two liters of the made up organic acid considering acid propionic as the main product. Except for the nutrient digestible totals, it did not have interaction ($P > 0.05$) between the VCR and the RIAP, for the variable DM, OM, EE, NDF and TC. When analyzed the main factors effect, in an independent way, is observed that the consumptions OM, CP, EE and NDF, as the TDN, had suffered effect ($P < 0.05$) from the used VCR. There wasn't interaction ($P > 0.05$) between

the VCR and the RIAP in the digestion coefficients apparent total for DM, OM, CP, EE, NDF and TC. However, when the main factors are observed, the digestion coefficients of DM, OM, EE and TC were influenced by the VCR ($P < 0.05$). There wasn't interaction ($P > 0.05$), between the VCR relations in the RIAP for the average concentrate of N-NH₃ and pH from ruminal liquid. The infusion of acid propionic propitiated effect on pH four hours after feeding, considering the biggest values observed for the animals that had received the acid propionic. It weren't observed neither interaction nor any effect in the significant main factors ($P > 0.05$) for the acid concentrations of VFA in the ruminal liquid, for the glucose levels and seric ureic nitrogen, and for the parameters of the fluid passage dynamics and solids.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento e o desenvolvimento animal nos primeiros meses de vida são influenciados por fatores de natureza ambiental, de manejo e de alimentação, sendo que o grau de resposta em desempenho, considerando animais com potencial genético, é o reflexo da interação e capacidade de manipulação desses fatores pelo homem.

Bezerros, na fase inicial, são expostos a desafios de ordem e natureza diversas, especialmente por ocasião do nascimento, da inclusão de alimento sólido à dieta e do período subsequente ao desaleitamento. Isto por que: a) ao nascerem perdem a proteção materna, sendo necessário o fornecimento de colostro nas primeiras horas de vida para que tenham condições de adquirir imunidade inicial e para que desenvolvam a capacidade de sobreviverem diante da exposição a agentes ambientais e patogênicos a partir daí; b) são monogástricos, exigindo estimulação paulatina para se transformarem em ruminantes funcionais, a partir da inclusão de alimentos sólidos à dieta e c) são submetidos a forte período de estresse, decorrente da mudança de ambiente e de alimentação, por ocasião do desaleitamento.

Entretanto, mesmo procedendo à adoção de manejo, alimentação e instalações adequadas eles não estão isentos da contaminação por agentes patogênicos do meio, que podem afetar negativamente o crescimento e o desempenho dos bezerros e bezerras (Lucci, 1989) e aumentar consideravelmente os índices de morbidade e mortalidade.

Os agentes patogênicos de maior importância nos primeiros dois meses de vida dos bezerros são aqueles que colonizam e se multiplicam nos intestinos, pois eles causam: lesões de grau variado na mucosa intestinal, o que afeta a capacidade absorviva de nutrientes e altera a disponibilidade destes para o metabolismo normal do organismo; modificação da repartição de nutrientes, devido a alteração da disponibilidade dos elementos essenciais à manutenção da vida e crescimento; modificação da taxa de digestão e passagem dos alimentos ao longo do trato gastrintestinal; alteração da população microbiana, devido a modificação das condições do micro-ambiente intestinal, favorecendo a ocorrência de diarreias; redução da capacidade imunológica e aumento da susceptibilidade a aquisição de outras doenças; redução do consumo de alimentos e; comprometimento do desempenho dos bezerros.

Dado a contaminação patogênica, além dos comprometimentos descritos anteriormente, o tratamento exige o uso de medicamentos específicos, isto é, antimicrobianos, que geram custo e somam na redução da margem de lucros do sistema de produção total.

Uma das alternativas ao emprego de antimicrobianos é o uso de acidificantes como aditivo na alimentação para prevenir as reais possibilidades de infecção por patógenos durante as fases iniciais de vida dos bezerros (Palenzuela, 2003). Os ácidos orgânicos, usados como acidificantes, podem influenciar positivamente a produção de bezerros, já que podem limitar a proliferação de bactérias e outros microrganismos patogênicos ou nocivos, especialmente no intestino delgado. Entretanto, segundo Palenzuela (2003), pouco se sabe sobre as complexas interações que podem ocorrer entre o acidificante e outros compostos da dieta, o consumo e o desempenho animal.

Superada a fase de aleitamento e considerando a possibilidade de aproveitamento dos bezerros de origem leiteira para a produção de carne de forma diferenciada, em ciclo médio a curto, o entendimento das diversas possibilidades de maximizar o crescimento e ganho é fundamental. Como se trata de um modelo de produção pouco comum para as condições brasileiras, torna-se importante desenvolver estudos relativos à alimentação e a forma de utilizá-la, de modo a combinar os alimentos adequadamente, obtendo, assim, máximo desempenho dos animais e com menores custos.

O aporte de nutrientes para o animal é uma consequência da dieta oferecida, das suas características digestivas, do animal e das interações estabelecidas entre o animal, a dieta e os microrganismos ruminais. Por isso, o desenvolvimento da função ruminal de bezerros é fator preponderante para que o animal, em associação com os microrganismos ruminais, tenha capacidade de extrair dos alimentos os nutrientes essenciais à manutenção da saúde, crescimento e ganho de peso.

Durante os primeiros dias de vida, os bezerros obtêm os nutrientes que necessitam do leite. A partir da segunda semana de idade faz-se necessário o aporte de alimentos sólidos, seja concentrado e/ou volumoso, para que o animal possa iniciar o desenvolvimento anatômico, morfofuncional e estrutural dos compartimentos rúmen-retículo, para que ocorra a instalação da microbiota ruminal capaz de fermentar os alimentos e de fornecer nutrientes essenciais ao animal como resultado da simbiose estabelecida (Lucci, 1989; Lyford, 1993).

Esta medida se torna essencial nos sistemas atuais de produção onde se almeja redução de custos, desaleitamento precoce e crescimento animal acelerado. Por outro lado, essa prática de manejo e alimentação é acompanhada por mudanças na dinâmica dos processos digestivos e utilização dos nutrientes, tendo como resultado a alteração do consumo de alimentos que é determinante para o desempenho planejado.

As principais mudanças decorrem da mudança do sítio de digestão dos alimentos, que deixa de ser fundamentalmente o abomaso e duodeno e passa a ser a câmara fermentativa rúmen-retículo e duodeno. Essa mudança proporciona, além da despolimerização e absorção diferenciada dos nutrientes, o aproveitamento de fontes de alimentos não potencialmente utilizadas por animais monogástricos, como os bezerros nos primeiros dias de vida.

O balanço da digestão ruminal dos alimentos é determinado primariamente pela degradabilidade potencial dos substratos e pelo tempo de permanência no rúmen (Van Soest, 1994). Estes dois processos são influenciados pela dieta, sendo que o maior tempo de permanência supõe, em princípio, o aumento da digestão. Porém, os alimentos ou componentes dos alimentos mais rapidamente degradados são também menos dependentes da velocidade de trânsito no rúmen, o mesmo ocorrendo com os alimentos componentes menos digestíveis.

O tempo de permanência no rúmen pode ser determinado pelo tempo de renovação do conteúdo ruminal, que é o tempo necessário à entrada de uma determinada quantidade de alimento igual a que sai do rúmen (Hungate, 1966). O tempo de retenção é função das taxas de digestão e passagem, pois o desaparecimento da água e dos alimentos ingeridos dentro de um compartimento é igual à soma das taxas de digestão e passagem e estas, por sua vez, são iguais às taxas de aparecimento nas fezes (Van Soest, 1994). Neste contexto, apresentam-se como atividades concorrentes na remoção da digesta presente no trato gastrintestinal.

As interações entre a taxa de digestão e a taxa de passagem determinam a magnitude da digestão dentro de um compartimento e a quantidade de material potencialmente digestível presente nas fezes (Van Soest, 1994). O conhecimento destas interações é fundamental para compreender as respostas na digestibilidade como resultado do nível de consumo e os fatores que influenciam o escape de material potencialmente digestível no rúmen (Ospina e Prates, 1998).

Uma das principais manifestações da interação entre a taxa de digestão e passagem é o efeito sobre a taxa de crescimento microbiano (Owens e Goetsch, 1993). Esta é essencialmente limitada pela taxa de digestão que, por sua vez, depende da estrutura e composição dos alimentos. No entanto, a sobrevivência e persistência de populações específicas de bactérias dependerão de sua taxa de crescimento em relação à remoção de substrato e fluxo de passagem (Ospina e Prates, 1998).

Outro aspecto é o escape para fora do rúmen de material potencialmente digestível o que possibilita que substâncias diferentes da parede celular (de origem microbiana e do alimento) sejam digeridas pelos sistemas enzimáticos do próprio animal no intestino delgado. Da mesma forma permite que materiais de parede celular (da planta e dos microrganismos) sejam digeridos no intestino grosso. As quantidades de material fermentável presente nos compartimentos inferiores de fermentação são afetadas pelos mesmos fatores competitivos de digestão e de passagem que determinam o escape ruminal. O potencial de fermentação nos intestinos é limitado pela taxa de digestão dos materiais ali presentes e a taxa de passagem determina a quantidade presente nas fezes.

A concorrência entre os processos de digestão e de passagem pelo mesmo material determina em maior ou menor grau a presença de materiais potencialmente digestíveis nas

fezes e concomitantemente depressão na digestibilidade. A fração que escapa à digestão é diretamente proporcional à taxa de passagem e inversamente proporcional à taxa e digestão. Como consequência, a depressão na digestibilidade só é de importância em frações de lenta degradabilidade (parede celular) ou frações potencialmente digestíveis (Van Soest, 1994).

Como se denota, há uma grande complexidade e interação entre os eventos digestivos que ocorrem ao longo do trato digestivo. No tocante àqueles que ocorrem no rúmen, há ainda que se considerar a simbiose microbiana, cuja maior ou menor eficiência de utilização dos substratos está na dependência da sincronia entre as taxas de digestão e passagem e, portanto, da disponibilidade sincronizada de fontes de energia e nitrogênio para maximizar o crescimento microbiano e potencializar a utilização dos alimentos ingeridos.

Sabe-se que para maximizar o crescimento microbiano o aporte de carboidrato e proteína é fundamental. As fontes de alimento normalmente utilizadas para atender esta premissa são as forragens e os concentrados, cujas relações de participação na dieta e o comportamento da cinética digestiva em bezerros no período pós-desmama recebendo tais fontes são desconhecidas.

Os principais ácidos graxos voláteis produzidos pela fermentação ruminal das forragens são os ácidos acético, propiônico e butírico, enquanto os concentrados produzem proporcionalmente mais o ácido propiônico. Sendo assim, a introdução de uma fonte alternativa de ácido propiônico no rúmen pode alterar o comportamento digestivo ruminal e favorecer a redução de oferta de concentrado para os animais.

Assim foram realizados cinco experimentos, sendo: a) os três primeiros tendo por objetivo avaliar o consumo de nutrientes, o desempenho, e características sanitárias de bezerros recebendo composto de ácido orgânico no leite, sucedâneo ou no concentrado pós desaleitamento; b) o quarto, com o objetivo de avaliar a dinâmica e aporte de nutrientes em bezerros recebendo diferentes níveis de concentrado e; c) o quinto com o objetivo de avaliar a dinâmica e aporte de nutrientes em bezerros recebendo concentrado em dois níveis, com ou sem adição de ácido propiônico.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HUNGATE, R. E. **The rumen and its microbes**. New York: Academic Press, 1966. 533p.
- LYFORD, S. J. Crecimiento y desarrollo del aparato digestivo de los rumiantes. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **El ruminante: fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acríbia, 1996. p.47-58.
- LUCCI, C. **Bovinos leiteiros jovens: nutrição, manejo e doenças**. São Paulo: Nobel/EDUSP, 1989. 371p.
- OSPINA, H.; PRATES, E. R. Efeito de quatro níveis de oferta de feno sobre o consumo de nutrientes digestíveis por bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.4, p.809-814, 1998.
- OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Digesta passage and microbial protein synthesis. In: MILLIGAN, L. P.; GROVUM, W. L.; DOBSON, A. (Eds) **Control of digestion and metabolism in ruminants**. New Jersey: Prattice-hall. 1986, p. 196-223.
- PALENZUELA, P. R. Los ácidos orgánicos como agentes antimicrobianos. In: REBOLLAR, A. P. G.; BLAS, C.; MATEOS, G. G. (Eds) **Curso de Especialización FEDNA: AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL**. Madrid. 2000.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

Capítulo 1

Desempenho de bezerros recebendo acidificante no leite, sucedâneo ou no concentrado

1. Introdução

O período compreendido entre o nascimento e os primeiros quatro meses de vida dos bezerros é caracterizado por grande exposição à adversidade ambiental, de manejo e alimentação, bem como modificações em sua fisiologia digestiva e capacidade de utilização de nutrientes das diferentes fontes utilizadas na alimentação animal. Neste intervalo de tempo os momentos de maior exposição a tais adversidades são: os dias iniciais após o nascimento, onde os bezerros perdem a proteção materna e são expostos a uma diversidade de agentes patogênicos; o período de inclusão de alimento sólido à dieta, que caracteriza estresse nutricional decorrente da necessidade de adaptação fisiológica para a utilização desse tipo de alimento; e o período inicial e subsequente ao desaleitamento, pois os animais são submetidos a mudanças de ambiente, manejo e passam a receber exclusivamente dieta sólida, com maior conteúdo de fibra.

Normalmente, são nesses períodos de maiores estresse que se observam os maiores problemas de saúde dos animais, isto porque apresentam nesse momento menor capacidade imunológica de responder aos agentes infecciosos. O principal problema de saúde observado durante os momentos de estresse em bezerros é a diarreia (Quigley et al., 1997 e Marques, 2003), que instalada exige a intervenção, podendo ser necessário o emprego de antimicrobiano. Na ausência de manejo adequado maiores serão os índices de morbidade e mortalidade (Marques, 2003), que resultam em comprometimento do desempenho animal e acrescentam custo ao sistema de produção. Assim, estrategicamente, é recomendável intervir no processo de produção de maneira preventiva. Como medida preventiva e alternativa ao emprego de antimicrobianos, para evitar a proliferação de microrganismos indesejáveis no intestino delgado dos bezerros, Palenzuela (2003) recomenda a utilização de acidificantes.

Os acidificantes possuem ação bacteriostática e bactericida, desde que presentes em quantidades suficientes de moléculas ácidas não dissociadas, e que haja contato com a bactéria por tempo adequado (Salmond et al., 1984; Young & Foegeding, 1993).

A acidificação dos alimentos tem potencial para controlar a proliferação e a atividade de bactérias, podendo melhorar o crescimento animal e a eficiência alimentar, pois pode eliminar os microrganismos indesejáveis que competem por nutrientes. Benefícios semelhantes são atribuídos aos antibióticos. Entretanto, os acidificantes não deixam resíduos na carcaça e não promovem o aparecimento de bactérias resistentes (Miller, 1987).

A função dos acidificantes a base de ácidos orgânicos é diminuir o pH para inibir a proliferação de microrganismos patogênicos. ZANETTI et al. (1999) afirmaram que, com a adição de ácido fumárico a 0,4 % ao leite, houve aumento no ganho de peso médio diário, melhora na conversão alimentar e estado de saúde dos bezerros. Com o uso de *Lactobacillus spp.* e outros microrganismos benéficos, o acidificante pode limitar o número de *Escherichia coli* e outros organismos entero-patogênicos. ZANETTI et al. (1999) mencionam ainda que bezerros suplementados com lactobacilos houve redução da incidência de diarreia e no número de coliformes fecais.

O propósito desta pesquisa foi avaliar o efeito de um composto de ácido orgânico adicionado ao leite, sucedâneo ou ao concentrado, sobre o consumo, desempenho e características sanitárias de bezerros oriundos de rebanhos leiteiros, nos períodos de aleitamento e pós-aleitamento.

2. Material e Métodos

Os experimentos 1 e 2 foram realizados no período de novembro de 2003 a abril de 2004, no Campo Experimental de Coronel Pacheco (CECP), pertencente à Embrapa Gado de Leite, em Coronel Pacheco, MG; o experimento 3 foi conduzido no Laboratório de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, no período de abril a junho de 2004.

No experimento 1 foram utilizados 62 animais, machos e fêmeas, mestiços Holandês x Zebu e da raça Holandesa, do nascimento aos 60 dias de idade, em média, caracterizando o período de aleitamento. No experimento 2 foram utilizados os mesmos 62 animais do

experimento 1, dos 60 dias aos 112 dias de idade, em média, caracterizando o período pós-aleitamento. No experimento 3 foram utilizados 16 animais, machos, mestiços, Holandês x Zebu e da raça Holandesa, do nascimento aos 60 dias de idade, em média.

Nos diferentes experimentos, 1, 2 e 3, foram testados a adição ou não de acidificante ao leite (1), ao concentrado (2) e ao sucedâneo do leite (3), respectivamente.

O acidificante utilizado no experimento 1 e 3 apresentava a seguinte composição, conforme embalagem: 400g de ácido cítrico; 180g de ácido láctico; 20g de ácido fumárico; 15g de ácido fosfórico e 5,2g de vitamina C, por quilograma de produto.

O acidificante utilizado no experimento 2 apresentava a seguinte composição, conforme embalagem: 80g de betaglucanas, 4g de flavonóides; 3g de ácido linoleico; 1g de ácido oléico; 55g de ácido cítrico e 2,4g de vitamina C, por quilograma de produto.

Na fase de aleitamento, o acidificante em teste foi misturado ao leite ou ao sucedâneo na proporção de 0,5% no momento do fornecimento; na fase pós-desaleitamento foi utilizado no concentrado, na proporção de 0,4%, misturado no momento da elaboração do concentrado.

Os animais foram mantidos em abrigos individuais, receberam colostro nos três primeiros dias e foram aleitados por 56 dias, cinco litros de leite ou sucedâneo/dia/animal (Tabela 1), oferecidos pela manhã (três litros) e à tarde (dois litros), com ou sem acidificante.

A partir da segunda semana de idade, e durante a fase de aleitamento, os animais receberam um concentrado inicial (Tabela 2). Dos 56 aos 63 dias de idade receberam uma mistura de concentrados contendo metade de concentrado inicial comercial e metade do concentrado a ser fornecido pós-desaleitamento, com ou sem acidificante. Esta medida visou à adaptação dos animais ao concentrado a ser fornecido pós-desaleitamento. O concentrado pós-desaleitamento foi composto de 74% de milho grão moído, 22% de farelo de soja, 3% de núcleo mineral e 1% de sal comum, apresentando a composição média descrita na Tabela 2, com adição ou não de acidificante. Após o desaleitamento, o fornecimento de concentrado foi limitado a 2 kg/animal/dia. O feno, predominantemente de “*coast cross*”, foi oferecido somente na fase de pós-desaleitamento (Tabela 2).

Tabela 1 – Composição nutricional do leite e do sucedâneo fornecido aos bezerros, em percentagem da matéria seca (% MS)

Constituinte	Leite	Sucedâneo
	% MS	
Matéria seca	12,7	9,65
Proteína	3,25	2,0
Gordura	3,9	1,55
Lactose	4,6	4,50
Matéria mineral	0,65	0,76

¹ Análises realizadas no Laboratório de Qualidade do Leite da Embrapa – Gado de leite.

Os consumos individual e diário de leite, sucedâneo, de concentrado e de feno foram obtidos pela diferença de pesagens entre o oferecido e a sobra.

Os animais foram submetidos a três pesagens individuais consecutivas em cada experimento: a) experimento 1 e 2: ao nascimento, aos 28 e aos 56 dias; b) experimento 2: aos 56, 88 e 112 dias de idade, com jejum prévio de aproximadamente 12 – 14 horas.

A ocorrência de diarreias foi registrada pelo monitoramento individual diário dos animais, pela manhã antes da alimentação. Foram anotadas as consistências das fezes de cada bezerro, registrando-se um para fezes normais e dois para diarreia.

O registro da ocorrência de corrimento nasal também foi feito diariamente, atribuindo-se um para animais sem corrimento nasal e dois para aqueles com corrimento.

Semanalmente foram coletadas amostras de fezes diretamente da ampola retal dos animais. As amostras de fezes foram devidamente identificadas e posteriormente refrigeradas para evitar a incubação e eclosão das larvas. Parte do material foi imediatamente destinada à determinação de pH. A outra parte foi utilizada na contagem do número de ovos de helmintos por grama de fezes (OPG), empregando-se a técnica de centrífugo-flutuação em solução saturada de açúcar (Sheater, 1923).

No experimento 3 foi realizada a leitura imediata do pH fecal. Neste experimento ainda foram realizadas medidas de comprimento de corpo, dorso e garupa, altura de cernelha e perímetro torácico para avaliar o desenvolvimento corporal nos dias zero, quinze, trinta, quarenta e cinco e sessenta dias, utilizando-se fita métrica apropriada.

Tabela 2 – Composição nutricional do concentrado inicial (C1), do concentrado pós-desaleitamento (C2) e do feno fornecido aos bezerros¹

Constituinte (%) ²	Concentrado 1	Concentrado 2	Feno
MS	87,00	86,26	92,30
MM ³	12,00	10,42	10,76
MO ³	88,00	89,58	89,24
PB ³	18,00	18,07	12,47
EE ³	5,00	0,62	1,82
FDN ³	7,50	11,72	71,72
CT ^{3,4}	99,65	70,90	76,68

¹ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZO, UFV.

² Matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CT).

³ Teores expressos na base de MS.

⁴ $CT = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM)$.

Os dados relacionados a ganho de peso, consumo, eficiência alimentar, pH das fezes e medidas corporais foram submetidos à análise de variância para os três períodos considerados em cada experimento: a) experimento I e III: de zero a quatro, de cinco a oito e de zero a oito semanas (aleitamento); e b) experimento II: de nove a doze, de treze a dezesseis e de nove a dezesseis semanas (pós-desaleitamento), utilizando-se o software Statistical Analysis System (SAS, 2000). Para todas as variáveis incluiu-se o peso vivo e a ocorrência de diarreia como covariáveis ao modelo para serem analisadas. A inclusão da diarreia como covariável ao modelo baseou-se em Lima & Guidoni (1994). Os dados relativos à ocorrência de diarreias e corrimento nasal foram interpretados por meio do emprego do teste de Qui-quadrado (Gomes, 1963; Magalhães & Lima, 2001).

Uma vez que a distribuição dos dados de OPG caracterizou uma amostragem de distribuição não-normal, procedeu-se a transformação logarítmica dos dados, conforme Snedocor & Cochran (1989), normalmente aplicada quando o desvio padrão é proporcional à média, para verificação de diferenças significativas do número de OPG determinadas pelos tratamentos experimentais.

3. Resultados e Discussão

3.1. Experimento 1

Não foi observado efeito ($P>0,05$) da adição ou não de acidificante sobre os consumos em quilograma por dia (kg/dia) e percentagem do peso vivo (%PV), em função da idade dos animais (Tabela 3 e 4, respectivamente).

Tabela 3 – Efeito do acidificante adicionado ao leite sobre o consumo dos nutrientes, expresso em quilograma dia, em função da idade

Nutriente ¹	Idade dos bezerros (semanas)	Leite		CV (%) ²
		Sem acidificante	Com acidificante	
MS	0 a 4	0,6835	0,6855	4,29
	5 a 8	0,9576	0,9465	17,65
	0 a 8	0,8205	0,8160	11,05
MO	0 a 4	0,6450	0,6471	4,08
	5 a 8	0,8878	0,8780	16,75
	0 a 8	0,7664	0,7626	10,42
PB	0 a 4	0,1711	0,1718	3,50
	5 a 8	0,2221	0,2201	13,68
	0 a 8	0,1966	0,1960	8,35
EE	0 a 4	0,1970	0,1983	2,98
	5 a 8	0,2164	0,2158	3,89
	0 a 8	0,2067	0,2071	2,65
FDN	0 a 4	0,0041	0,0039	55,22
	5 a 8	0,0230	0,0222	50,72
	0 a 8	0,0135	0,0130	50,72
CT	0 a 4	5,0335	5,0677	3,02
	5 a 8	5,4571	5,4461	3,07
	0 a 8	5,2453	5,2569	2,29

¹ Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidrato total (CT). ² Coeficiente de variação (CV).

A ausência de efeito significativo para o consumo de MS, também foi observada por Sandi & Mühlbach (2001), já Heinrichs et al. (2003) verificaram aumento no consumo de MS total quando testaram prebióticos adicionados à dieta líquida dos bezerros.

Tabela 4 – Efeito do acidificante adicionado ao leite sobre o consumo dos nutrientes, expresso em porcentagem do peso vivo, em função da idade

Nutriente ¹	Idade dos bezerros (semanas)	Leite		CV (%) ²
		Sem acidificante	Com acidificante	
MS	0 a 4	1,56	1,58	10,26
	5 a 8	1,59	1,61	16,84
	0 a 8	1,36	1,39	12,54
MO	0 a 4	1,47	1,49	10,15
	5 a 8	1,48	1,49	16,15
	0 a 8	1,29	1,30	12,22
PB	0 a 4	0,39	0,40	9,85
	5 a 8	0,37	0,37	13,99
	0 a 8	0,33	0,33	11,35
EE	0 a 4	0,45	0,46	9,43
	5 a 8	0,36	0,37	10,73
	0 a 8	0,35	0,35	10,85
FDN	0 a 4	0,01	0,01	56,22
	5 a 8	0,04	0,04	53,72
	0 a 8	8,61	8,74	11,40
CT	0 a 4	11,46	11,72	9,42
	5 a 8	9,22	9,32	10,80
	0 a 8	8,87	9,00	10,95

¹ Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidrato total (CT). ² Coeficiente de variação (CV).

O consumo médio de MS (kg/dia) independentemente da adição ou não do acidificante ao leite, durante as primeiras quatro semanas, foi de 0,68 kg/dia. Esse valor é resultante, basicamente, do consumo observado durante as duas últimas semanas do período, onde os animais apresentavam idade média de 28 a 30 dias. Considerando que os consumos foram ajustados para covariável peso ao nascimento, os animais já poderiam ser desaleitados (Geenwood et al., 1997). Esses autores avaliaram três níveis de ingestão de MS como porcentagem do peso ao nascimento, sendo eles 1%; 1,5% e 2% e concluíram que o consumo de 1,5% foi o mais adequado. Nessa condição, os animais devem estar consumindo 700g/dia de MS por pelo menos três dias consecutivos, cujo consumo médio observado no presente experimento foi próximo ao referenciado. Dessa forma, o desaleitamento precoce, em torno dos 30 dias, torna uma estratégia adequada para aumentar a quantidade de leite disponibilizada para comercialização e reduzir os custos de cria dos

animais sem, no entanto, resultar em prejuízos para o desenvolvimento e crescimento animal.

Os consumos médios de MS e PB observados, iguais a 680 e 170 g/dia, são próximos aos recomendados pelo NRC (2001), que são de 690 e 180 g/dia, respectivamente, para bezerros com peso vivo entre 40 e 50 kg e ganho de 600 gramas por dia.

Nota-se (Tabela 4) que o consumo médio de MS durante as quatro primeiras semanas foi de 1,57% PV, o que confere suporte a estratégia de proceder ao desaleitamento utilizando-se como critério o consumo de MS em função do peso vivo.

Não foi encontrado efeito ($P>0,05$) para o ganho médio diário (GMD) e eficiência alimentar (EA) quando os animais receberam leite sem ou com acidificante (Tabela 5). O ganho de peso foi de 450, 585 e 525 g/dia, respectivamente, para os GMD e ponderal. Estes valores são superiores aos encontrados por Jaster et al. (1990), de 250g/dia, para bezerros recebendo acidificante de forma contínua entre o nascimento e os 28 dias de idade. Zanetti et al. (1999), utilizando acidificante, produto contendo *Lactobacillus*, enzimas (amilases, proteases e celulasas) e manose, também não observaram diferença nos GMD entre os animais tratados e o controle, entre 310 e 380 g/animal. No entanto, Quigley et al. (1997) obtiveram maior GMD quando utilizaram galactosil-lactose em sucedâneo. Situação adversa à observada também foi registrada por Sandi & Mühlbach (2001) que, utilizando aditivo à base de oligossacarídeo de manana, concluíram que os bezerros tratados ganharam mais peso (430 g/animal/dia) que aqueles no tratamento controle (370g/animal/dia), aos 56 dias de idade. Lima et al. (2006) testando o efeito de probiótico para reduzir os efeitos do estresse térmico em bezerros, no semi-árido nordestino, encontraram ganhos de 360g/dia.

A EA foi de 0,45; 0,585 e 0,525, respectivamente. Zanetti et al. (1999) utilizando o acidificante contendo *Lactobacillus*, enzimas e manose observaram melhor EA dos animais que receberam o acidificante (0,82) em relação aos animais do grupo controle (0,60). Sandi & Mühlbach (2001) verificaram eficiência alimentar de 0,80 e 0,99 para bezerros recebendo probiótico e desaleitados aos 28 e 56 dias de idade.

Tabela 5 – Efeito do acidificante adicionado ao leite sobre o ganho médio diário e eficiência alimentar dos bezerros, em função da idade

Idade (semanas)	Leite		CV (%) ¹
	Sem acidificante	Com acidificante	
Ganho de peso (kg/dia)			
0 a 4	0,3170	0,2948	47,95
5 a 8	0,5532	0,5565	25,58
0 a 8	0,4351	0,4257	27,01
Eficiência alimentar			
0 a 4	0,47	0,43	48,06
5 a 8	0,58	0,59	22,62
0 a 8	0,53	0,52	24,11

¹ Coeficiente de variação (CV).

Observou-se efeito ($P < 0,05$) para o pH fecal somente na quarta semana, onde os animais que receberam o acidificante apresentaram maior pH (Tabela 6). Para as demais semanas, o pH fecal variou de 6,4 a 7,4.

Tabela 6 – Efeito do acidificante adicionado ao leite sobre o pH fecal dos bezerros, em função da idade

Idade (semanas)	Tratamentos		Valor P ¹	CV (%) ²
	Leite sem acidificante	Leite com acidificante		
1	6,51	6,41	0,6131	11,86
2	6,98	7,14	0,3037	8,32
3	7,26	7,02	0,0715	7,39
4	7,14	7,45	0,0089	6,12
5	7,48	7,34	0,3265	5,64
6	7,30	7,30	0,9685	5,42
7	7,17	7,21	0,7388	6,41
8	7,10	7,04	0,7334	8,93

¹ Significativo quando $P < 0,05$. ² Coeficiente de variação (CV).

Sugere-se que a acidificação dos alimentos tem potencial para controlar o aparecimento de bactérias patogênicas, eliminando os microrganismos indesejáveis que competem por nutrientes e causam problemas digestivos, como a diarreia, podendo melhorar o crescimento e a eficiência alimentar (Lucci, 1989). O mecanismo por meio do qual os ácidos orgânicos atuam em benefício do animal é devido a alteração do pH intestinal. Todavia, esse mecanismo ou vantagem pode não ser efetiva, pois segundo Jaster et al. (1990) os ácidos orgânicos em pH igual a 5,0 ou mais elevado, provavelmente, não terão efeitos bactericidas ou bacteriostáticos. Além disso, relata ainda que os bezerros recebendo fontes de ácidos orgânicos reduzem a produção de ácido clorídrico pelo suco gástrico para compensar a elevada acidez do alimento. Segundo Jaster et al. (1990) e Merchen (1993), os animais reagem à acidez intestinal produzindo maior quantidade de bile e suco pancreático para tornar o pH intestinal estável e propiciar ambiente adequado à ação das enzimas digestivas e absorptivas. Sendo assim, é de se esperar que o pH fecal não seja influenciado pela adição de acidificante.

Não foi observado efeito ($P < 0,05$) para o número de ovos por grama dos animais (Tabela 7). Nota-se que o número de ovos/g/fezes aumentou a partir da quarta semana de vida dos animais. Entretanto, pode-se considerar que o número médio observado foi baixo.

Tabela 7 – Efeito do acidificante adicionado ao leite sobre o número de ovos por grama de fezes dos bezerros, em função da idade

Idade (semanas)	Leite		CV (%) ¹
	Sem acidificante	Com acidificante	
1	0,09	0,17	340,66
2	4,44	1,02	226,16
3	3,19	2,13	232,18
4	14,50	42,74	178,19
5	4,62	32,77	169,53
6	8,32	86,87	142,56
7	22,30	38,35	131,87
8	15,49	21,83	93,76

¹ O coeficiente de variação (CV) se refere à análise conduzida sobre a variável dependente transformada.

As razões pelo efeito não significativo, seja em função do fornecimento do acidificante ou não, decorrem, provavelmente, das boas práticas de manejo sanitário adotadas e a probabilidade de que algumas larvas devem ter eclodido no trato gastrintestinal dos animais, não tendo sido detectada a sua presença, uma vez que a técnica utilizada destina-se somente à investigação de ovos.

A adição ou não de acidificante ao leite não afetou ($P>0,05$) o escore fecal e o corrimento nasal dos animais (Tabela 8).

Os registros da literatura apontam situações que divergem da observada no presente trabalho, seja na ocorrência de diarreia em bezerros tratados com acidificantes (Zanetti et al., 1999; Abu Tarboush et al., 1996), seja na redução nos níveis de diarreia dos animais (Quigley et al., 1997; Henrichs et al., 2003; Timmerman et al., 2005).

Os dias que o animal permanece com escore fecal dois, isto é, com diarreia, são importantes, pois refletem o grau de controle sanitário exercido no sistema de criação. Segundo Timmerman et al. (2005), quanto maior for o número de dias com escore fecal característico de diarreia, menor é a capacidade de resposta imunológica do animal aos agentes externos causadores de desordens à saúde, o que representa maiores taxas de morbidade e mortalidade e aumento do custo com medicamentos e honorários da assistência técnica.

Tabela 8 – Efeito do acidificante adicionado ao leite sobre o escore fecal e corrimento nasal dos bezerros

Leite	Número de dias com diarreia ¹		Total
	Presente	Ausente	
Sem acidificante	5	51	56
Com acidificante	6	50	56
	Número de dias com corrimento ²		
Sem acidificante	3	53	56
Com acidificante	2	54	56

¹ Hipótese de independência aceita ($P>0,05$). χ^2 (calculado) = 0,07; χ^2 (tabelado, 0,05) = 3,84.

² Hipótese de independência aceita ($P>0,05$). χ^2 (calculado) = 0,37; χ^2 (tabelado, 0,05) = 3,84.

Tanto para corrimento nasal como para escore fecal, os dados originais são obtidos de forma indireta, ou seja, a partir da observação visual, o que exige treinamento adequado para o indivíduo responsável pela coleta dessas informações. Sugere-se que, tais observações sejam obtidas, preferencialmente, por mais de um indivíduo ao mesmo tempo a partir de um referencial comum. Isto porque, especialmente para corrimento nasal, a simples presença de corrimento não significa distúrbio do sistema respiratório, mas uma eliminação natural de secreções presentes nas vias que constituem o sistema. No que se refere ao escore fecal, Abe et al. (1999) relata que a diarreia é apenas uma das diversas causas de escore fecal mais fluido, sendo as demais causas resultantes da composição da dieta, da osmolaridade do plasma, da motilidade intestinal e da ineficiência de absorção.

3.2. Experimento 2

Verificou-se efeito ($P > 0,05$), entre os tratamentos, para os consumos de MS, MO, PB, EE, FDN e CT, expressos em kg/dia, no período compreendido entre a 13^a e a 16^a semana de idade dos bezerros. Para os demais períodos estudados, independentemente da forma de expressão, não foram verificadas diferenças significativas (Tabela 9).

O menor consumo observado nas quatro semanas seguintes ao desaleitamento reflete a mudança de dieta fornecida aos animais, pois durante o aleitamento os animais não receberam feno. Após o desaleitamento, os animais passaram a receber somente dieta sólida, constituída por feno e concentrado, o que exige dos mesmos um período para adaptação da microbiota ruminal para utilização dos alimentos, especialmente da fonte volumosa rica em parede celular vegetal, e fisiológica, pois há mudanças no local de digestão, nos eventos digestivos, na forma de utilização e absorção dos alimentos (Lyford, 1993). Todavia, esse menor consumo observado nas semanas seguintes ao desaleitamento parece não ter refletido no consumo total, ao longo dos dois meses seguintes.

Os consumos médios de MS e PB observados, 1,74 kg/dia e 217 g/dia, são superiores aos recomendados pelo NRC (2001), que são de 1,38 kg/dia e 204 g/dia, para bezerros criados com leite ou sucedâneo, tendo ganho médio diário de 600 g e 90 kg de peso vivo.

Tabela 9 – Efeito do acidificante adicionado ao concentrado sobre o consumo dos nutrientes, expresso em quilograma dia, em função da idade

Nutriente ¹	Idade (semanas)	Concentrado		CV (%) ²
		Sem acidificante	Com acidificante	
MS	9 a 12	0,8074	0,8003	16,32
	13 a 16	2,6916	2,6727	1,10
	9 a 16	1,7495	1,7365	3,84
MO	9 a 12	0,7205	0,7142	16,32
	13 a 16	2,4020	2,3851	1,10
	9 a 16	1,5613	1,5497	3,84
PB	9 a 12	0,1007	0,0998	16,32
	13 a 16	0,3356	0,3333	1,10
	9 a 16	0,2182	0,2165	3,83
EE	9 a 12	0,0147	0,0146	16,29
	13 a 16	0,0490	0,0486	1,10
	9 a 16	0,0318	0,0316	3,85
FDN	9 a 12	0,5790	0,5740	16,32
	13 a 16	1,9305	1,9169	1,10
	9 a 16	1,2548	1,2454	3,84
CT	9 a 12	0,6191	0,6137	16,32
	13 a 16	2,0640	2,0495	1,10
	9 a 16	1,3415	1,3316	3,84

¹ Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidrato total (CT). ² Coeficiente de variação (CV).

Observando o consumo médio de FDN, nota-se aumento considerável do seu consumo, o que demonstra a adaptação do animal ao consumo de volumoso. Entretanto, ao analisar o valor absoluto, ao longo de todo o período experimental, independentemente do tratamento, verifica-se o valor de 1,3% do PV (Tabela 10). Tal valor de consumo de fibra está acima daquele relatado por Mertens (1992), que diz ser o valor de 1,2%PV limite para ingestão de MS total. Segundo o autor, valores acima do descrito podem promover a redução do consumo em função do efeito de enchimento ruminal.

Tabela 10 – Efeito do acidificante adicionado ao concentrado sobre o consumo dos nutrientes, expresso em porcentagem do peso vivo, em função da idade

Nutriente ¹	Idade (semanas)	Concentrado		CV (%) ²
		Sem acidificante	Com acidificante	
MS	9 a 12	1,08	1,08	18,30
	13 a 16	2,94	2,95	5,83
MO	9 a 16	1,91	1,92	7,11
	9 a 12	0,96	0,96	18,30
	13 a 16	2,63	2,63	5,83
PB	9 a 16	1,71	1,71	7,11
	9 a 12	0,13	0,14	18,30
	13 a 16	0,37	0,37	5,83
EE	9 a 16	0,24	0,24	7,11
	9 a 12	0,02	0,02	18,28
	13 a 16	0,05	0,05	5,84
FDN	9 a 16	0,04	0,04	7,12
	9 a 12	0,77	0,77	18,30
	13 a 16	2,11	2,12	5,83
CT	9 a 16	1,37	1,38	7,11
	9 a 12	0,83	0,83	18,30
	13 a 16	2,26	2,26	5,83
	9 a 16	1,47	1,47	7,11

¹ Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidrato total (CT). ² Coeficiente de variação (CV).

Não foram observados efeitos ($P < 0,04$) para os ganhos médios diários e a eficiência alimentar entre os bezerros que receberam ou não acidificante adicionado ao concentrado (Tabela 11). A ausência de efeito significativo revela que o emprego de acidificante, como prebiótico, para esta fase de idade, não representou benefícios adicionais em ganho e eficiência de utilização dos nutrientes, nas condições do presente experimento. Normalmente, utiliza-se nesta faixa etária, fornecer probiótico, a base de estirpes de microrganismos para melhorar o consumo, a utilização de nutrientes (especialmente os fibrosos) e o ganho de peso, como relatado por Arenas et al. (2007). A ausência de efeito significativo para o consumo de MS, ganho de peso e eficiência alimentar também foi observada por Güler et al. (2006).

Tabela 11 – Efeito do acidificante adicionado ao concentrado sobre o ganho médio diário e eficiência alimentar dos bezerros, em função da idade

Idade (semanas)	Concentrado		CV (%) ¹
	Sem acidificante	Com acidificante	
Ganho de peso (kg/dia)			
9 a 12	0,5894	0,5814	28,59
13 a 16	0,5781	0,5571	22,58
9 a 16	0,5838	0,5692	14,76
Eficiência alimentar			
9 a 12	0,23	0,26	59,05
13 a 16	0,10	0,10	22,50
9 a 16	0,07	0,07	16,45

¹ Coeficiente de variação (CV).

O pH fecal não foi influenciado ($P>0,05$) pelo fornecimento de concentrado contendo o acidificante, entretanto, independente do tratamento, a medida que a idade avançou o pH fecal tendeu a reduzir-se, cujo valor médio ao início do experimento foi de 6,73 e ao final foi de 5,36 (Tabela 12). O menor pH observado no final do período experimental pode ser resultante da atividade microbiana presente no intestino grosso que, utilizando-se dos substratos oriundos dos compartimentos superiores do trato produziram considerável quantidade de ácidos, sendo então eliminados nas fezes com a conseqüente redução do pH fecal.

Tabela 12 – Efeito do acidificante adicionado ao concentrado sobre pH fecal dos bezerros em função da idade

Idade (semanas)	Concentrado		CV (%) ¹
	Sem acidificante	Com acidificante	
9	6,78	6,67	8,53
10	6,45	6,47	11,11
11	5,70	5,85	10,17
12	5,65	5,80	11,86
13	5,45	5,61	9,55
14	5,40	5,30	6,07
15	5,51	5,33	9,57
16	5,41	5,31	7,81

¹ Coeficiente de variação (CV).

Embora não se tenha observado efeito significativo ($P>0,05$) para a inclusão ou não do acidificante ao leite fornecido para os bezerros, nota-se que a presença de helmintos aumentou a partir da 13ª semana de vida dos animais (Tabela 13). Entretanto, pode-se considerar que o número médio observado foi baixo. As razões pelo efeito não significativo ($P>0,05$), seja em função do fornecimento do acidificante ou não, se deve as mesmas considerações descritas para o item no experimento 1.

O resultado referente aos escores fecais e corrimento nasal dos bezerros, obtidos pela aplicação do teste de Qui-quadrado, é apresentado na Tabela 14, respectivamente. Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) sobre os escores fecais e manifestação de corrimento nasal em função da inclusão contínua de acidificante ao concentrado dos bezerros a partir do desaleitamento até quarto meses de idade. A ausência de efeito observada, certamente, reflete o bom estatus nutricional e de saúde dos animais propiciado pelo programa de controle sanitário empregado.

Tabela 13 – Efeito do acidificante adicionado ao concentrado sobre o número de ovos de helmintos por grama de fezes dos bezerros, em função da idade

Idade (semanas)	Concentrado		CV (%) ²
	Sem acidificante	Com acidificante	
9	20,92	34,66	95,12
10	36,33	48,70	95,20
11	65,59	47,31	69,14
12	53,03	58,88	82,41
13	898,45	98,16	66,61
14	115,44	109,40	64,17
15	98,50	69,63	70,44
16	139,64	91,33	83,28

¹ O Coeficiente de variação (CV) se refere à análise conduzida sobre a variável dependente transformada.

Tabela 14 – Efeito do acidificante adicionado ao concentrado sobre o escore fecal e corrimento nasal dos bezerros

Concentrado	Número de dias com diarreia ¹		Total
	Presente	Ausente	
Sem acidificante	3	53	56
Com acidificante	4	52	56

Concentrado	Número de dias com corrimento ²		Total
	Presente	Ausente	
Sem acidificante	1	53	56
Com acidificante	2	54	56

¹ Hipótese de independência aceita (P>0,05). χ^2 (calculado) = 0,37; χ^2 (tabelado, 0,05) = 3,84.

² Hipótese de independência aceita (P>0,05). χ^2 (calculado) = 0,37; χ^2 (tabelado, 0,05) = 3,84.

3.3. Experimento 3

Não foi observado efeito (P>0,05) da adição ou não de acidificante ao sucedâneo do leite sobre os consumos em kg/dia e %PVg, para MS, MO, PB, EE, FDN e CT, em função da idade (Tabela 15 e 16, respectivamente).

A ausência de efeito significativo para o consumo de MS, também foi observada por Sandi & Mühlbach (2001) e Güler et al. (2006), já Meyer et al. (2001) e Heinrichs et al. (2003) verificaram aumento no consumo de MS total quando testaram prebiótico adicionado à dieta líquida dos bezerros.

O consumo médio de MS de 770 g/dia, é superior, enquanto o de PB, igual 130 g/dia, é inferior ao recomendado pelo NRC (2001) para bezerros com peso vivo entre 40 e 50 kg e ganho de 600 gramas por dia, que é de 690 e 180 g/dia, respectivamente. Entretanto é similar ao consumo de MS descrito por Jasper et al. (1990), de 780 g/dia.

Tabela 15 – Efeito do acidificante adicionado ao sucedâneo do leite sobre o consumo de nutrientes, expresso em quilograma por dia, em função da idade

Nutriente ¹	Idade (semanas)	Sucedâneo		CV (%) ²
		Sem acidificante	Com acidificante	
MS	0 a 4	0,7602	0,7816	19,70
	5 a 8	1,5354	1,6170	22,36
	0 a 8	1,1478	1,9993	20,70
MO	0 a 4	0,2884	0,3073	44,75
	5 a 8	0,9572	1,0291	31,22
	0 a 8	0,6228	0,6682	33,02
PB	0 a 4	0,0599	0,0637	44,13
	5 a 8	0,1967	0,2114	31,09
	0 a 8	0,1283	0,1376	32,80
EE	0 a 4	0,0214	0,0225	34,54
	5 a 8	0,0596	0,0637	28,59
	0 a 8	0,0405	0,0431	29,01
FDN	0 a 4	0,0210	0,0226	52,25
	5 a 8	0,0778	0,0840	32,66
	0 a 8	0,0494	0,0533	35,39
CT	0 a 4	0,7590	0,7804	19,67
	5 a 8	1,5315	1,6129	22,33
	0 a 8	1,1453	1,1966	20,67

¹ Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidrato total (CT). ² Coeficiente de variação (CV). P<0,05.

O consumo médio de MS foi de 0,77 kg/dia, em kg/dia, independente da adição ou não do acidificante ao sucedâneo, durante as primeiras quatro semanas, sendo resultante, basicamente, do consumo observado durante as duas últimas semanas do período, onde os animais apresentavam idade média de 28 a 30 dias.

Tabela 16 – Efeito do acidificante adicionado ao sucedâneo do leite sobre o consumo de nutrientes, expresso em porcentagem do peso vivo, em função da idade

Item	Idade (semanas)	Sucedâneo		CV (%) ²
		Sem acidificante	Com acidificante	
MS	0 a 4	1,41	1,37	18,24
	5 a 8	1,96	2,06	17,69
	0 a 8	1,46	1,53	15,39
MO	0 a 4	0,53	0,53	42,28
	5 a 8	0,16	0,17	26,19
	0 a 8	0,79	0,84	26,49
PB	0 a 4	0,11	0,11	41,64
	5 a 8	0,25	0,27	25,57
	0 a 8	0,16	0,17	26,25
EE	0 a 4	0,04	0,04	32,09
	5 a 8	0,08	0,08	23,23
	0 a 8	0,05	0,06	22,72
FDN	0 a 4	0,04	0,04	49,77
	5 a 8	0,10	0,11	27,05
	0 a 8	0,6	0,7	28,71
CT	0 a 4	1,40	1,37	18,21
	5 a 8	1,95	2,06	17,67
	0 a 8	1,46	1,53	15,36

¹ Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidrato total (CT). ² Coeficiente de variação (CV).

Embora Greenwood et al. (1997) tenha sugerido o consumo de MS de 1,5% do peso vivo como critério de desaleitamento, ao observar a Tabela 15, nota-se que o consumo médio de MS total durante as quatro primeiras semanas, independente do tratamento, foi de 1,39% PV, o que não suporta a estratégia de proceder ao desaleitamento utilizando-se como critério o consumo de MS em função do peso vivo, nesta idade, quando se utiliza sucedâneo. Todavia, Nussio et al. (2003), testando três critérios de desmama: consumo de concentrado igual a 700 g/dia, por três dias consecutivos; consumo de concentrado equivalente a 1,5% do peso vivo, por três dias consecutivos; e oito semanas de idade, considera que pode ser utilizado qualquer um dos critérios para desaleitamento, sendo a decisão dependente da facilidade de manejo de cada propriedade.

Não foi encontrado efeito ($P > 0,05$) para os ganhos médios diários e eficiência alimentar (Tabela 17) quando os animais receberam sucedâneo do leite com ou sem acidificante. O ganho de peso, independente do tratamento, foi de 585, 568 e 576 g/dia,

respectivamente, para os ganhos médios diários e ponderais. Estes valores são superiores aos encontrados por Jaster et al. (1990), de 250g/dia, para bezerros recebendo acidificante de forma contínua entre o nascimento e os 28 dias de idade. Zanetti et al. (1999), utilizando acidificante, produto contendo *Lactobacillus*, enzimas (amilases, proteases e celulasas) e manose, também não observaram diferença nos ganhos médios diários de peso entre os animais tratados e o controle, entre 310 e 380 g/animal. Quigley et al. (1997) obtiveram ganho de peso inferior quando utilizaram galactosil-lactose em sucedâneo. Situação adversa a observada também foi registrada por Sandi & Mühlbach (2001) que, utilizando aditivo à base de oligossacarídeo de manana, concluíram que os bezerros tratados ganharam ($P<0,05$) 430 g/animal/dia, enquanto aqueles no tratamento controle ganharam 370g/animal/dia, aos 56 dias de idade. Lima et al. (2006) testando o efeito de probiótico para reduzir os efeitos do estresse térmico em bezerros de idade similar, no semi-árido nordestino, encontrou ganhos de 360g/dia.

Tabela 17 – Efeito do acidificante adicionado ao sucedâneo do leite sobre o ganho médio diário e eficiência alimentar dos bezerros, em função da idade

Idade (semanas)	Sucedâneo		CV (%) ¹
	Sem acidificante	Com acidificante	
Ganho de peso (kg/dia)			
0 a 4	0,56	0,65	34,77
5 a 8	0,89	0,75	26,86
0 a 8	0,72	0,70	20,82
Eficiência alimentar			
0 a 4	0,77	0,82	35,48
5 a 8	0,65	0,44	38,75
0 a 8	0,69	0,69	28,55

¹ Coeficiente de variação (CV).

A eficiência alimentar não foi ($P>0,05$) influenciada pela adição do acidificante ao leite. Todavia, Zanetti et al. (1999), utilizando acidificante contendo *Lactobacillus*, enzimas e manose observaram melhor conversão alimentar dos animais que receberam o acidificante (1,22) em relação aos animais do grupo controle (1,66). Sandi & Mühlbach

(2001) verificaram eficiência alimentar de 0,80 e 0,99 para bezerros recebendo probiótico e desaleitados aos 28 e 56 dias de idade.

Não se observou efeito ($P>0,05$) para o pH fecal ao adicionar acidificante ao sucedâneo, exceto na sexta semana, onde os animais que receberam acidificante apresentaram menor pH fecal (Tabela 18). O pH fecal apresentou tendência de tornar-se alcalino para os animais que não receberam o acidificante. Provavelmente, tal observação advém da neutralização do pH do conteúdo que formou a massa fecal pelos agentes tamponantes ruminais e intestinais necessários aos processos digestivos que ocorrem nesses compartimentos. Denovan et al. (2002) também não encontraram influência sobre o pH fecal de bezerros tratados com antibiótico ou probiótico.

Tabela 18 – Efeito do acidificante adicionado ao sucedâneo do leite sobre pH fecal dos bezerros; valor P para tratamento e coeficiente de variação (CV), em função da idade

Idade (semanas)	Sucedâneo		Valor P ¹	CV (%)
	Sem acidificante	Com acidificante		
1	6,42	6,27	0,4421	4,82
2	6,95	6,88	0,7911	6,68
3	7,10	6,87	0,2891	5,19
4	7,14	6,87	0,2590	5,83
5	7,43	7,03	0,0284	3,87
6	7,29	6,84	0,0168	3,97
7	7,32	6,85	0,1480	7,36
8	6,86	6,95	0,8158	8,80

¹ Significativo quando $P<0,05$.

Como no experimento 1 e 2, não foi observado efeito ($P>0,05$) sobre os escores fecais e manifestação de corrimento nasal dos bezerros a partir do nascimento até dois meses de idade em função da inclusão contínua de acidificante ao sucedâneo do leite (Tabela 19). Neste item, as mesmas considerações descritas no experimento 1 para a ausência de efeito

são válidas, pois as mesmas práticas adotadas naquela condição experimental foram aplicadas aos animais deste experimento.

Tabela 19 – Efeito do acidificante adicionado ao sucedâneo do leite sobre a ocorrência de diarreia e corrimento nasal em bezerros

Sucedâneo	Número de dias com diarreia ¹		Total
	Presente	Ausente	
Sem acidificante	4	52	56
Com acidificante	8	48	56

Número de dias com corrimento ²			
Sucedâneo sem acidificante	9	47	56
Sucedâneo com acidificante	6	50	56

¹ Hipótese de independência aceita ($P > 0,05$). χ^2 (calculado) = 1,89; χ^2 (tabelado, 0,05) = 3,84.

² Hipótese de independência aceita ($P > 0,05$). χ^2 (calculado) = 0,87; χ^2 (tabelado, 0,05) = 3,84.

Somente foi observada diferença ($P < 0,05$) para o comprimento de garupa ao início do experimento (Tabela 20). Provavelmente essa diferença decorre do acaso na distribuição aleatória dos animais, pois nesta ocasião os animais ainda não estavam recebendo o acidificante. Todavia, como era de se esperar, dado que são animais em crescimento, houve aumento em todas as variáveis consideradas à medida que avançaram em idade.

Jasper et al. (1990) não encontraram diferenças para perímetro torácico e altura de cernelha em bezerros alimentados com substituto do leite acidificado ou não. Segundo Banys et al. (1999), o perímetro torácico e a altura da cernelha são as medidas de maior correlação com o desenvolvimento e de menor amplitude de erro durante sua tomada. O comportamento dos dados observados no presente experimento é similar aos descritos pelos autores citados anteriormente.

Embora a inclusão da ocorrência de diarreia ao modelo matemático utilizado na análise estatística não tenha propiciado influência sobre as variáveis de consumo e desempenho a ponto de se detectar diferenças significativas, parece justificável sua inclusão como covariável quando o grau de ocorrência de diarreia é elevado, pois pode contribuir sobremaneira para a explicação dos resultados. Sugere-se, portanto, que outros ensaios dessa natureza sejam realizados para validar a sua aplicação em bezerros.

Tabela 20 – Efeito do acidificante adicionado ao sucedâneo do leite sobre as medidas corporais; valor P para tratamento e coeficiente de variação (CV), em função da idade

Medida (cm)	Idade (dias)	Sucedâneo		Valor P ¹	CV (%)
		Sem acidificante	Com acidificante		
CC	0	22,49	22,64	0,7705	3,99
	15	23,54	24,46	0,1340	4,15
	30	25,92	25,33	0,4985	5,74
	45	26,90	27,23	0,6219	4,22
	60	28,36	27,39	0,2972	5,54
CG	0	36,77	40,86	0,0365	7,85
	15	41,35	44,64	0,1162	7,91
	30	46,98	49,02	0,2053	5,58
	45	48,95	51,80	0,0565	4,70
	60	51,49	52,63	0,3800	4,20
CD	0	76,47	77,03	0,5734	2,19
	15	80,65	81,10	0,7102	2,54
	30	81,54	83,08	0,3326	3,26
	45	85,84	85,29	0,7230	3,10
	60	88,47	87,41	0,5667	3,59
PT	0	81,01	81,24	0,8562	2,70
	15	85,05	84,82	0,8980	3,71
	30	88,81	88,19	0,6928	3,04
	45	94,29	93,33	0,6710	4,14
	60	99,15	97,47	0,4444	3,78
AC	0	65,42	65,33	0,9516	3,79
	15	68,57	70,30	0,3681	4,67
	30	71,01	72,49	0,5431	5,73
	45	74,73	76,40	0,6856	3,79
	60	78,97	77,78	0,6055	5,03

¹ Comprimento do corpo (CC), garupa (CG), dorso (CD), perímetro torácico (PT) e altura da cernelha (AC). ² Coeficiente de variação (CV).

Conforme pôde ser constatado, resultados contraditórios em pesquisas com prebióticos são frequentes e justificáveis. As possíveis razões desta inconsistência de resultados são, dentre outras: (a) a diversidade na composição dos produtos testados; (b) a qualidade do prebiótico em teste e a dosagem administrada; e (c) a condição de manejo imposta aos animais, com maior ou menor estresse.

A possibilidade de se observar resposta positiva no uso de prebióticos para bezerros de rebanhos leiteiros depende de alguns fatores, incluindo o nível do manejo e o grau de estresse a que estes animais estão submetidos. É razoável supor que os melhores resultados

do uso de prebióticos ocorram sob condições de estresse dos animais, ou seja, em criatórios onde ainda existam falhas de manejo, o que não ocorreu nos ensaios.

Como o uso de prebióticos está relacionado com a menor dependência no emprego de antibióticos é de se esperar que a indústria disponibilize produtos cada vez mais eficazes no que se refere ao objetivo, meio e fim: melhorar o desempenho animal sem, no entanto, produzir um alimento contendo resíduo prejudicial à saúde humana.

5. Conclusões

A adição do acidificante, nas dosagens utilizadas, fornecido no leite, sucedâneo ou concentrado, não agrega ganhos diferenciados ao desempenho dos bezerros do nascimento aos quatro meses de idade.

5. Referências bibliográficas

- ABE, A.; MIYAJIMA, Y.; HARA, T.; et al. Factors affecting water balance and fecal moisture content in suckling calves given dry feed. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.1960-1967, 1999.
- ABU TARBOUSH, H. M.; AL SAIADY, M. Y.; KEIR EL DIN, A.H. Evaluation of diet containing lactobacilli on performance, fecal coliform, and lactobacilli of young dairy of calves. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.1-2, p.39-49, 1996.
- ARENAS, S.E.; REIS, L.S.L.S.; FRAZATTI-GALLINA, N.M. et al. Efeito do probiótico proenzime[®] no ganho de peso em bovinos. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.213, p.75-78, 2007.
- BANYS, V.L.; PAIVA, P.C.A.; ALVARENGA, L.C. et al. Biometria dos órgãos e partes não componentes da carcaça de bezerros provenientes do aleitamento com sucedâneos baseados em proteína texturizada da soja. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.240.
- DONOVAN, D.C.; FRANKLIN, S.T.; CHASE, C.C.L.; et al. Growth and health of Holstein calves fed milk replacers supplemented with antibiotics or enteroguard. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.947-950, 2002.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 2. ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1963. 384p.
- GREENWOOD, R.H.; MORRILL, J.L.; TITGEMEYER, E.C. Using dry feed intake as a percentage of initial body weight as a weaning criterion. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.10, p.2542-2546, 1997.

- GÜLER, O.; YANAR, M.; BAYRAM, B.; et al. Performance and health of dairy calves fed limited amounts of acidified milk replacer. ALALI, W.Q.; SARGEANT, J.M.; NAGARAJA, T.G.; et al. Effect of antibiotics in milk replacer on fecal shedding of *Escherichia coli* 0157:H7 in calves. **South African Journal of Animal Science**, v.36, n.3, p.149-154, 2006.
- HEINRICHS, A.J.; JONES, C.M.; HEINRICHS, B.S. Effects of mannan oligosaccharide or antibiotics in neonatal diets on health and growth of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.4064-4069, 2003.
- JASPER, E.H.; McCOY, G.C.; TOMKINS, T.; et al. Feeding acidified or sweet milk replacer to dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.12, p.3563-3566, 1990.
- LIMA, J.M.M; GUIDONI, A.L. Importância da variável ocorrência de diarreia em modelos matemáticos para análise de experimentos de leitões. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.31.
- LIMA, P.O.; MOURA, A.A.; FAÇANHA, D.A. et al. Desempenho e indicadores de estresse térmico em bezerras alimentadas com sucedâneo lácteo com ou sem probiótico no semi-árido brasileiro. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**, v.14, n.2, p.49-55, 2006.
- LUCCI, C. **Bovinos leiteiros jovens: nutrição, manejo e doenças**. São Paulo: Nobel-EDUSP, 1989. 371p.
- LYFORD, S. Crecimiento y desarrollo del aparato digestivo de los rumiantes. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **El rumiante: fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acríbia, 1993. p.47-68.
- MAGALHÃES, M.N.; LIMA, A.C.P. **Noções de probabilidade e estatística**. 3.ed. São Paulo: IME-USP, 2001. 392p.
- MARQUES, D.C. **Criação de bovinos**. 7.ed. Belo Horizonte: CVP Consultoria Veterinária e Publicações, 2003.586p.
- MERCHEN, N.R. Digestión, absorción y excreción en los rumiantes. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **El ruminante: fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acríbia, 1996. p.191-223.
- MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.01-33.
- MEYER, P.M.; PIRES, A. V.; BAGALDO, A.R.; et al. Adição de probiótico ao leite integral ou sucedâneo e desempenho de bezerras da raça holandesa. **Scientia agrícola**, v.58, n.2, p.215-221, 2001.
- MILLER, D.F. Acidified poultry diets and their implications for the poultry industry. In: **Biotechnology in the feed industry**. Alttech technical, 1987. p.199-207.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 362p.

- NUSSIO, C.M.B.; RODRIGUES, A.A.; SANTOS, F.A.P. et al. Avaliação de critérios para desaleitamento de bezerras leiteiras. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003.
- PALENZUELA, P. R. Los ácidos orgánicos como agentes antimicrobianos. In: REBOLLAR, A. P. G.; BLAS, C.; MATEOS, G. G. (Eds.) **CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA: AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL**. Madrid. 2003.
- QUIGLEY, J.D.; III, DREWRY, J.J.; MURRAY, L.M.; et al. Body weight gain, feed efficiency, and fecal scores of dairy calves in response to galactosyl-lactose or antibiotics in milk replacers. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.8, p.1751-1754, 1997.
- SALMOND, C.V.; KROL, R.G.; BOOTH J.R. The effect of food preservatives on pH homeostasis in *Escherichia coli*. **Journal of General Microbiology**. v. 130, p.2845-50, 1984.
- SANDI, D.; MUHLBACH, P. R. F. Desempenho de bezerros da raça Holandesa com desaleitamento aos 28 ou 56 dias de idade, com ou sem aditivo à base de oligossacarídeo de manana. **Ciência Rural**, v. 31, n.3, p.487-490, 2001.
- STATISTICAL OF ANALYSIS SISTEMS INSTITUTE – SAS. **Statistical analysis system user`s guide: basics**. 7.ed. Cary, 2000.
- SHEATER, A.L. Detection of worm eggs in the faeces of animals and some experiences in the treatment of parasitic gastritis in cattle. **Journal of Comparative Pathology and Theriogenology**, v. 36, p.71-90, 1923.
- SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. **Statistical methods**. 8.ed. Iowa: Iowa University Press, 1989. 503p.
- TIMMERMAN, H.M.; MULDER, L.; EVERTS, H.; et al. Health and growth of veal calves fed milk replacers with or without probiotics. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.2154-2165, 2005.
- ZANETTI, M. A.; SCHALCH, E. ; ROSSINI, A. J. et al.. Uso de aditivos em dietas de bezerros holandeses. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. CD-ROM.
- YOUNG, K.M.; FOEGEDING, P.M. Acetic, lactic and citric acids and pH inhibition of *Listeria Monocytogenes*: the effect on intracellular pH. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 74, p. 515-20, 1993.

Capítulo 2

Consumo e digestão em bezerros alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado

1. Introdução

A fim de exercer suas diferentes funções fisiológicas e atender as exigências de manutenção, crescimento e produção (ganho), o animal necessita ingerir quantidades adequadas de nutrientes. Segundo Gomide & Queiroz (1994), os alimentos podem ser quantificados quanto ao seu valor nutritivo e alimentício. O valor nutritivo refere-se a composição bromatológica e a digestibilidade do alimento. Ulliyatt (1973) define o valor alimentício como a avaliação biológica do alimento, em termos de produção animal, representando o potencial de ingestão de nutrientes que habilita o animal a realizar sua função produtiva. Assim, entende-se que o conceito de valor alimentício é mais amplo que o valor nutritivo, pois incorpora também o conceito de consumo. Analogamente, sendo a composição e a digestibilidade características inerentes ao alimento, conforme Coelho da Silva (2006), o consumo e sua intensidade assumem particular importância nos sistemas de produção animal. Conclui-se, portanto, que o consumo determina o nível de nutrientes ingeridos, e, portanto, a resposta animal (Van Soest, 1994).

O termo consumo voluntário refere-se à quantidade máxima de matéria seca que o animal ingere espontaneamente (Minson & Wilson, 1994). Dessa forma, a quantidade de matéria seca e nutrientes consumidos pelo animal passa a ser uma mensuração crítica para fazer inferências nutricionais sobre a alimentação e a subsequente resposta animal (Burns et al., 1994). Segundo Forbes (1995), se o consumo voluntário for baixo, então a taxa de crescimento e produção provavelmente reduzirão, fazendo com que os requerimentos de manutenção representem grande proporção da energia metabolizável consumida, gerando baixa eficiência de conversão alimentar.

Segundo Thiago & Gill (1990), as variações no consumo resultam de uma interação complexa, envolvendo os elementos que constituem a dieta (composição química e

estruturas anatômicas), a microbiota ruminal (proporção e interação de microrganismos) e o animal (idade, raça, sexo, nível de produção e estado fisiológico).

Mertens (1994) e Grovum (1993) salientam que o consumo voluntário é regulado por três mecanismos de natureza distinta, mas que se interagem na determinação final do nível de ingestão: físico – relacionado à capacidade de distensão ruminal; fisiológico – em que a regulação é dada pelo balanço nutricional; e psicogênico – envolvendo a resposta comportamental do animal a fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento e ao ambiente.

Fisicamente, o consumo voluntário de matéria seca nos ruminantes consumindo forragens pode ser limitado como resultado de um fluxo restrito de digesta através do trato gastrintestinal, resultando na distensão de um ou mais segmentos do trato digestivo, o que implica na redução do consumo (Allen, 1996). Dessa forma, quando se fornecem aos animais rações palatáveis, porém altas em volume e baixas em concentração energética, o consumo é limitado por alguma restrição na capacidade do trato digestivo (Mertens, 1994).

Quando os animais são alimentados com rações palatáveis, de baixa capacidade de promover o enchimento e prontamente digestíveis, o consumo passa a ser regulado a partir da demanda energética do animal (Mertens, 1994). O mecanismo de regulação fisiológica pode ser interpretado em uma situação em que, no consumo de matéria seca, a ingestão energética seja igual a do requerimento animal (Mertens, 1994); dessa forma, em quantidades inferiores as previstas, quando o consumo é limitado pela repleção, o consumo cessa e as demandas relativas ao potencial de desempenho ou estado fisiológico do animal são atendidas. Forbes (1993) concluiu que os ruminantes em geral são capazes de controlar o consumo energético de maneira semelhante aos animais de estômago simples, desde que a densidade de nutrientes da ração seja suficientemente alta para que as restrições físicas não interfiram.

Segundo Grovum (1993), estando o animal em perfeitas condições de saúde e ausência de distúrbios metabólicos, mesmo havendo disponibilidade de alimento, o consumo pode ser primeiramente limitado pelo efeito psicogênico. O efeito psicogênico reflete a resposta comportamental do animal frente às características peculiares do alimento, em determinadas condições de meio, como a palatabilidade, odor, textura e cor; não exercendo, portanto, nenhum efeito posterior a ingestão.

Recentemente tem sido descrita uma teoria alternativa à regulação do consumo, a teoria quimiostática, proposta por Ketelaars & Tolkamp (1991). Segundo esta teoria, a regulação do consumo está baseada no conceito de que os animais são beneficiados quando promovem aumento no consumo de alimentos até o nível necessário à otimização da utilização do oxigênio. Níveis de oxigênio elevados, não utilizados pelo metabolismo, favorecem a formação de radicais livres que são identificados pelas membranas celulares como agentes causadores de perturbações e degenerações irreversíveis, levando-as à morte. Assim, especula-se que os animais podem promover a regulação de seu consumo para otimizar a quantidade de energia produzida por unidade de oxigênio produzida.

Uma vez ingeridos os alimentos são submetidos aos eventos digestivos, sendo a digestão um processo de conversão de macromoléculas do alimento em suas unidades construtivas ou compostos simples que podem ser absorvidos no trato gastrintestinal. Medidas de digestibilidade contribuem significativamente para o desenvolvimento de sistemas, para descrever e avaliar o potencial nutritivo dos alimentos em termos de aporte de nutrientes (Van Soest, 1994). Todavia, existem muitos fatores que influenciam a digestibilidade, como composição dos alimentos, composição da ração, preparo dos alimentos e os fatores dependentes do animal e do nível nutricional (Merchen, 1993).

Segundo Signoretti et al. (1999), uma das maneiras de se conseguir máximo consumo de energia, em ruminantes, é a manipulação da proporção de volumoso:concentrado. Mudando-se a ração de 100 para 50% de volumoso, o consumo de matéria seca aumenta em torno de 35%, observando-se também aumento da digestibilidade total da ração, refletindo a maior digestibilidade do concentrado. Por outro lado, há considerável decréscimo da digestibilidade da fibra, devido ao menor tempo de permanência do volumoso no trato digestivo. Essas informações sugerem que os efeitos favoráveis da adição de concentrado na dieta parecem apresentar comportamento curvilíneo e ponto ótimo variando principalmente com a qualidade do volumoso (Mattos, 1993). Embora seja observado aumento do consumo de matéria seca quando há acréscimo na digestibilidade da matéria seca de 52 para 68%, a ingestão de matéria seca está relacionada com a necessidade de energia do animal, quando a digestibilidade é superior a esse valor (Signoretti, et al., 1999).

Como resultado do consumo de alimentos tem-se no rúmen-retículo o fornecimento constante de substratos, que são usados pelos microrganismos ruminais para crescimento, síntese de proteína microbiana e fermentação. Da fermentação resultam produtos, principalmente ácidos graxos voláteis, que constituem a principal fonte de energia para os animais ruminantes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão de níveis crescentes de concentrado à dieta de bezerros sobre o consumo e a digestibilidade total dos nutrientes, as características de fermentação ruminal, a dinâmica de passagem das frações sólida e líquida e o aporte de nutrientes.

2. Material e Métodos

O experimento foi realizado na Unidade de Pesquisa, Ensino e Extensão em Gado de Leite do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, no período de maio a setembro de 2006.

Foram utilizados 4 bezerros, machos, inteiros, com $7 \pm 0,5$ meses de idade e 155 ± 12 kg de peso corporal médio inicial, fistulados no rúmen conforme Leão & Coelho da Silva (1980). Os animais foram distribuídos em quadrado latino (4 dietas x 4 períodos de 16 dias cada), cujas dietas experimentais constituíram as relações volumoso concentrado de 20:80, 40:60, 60:40 e 80:20, com base na matéria seca.

As dietas experimentais (Tabela 1 e 2) foram formuladas para serem isoprotéicas e para ganho de peso de 0,8 kg/dia (NRC, 2001).

Os animais foram alimentados uma vez ao dia, sempre pela manhã, na forma de dieta completa. Diariamente foram pesados o oferecido e as sobras para ajustar o consumo de forma a garantir sobra de 5 a 10% da matéria natural. O consumo individual médio dos animais foi considerado como sendo aquele observado entre o 11º e o 16º dia de cada período experimental.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais, (% MS)

Ingredientes	Dietas experimentais			
	20:80	40:60	60:40	80:20
Feno de <i>coast-cross</i>	20,00	40,00	60,00	80,00
Milho	61,35	40,90	20,45	0,00
Farelo de soja	16,94	17,40	17,86	18,32
Mistura mineral ¹	1,71	1,70	1,69	1,68
Composição nutricional ²				
MS	88,12	88,24	88,36	88,47
MM	4,88	5,83	6,78	7,73
MO	94,85	93,86	92,87	91,87
PB	15,40	15,40	15,40	15,40
EE	2,99	2,45	1,90	1,35
FDN	25,63	39,33	53,03	66,72
CT	76,73	76,32	75,92	75,51

¹ Composição (%): fosfato bicálcico, 41,66; sal comum, 56,79; sulfato de cobre, 0,20; sulfato de zinco, 1,19; iodato de potássio, 0,03; sulfato de cobalto, 0,05; e selenito de sódio, 0,08.

² Matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos totais (CT).

Tabela 2 – Composição nutricional do feno e dos concentrados, (%MS)

Nutrientes ¹	Feno	Relações volumoso:concentrado			
		20:80	40:60	60:40	80:20
MS (%)	92,30	89,10	89,34	89,23	89,43
MM ¹	10,24	7,17	8,72	7,94	16,18
MO ¹	89,24	92,83	91,28	92,06	83,82
PB ¹	12,47	14,52	18,96	20,75	15,80
EE ¹	1,82	1,37	1,85	1,82	0,50
FDN ¹	71,72	16,92	15,26	13,98	13,13
CT ¹	76,68	76,94	70,47	69,48	67,52

¹ Matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos totais (CT).

Durante o período de determinação do consumo individual médio, também foram coletadas amostras diárias do concentrado, do feno e das sobras, as quais foram compostas com base no peso seco de cada subamostra, por animal e período, e moídas em peneira de 1 mm para as análises bromatológicas.

O coeficiente da digestibilidade aparente total foi determinado pelo método indireto utilizando-se como indicador a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi). Para tanto, foram coletadas amostras de fezes entre o 12º e o 16º dia de cada período experimental.

As coletas de amostras de fezes, em quantidade aproximada de 200g, foram realizadas com intervalos de 26 horas entre elas, de forma a iniciar às 8:00 do 12º dia e finalizar às 16 horas do 16º dia, totalizando 5 coletas. As amostras de fezes foram secas em estufa com circulação forçada de ar, a $60 \pm 5^\circ\text{C}$, por 72 horas (Silva & Queiroz, 2002). A seguir, foram moídas em peneira de 1 mm e armazenadas sob a forma de amostras compostas com base no peso seco de cada subamostra, por animal e período, para posterior determinação da composição e concentração do indicador.

Para a determinação do indicador foi utilizada aproximadamente 1,0 g das amostras dos alimentos, sobras e fezes, moídas a 1 mm, as quais foram incubadas, em sacos de tecido não-tecido (TNT – 100 g/m^2), obedecendo a relação de 20 mg de MS/cm² de superfície (Nocek, 1988), no rúmen, ao final de todo o experimento, por um período de 144 horas, segundo adaptação da técnica descrita por Cochran et al. (1986). Após a incubação o material remanescente foi submetido à análise de fibra em detergente ácido para utilização desse indicador na estimativa da digestibilidade dos nutrientes.

Nas amostras de alimentos, sobras e fezes foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) (Silva & Queiroz, 2002), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) (Van Soest et al., 1991). Os carboidratos totais (CT) e a estimativa de consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT), obtida a partir da diferença entre o ingerido e o recuperado nas fezes de cada nutriente, com base na matéria seca, conforme as equações de Sniffen et al. (1992).

Os coeficientes das digestibilidades aparentes totais da MS, MO, EE, FDN e CT foram efetuados segundo Coelho da Silva & Leão (1979).

No 14º dia de cada período experimental, amostras de líquido ruminal (100 mL) foram manualmente coletadas imediatamente antes, 2, 4, 6 e 8 horas após o fornecimento da alimentação. As leituras de pH foram feitas imediatamente após as coletas, utilizando-se pHgâmetro digital. Para determinação da concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH₃), amostras de aproximadamente 50 mL de líquido ruminal foram filtradas em gaze e

adicionadas em recipiente contendo 1 mL de ácido sulfúrico 1:1, que foram armazenados a -10°C para análises posteriores do teor de N-NH_3 . Após o descongelamento, foram retiradas alíquotas de 10 mL, as quais adicionou-se 1 mL de ácido tricloroacético 10% e centrifugadas por 15 minutos a 5000 rpm. Então, das amostras centrifugadas foram obtidas alíquotas de 2 mL do sobrenadante que foram destiladas com solução de $\text{KOH } 2\text{N}$ (132 g de KOH/L de H_2O destilada) e tituladas com ácido apropriado.

Para a determinação da concentração dos ácidos graxos voláteis (AGVs) acético, propiônico, butírico e láctico foram coletados 50 mL do líquido de rúmen nos mesmos dias e horários para determinação do pH e N-NH_3 , filtrados em gaze dupla e armazenado a -10°C . Após descongelamento das amostras, retirou-se alíquotas de 2 mL, nas quais foram adicionados 1 mL de ácido metafosfórico a 20% e 0,2 mL de ácido fênico a 1% (como padrão interno). Em seguida foram centrifugadas a 17000 rpm, por 15 minutos, sendo o sobrenadante utilizado para as leituras das concentrações. As leituras dos AGVs foram realizadas em Cromatógrafo Líquido de Alto Desempenho (HPLC), marca SHIMADZU SPD-10 A VP, detector Ultra Violeta (UV) e comprimento de ondas de 210 nm. A coluna usada foi C18 (fase reversa). Utilizou-se como fase móvel o ácido fórmico 0,1% em água, fluxo de 1,5 mL/minuto, pressão na coluna de 168 Kgf e volume injetado 20 μL .

No 16° dia de cada período experimental foram tomadas amostras de sangue, de aproximadamente 10 mL, zero e 4 horas após a alimentação, via jugular, em tubos vacutainers. Então centrifugadas a 2500 rpm, por 15 minutos, cujo soro foi armazenado a -10°C em tubos tipo eppendorf para análises posteriores de glicose e nitrogênio uréico. As leituras das concentrações dos metabólitos referidos foram feitas mediante o emprego de “kits” comerciais correspondentes.

A taxa de passagem de fluidos pelo rúmen-retículo foi determinada utilizando-se Co-EDTA (Udén et al., 1980). O complexo Co-EDTA foi fornecido em dose única de 5g por animal-teste, diluído em 400 mL de água destilada e infundido em vários locais do rúmen, através da fístula, no 9° dia de cada período experimental, antes da alimentação. Foram obtidas amostras de 50 mL de fluido ruminal nos tempos 0 (imediatamente antes do fornecimento Co-EDTA), 2, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 30 e 36 horas pós-dosagem (Colucci et al., 1990). As amostras foram filtradas em tecido duplo de algodão e conservadas a -10°C . Após descongeladas, a temperatura ambiente, e decantadas, subamostras de 10 mL do

líquido ruminal foram centrifugadas a $28.100\times g$, por 15 minutos, e submetidas à análise para determinação da concentração de cobalto em espectrofotômetro de absorção atômica com chama de acetileno, com comprimento de onda de $\lambda = 240,7$ nm e abertura de fenda de 0,2 mm (Huhtanen & Kukkonen, 1995).

Para determinação da dinâmica de passagem de fluidos: taxa de passagem, o tempo de retenção no rúmen-retículo, o volume de líquido de rúmen e o fluxo de líquido ruminal, as curvas de concentração ruminal do cobalto foram ajustadas ao modelo exponencial unicompartmental, descrito por Colucci et al. (1990). A taxa de reciclagem da fase líquida ruminal foi calculada conforme Maeng & Baldwin (1976).

A taxa de passagem de partículas do concentrado foi estimada com cloreto de itérbio (YbCl_3), fixado ao farelo de soja (Ellis & Beever, 1984, citados por Pereira, 1992), com algumas modificações. Para a marcação do farelo de soja, procedeu-se à extração dos componentes solúveis, fervendo-se 500 g do alimento por uma hora em recipiente com capacidade para 15 L, utilizando-se detergente neutro comum, com componente neutro ativo, alquil benzeno sulfonato de sódio na proporção de 100 g do farelo para 20 mL de detergente e para 1,5 L de água. O material resultante foi colocado em saco de tecido de algodão e lavado em água corrente, para remoção dos materiais solúvel e a seguir, seco em bandeja de plástico, em estufa com circulação forçada de ar, a $60 \pm 5^\circ\text{C}$ por 48 horas. A fixação do indicador foi realizada mediante a imersão do farelo de soja por 24 horas em solução acidificada com ácido sulfúrico ($\text{pH} = 2,5$), na proporção de 100 g de MS por litro de solução. A concentração do indicador na solução foi de 20 mg/g de amostra seca a marcar. Logo após, o material foi transferido para um saco de tecido de náilon com 100 μm de abertura de poro e lavado em água corrente. Para eliminação do indicador debilmente fixado, a bolsa de tecido de náilon contendo o material foi imersa, por uma hora, em solução de ácido cítrico, acidificado com ácido sulfúrico ($\text{pH} = 2,5$), que possui uma ação quelatante, na base de 0,0136 g/g de alimento a marcado com o cloreto de itérbio, em volume de água idêntico ao utilizado na marcação. O excesso do indicador quelatado pelo ácido cítrico foi eliminado por lavagem da bolsa com o material em água corrente, até o clareamento da água. A seguir, procedeu-se à secagem final do alimento marcado em bandeja de plástico, em estufa com circulação forçada de ar, a $60 \pm 5^\circ\text{C}$ por 48 horas.

A taxa de passagem do volumoso foi estimada com o preparo do indicador Cr-mordente, fixado à parede celular do feno de *coast-cross*, conforme Udén et al. (1980).

Inicialmente, amostras de feno foram secas em estufa de ventilação forçada a $60 \pm 5^\circ\text{C}$ por 72 horas. A seguir, procedeu-se à fervura, por uma hora, desse material individualmente, em vasilha metálica (por exemplo, latas de 18 litros), junto com detergente neutro, na proporção de 100 g de amostra seca para 100 mL de detergente e 1 litro de água. Em seqüência a esse procedimento, o material foi filtrado em saco de tecido de algodão e lavado com água corrente de torneira, para remoção dos componentes solúveis e seco a $60 \pm 5^\circ\text{C}$, durante 72 horas. A essa fibra, adicionou-se uma solução de dicromato de sódio ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), contendo uma quantidade de cromo equivalente a 13% do peso da fibra a ser marcada. Posteriormente, diluiu-se a fibra e o dicromato de sódio em um recipiente de vidro com 5 litros de capacidade, com abertura ampla, contendo água suficiente para que o reagente perfundisse toda a fibra. O recipiente foi coberto com papel laminado e colocado em estufa de ventilação forçada, regulada para 100°C por 24 horas. Em seguida, lavou-se o material em água corrente, para remover o excesso de dicromato, e adicionou-se ácido ascórbico comercial, na quantidade correspondente à metade do peso da fibra, deixando-a em repouso por uma hora. Finalmente, o material foi envolvido com um saco de pano e lavado repetidas vezes até o completo clareamento da água e seco em estufa de ventilação forçada a $60 \pm 5^\circ\text{C}$ por 72 horas.

As amostras marcadas de feno e farelo de soja foram fornecidas aos animais 15 minutos antes da alimentação, via fístula ruminal, em dose única de 50 e 30 g, respectivamente, acondicionadas em cápsulas de papel, no 6º dia de cada período experimental.

A dosagem do cromo e itérbio foi realizada nas fezes, a partir de amostras coletadas nos tempos zero (imediatamente antes da administração do indicador), 4, 8, 12, 16, 24, 30, 36, 48, 72, 96 e 120 horas após à administração do alimento marcado.

As amostras de fezes relativas aos procedimentos para quantificação de parâmetros da cinética de trânsito foram analisadas quanto aos teores de MS (Silva & Queiroz, 2002) e cromo (Williams et al., 1962). A análise foi feita em espectrofotômetro de absorção atômica, chama de óxido nitroso/acetileno, com comprimento de onda $\lambda = 398,8 \text{ nm}$ e abertura de fenda de 0,2 nm (Huhtanen & Kukkonen, 1995).

Os parâmetros de cinética de trânsito foram estimados por intermédio do ajustamento à curva de excreção fecal do indicador do modelo gama 2 tempo-dependente descrito por Ellis et al. (1994).

O experimento foi analisado segundo delineamento em quadrado latino 4 x 4, com quatro dietas, quatro animais e quatro períodos experimentais. O comportamento das médias foi interpretado por regressão e correlação linear (Myers, 1990). Todos os procedimentos de regressão não-linear aplicados para o ajustamento de modelos foram conduzidos segundo o algoritmo iterativo de Gauss-Newton (Souza, 1998).

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados por intermédio do programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2000), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

3. Resultados e Discussão

Os consumos médios das variáveis estudadas, em quilograma por dia (kg/dia), foram influenciados pelas relações volumoso concentrado (Tabela 3). O consumo médio de MS, MO, FDN e CT apresentaram comportamento linear, a PB, o EE e NDT, quadrático, para ($P < 0,05$).

O aumento no consumo de MS, em função das dietas, provavelmente se deve a menor ingestão de FDN, que apresentou comportamentos inverso à medida que os níveis de concentrado foram sendo aumentados. Assim, pode-se supor que o consumo foi limitado, quando os animais foram submetidos a dietas com altos níveis de volumoso, devido ao efeito de enchimento do rúmen, em decorrência do aumento dos níveis de fibra. O enchimento ruminal observado pode ser explicado pelo maior tempo de permanência da forragem na câmara fermentativa, isto porque para ser utilizada, estando as demais exigências para o crescimento microbiano supridas, demanda tempo para que os microrganismos celulolíticos possam reconhecer o substrato, colonizar as células e realizar a despolimerização da parede celular vegetal. Quanto maior for o conteúdo de parede celular vegetal rico em lignina menor será a extensão de utilização dos carboidratos fibrosos nela presentes e maior será o tempo demandado para que os resíduos não digeríveis escapem dos compartimentos rúmen-retículo (RR), fazendo com que o animal

reduza o consumo por indisponibilidade de espaço físico na câmara fermentativa. O mecanismo pelo qual a presença do alimento fibroso no RR regula o consumo está relacionado à emissão de sinais ao centro de controle da saciedade, localizados na medula oblonga, que são captados por mecanorreceptores e receptores de tensão, presentes na parte cranial do rúmen e no retículo (Coelho da Silva, 2006).

Comportamento dos consumos de MS e FDN semelhantes aos observados neste trabalho foram relatados por Araújo et al. (1998), Ladeira et al. (1999), Tibo et al. (2000) e Dias et al. (2000). Todavia, Carvalho et al. (1997), Bürger et al (2000) e Ítavo et al. (2002) não encontraram efeito do aumento dos níveis de concentrado nas dietas sobre o consumo de MS.

Os consumos médios de MO e CT apresentaram efeito linear positivo em função dos níveis crescentes de concentrado na dieta, o que pode ser explicado pelo maior consumo de MS, quando os animais receberam rações com maiores quantidades de concentrado. Somase a este fato, a maior concentração desses componentes nas dietas experimentais contendo os níveis mais elevados de concentrado (Tabela 1). Os resultados encontrados são concordantes com Ladeira et al. (1999), que trabalhando com níveis de concentrado de 25; 37,5; 50; 62,5 e 75% da MS, para novilhos Nelores e peso vivo de 244,6 kg, encontraram valores de 4,58; 3,97; 4,97; 5,62; 5,06 para MO e 3,72; 3,26; 4,25; 5,05 e 4,30 para CT, em função dos respectivos níveis de concentrado. Por outro lado, Carvalho et al. (1997) trabalhando com níveis de 20; 32,5; 45; 57,5 e 70% da MS, para novilhos anelados com peso vivo de 186 kg, não encontrou diferenças significativas ($P>0,01$) para os consumos de MO e CT, sendo as médias iguais a 1,70 e 1,42, respectivamente. Os autores consideram que a ausência de efeito entre os níveis de concentrado, possivelmente se deu em razão da diminuição dos teores de carboidratos estruturais e aumento dos carboidratos não estruturais, verificado quando se elevaram os níveis de concentrado nas rações.

Tabela 3 - Médias de consumo dos nutrientes em função das relações volumoso concentrado

Nutriente ¹	RVC ²				Valor P ³		CV (%) ⁴	ER ⁵
	80:20	60:40	40:60	20:80	L	Q		
Quilograma por dia (kg/dia)								
MS	5,29	5,66	4,98	4,64	0,0160	0,0912	6,91	6
MO	4,88	5,13	4,51	4,09	0,0061	0,0851	6,93	7
PB	0,74	0,93	0,79	0,60	0,0043	0,0004	7,06	8
EE	0,11	0,13	0,10	0,06	<0,0001	0,0002	6,38	9
FDN	1,39	2,06	2,33	2,74	<0,0001	0,2253	9,21	10
CT	4,08	4,14	3,67	3,48	0,0094	0,4003	6,97	11
NDT	3,70	3,70	3,01	2,36	<0,0001	0,0100	5,48	12
Porcentagem do peso vivo (% PV)								
MS	2,63	2,86	2,45	2,35	0,0056	0,0520	5,24	13
MO	2,43	2,59	2,22	2,07	0,0018	0,0465	5,24	14
PB	0,37	0,47	0,39	0,31	0,0008	<,0001	4,93	15
EE	0,06	0,06	0,05	0,03	<,0001	<0,0001	4,95	16
FDN	0,69	1,04	1,15	1,39	<,0001	0,1958	7,36	17
CT	2,03	2,09	1,81	1,76	0,0032	0,3764	5,35	18
NDT	1,84	1,87	1,49	1,20	<,0001	0,0003	2,61	19

¹ Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidrato total (CT) e nutriente digestível total (NDT). ² RVC = relação volumoso:concentrado. ³ Linear (L) e quadrática (Q). ⁴ Coeficiente de variação (CV). ⁵ Equação de regressão (ER). * Significativo quando P<0,05, pelo teste de "t".

⁶ $\hat{Y} = 4,480180 + 0,013190 \cdot RVC$, $r^2 = 0,61$. ⁷ $\hat{Y} = 3,906200 + 0,014890 \cdot RVC$, $r^2 = 0,72$. ⁸ $\hat{Y} = 0,157430 + 0,026370 \cdot RVC - 0,000237 \cdot RVC^2$, $R^2 = 0,94$. ⁹ $\hat{Y} = 0,060470 - 0,001510 \cdot RVC + 0,000094 \cdot RVC^2$, $R^2 = 0,98$. ¹⁰ $\hat{Y} = 3,206080 - 0,021550 \cdot RVC$, $r^2 = 0,97$. ¹¹ $\hat{Y} = 3,279710 + 0,011270 \cdot RVC$, $r^2 = 0,85$. ¹² $\hat{Y} = 1,209360 + 0,063940 \cdot RVC - 0,000405 \cdot RVC^2$, $R^2 = 0,96$. ¹³ $\hat{Y} = 3,519680 - 0,106290 \cdot RVC$, $R^2 = 0,97$. ¹⁴ $\hat{Y} = 2,934070 - 0,081040 \cdot RVC + 0,002220 \cdot RVC^2$, $R^2 = 0,96$. ¹⁵ $\hat{Y} = 0,390850 - 0,011410 \cdot RVC + 0,000430 \cdot RVC^2$, $R^2 = 0,96$. ¹⁶ $\hat{Y} = 0,040980 - 0,001590 \cdot RVC + 0,000066 \cdot RVC^2$, $R^2 = 0,97$. ¹⁷ $\hat{Y} = 1,615380 - 0,10960 \cdot RVC$, $r^2 = 0,96$. ¹⁸ $\hat{Y} = 2,546180 - 0,069350 \cdot RVC$, $R^2 = 0,97$. ¹⁹ $\hat{Y} = 1,489420 - 0,037660 \cdot RVC + 0,00136 \cdot RVC^2$, $R^2 = 0,98$.

Embora não fosse esperado, visto que as dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, o consumo de PB foi influenciado ($P < 0,05$) pela relação volumoso concentrado (RVC) na dieta, o que pode ser reflexo da variação dos teores médios de PB dos alimentos utilizados. O consumo médio de PB foi superior àquele recomendado pelo NRC (1989), que é de 0,58 kg/dia, para bezerros de 150 kg de massa corporal. Conforme a interpretação do comportamento quadrático da PB, em função dos níveis de concentrado, o consumo máximo de PB estimado (891,83 g/dia), ocorre quando se tem o nível 55,70% de concentrado na composição final da dieta. Carvalho et al. (1997) não encontraram relação significativa entre os níveis de concentrado utilizado e o consumo de PB, em novilhos anelados de 186 kg de massa corporal, sendo a média de consumo igual a 460 g/dia observada. Ladeira et al. (1999) observaram comportamento linear positivo, em função dos níveis crescentes de concentrado, em dietas para novilhos nelores de 246,6 kg de massa corporal. Já Araújo et al. (1998) encontraram comportamento similar a este trabalho para o consumo de PB.

O consumo de NDT comportou-se similarmente a PB, todavia as médias observadas, exceto para o nível de volumoso igual a 80% da dieta, que foram superiores aquela recomendada pelo NRC (2001), para bezerro de 150 kg de massa corporal e ganho diário de 800 g/dia, que é igual a 2,50 kg/dia. O aumento no consumo de NDT é reflexo do aumento dos consumos de PB, EE e CT, provenientes de fontes com menores restrições à digestão e aproveitamento dos mesmos ao longo do trato digestório.

Os consumos médios de MO, PB, EE e NDT, apresentaram comportamento quadrático, enquanto MS, FDN e CT apresentaram comportamento linear, ($P < 0,05$), quando expressos em %PV (Tabela 3).

O consumo médio total de MS foi de 2,57 %PV, sendo as médias de 2,45 e 2,35 observadas para os níveis de 60 e 80% de participação do volumoso na dieta, respectivamente. O menor consumo de MS, igualmente observado para consumo em função do kg/dia, é reflexo da relação linear negativa para os consumos de FDN à medida que se tem maior participação do concentrado na dieta. Observa-se que nos tratamentos com 60 e 80% de volumoso os valores médios de consumo de FDN foram de 1,15 e 1,39, respectivamente. Considerando que são bezerros em crescimento, supõe-se que a limitação do consumo de MS tenha sido mesmo influenciada pelo teor da fração fibrosa,

especialmente aquela indigestível das dietas utilizadas, pois à medida que se aumentou a participação de concentrado os animais aumentaram o consumo objetivando atender os requerimentos de energia para crescimento e ganho.

Os valores de consumo, %PV, de MS observados no presente trabalho são superiores aqueles encontrados por Bürger et al. (2000); Dias et al. (2000) e Ítavo et al. (2002), que também avaliaram níveis de concentrado para bezerras. Todavia, para FDN, os consumos observados nesse trabalho foram maiores do que aqueles relatados por Dias et al. (2000) e Ítavo et al. (2002), mas menores do que aqueles encontrados por Bürger et al. (2000). As diferenças observadas entre os resultados dos autores citados em relação ao encontrado por este autor podem estar relacionadas a qualidade da fonte volumosa utilizada, as diferenças dos níveis de participação do concentrado na dieta total e aos animais utilizados.

O comportamento linear negativo observado para o consumo de FDN, em função dos níveis crescentes de concentrado na dieta, reforça a natureza peculiar desse componente do alimento e a sua influência sobre os eventos digestivos e passagem do alimento pelo RR. Assim, quanto maior for a sua participação no total de MS ingerida, como observado, maior será o efeito sobre a regulação do consumo decorrente do efeito físico proporcionado pelo enchimento ruminal.

A inclusão de 60% de concentrado à dieta apresentou os maiores valores médios de consumo de MS, MO, PB, CT e NDT, expressos em kg/dia e %PV. Tal observação quando comparada com os menores valores desses componentes para o nível de 80% refletem a possível limitação da utilização desses nutrientes em decorrência de desordem digestiva, como acidose, em grau variado, contínua ou em determinados momentos, após a alimentação, proporcionada pelo concentrado. Isto porque dietas ricas em concentrado diminuem a ruminação e, portanto, a produção de saliva com poder tamponante que chega ao rúmen, onde é necessária para manter o ambiente ruminal adequado ao crescimento microbiano e aos eventos fermentativos. Nessas circunstâncias, em que ocorre o abaixamento rápido do pH ruminal, há o favorecimento de bactérias que fermentam os carboidratos prontamente digestíveis, como o amido, acentuando ainda mais a ocorrência acidose, o que reflete em menor consumo.

A inclusão de 40% de concentrado à dieta apresentou valores médios de consumo de MS, MO, PB, CT e NDT, maiores, e para FDN, menores, em relação ao nível de 20%,

expressos em kg/dia e %PV. Esta observação se torna importante à medida que representa uma dieta com maior quantidade de carboidratos prontamente digestíveis, disponíveis e utilizados para otimizar o crescimento microbiano, potencializar a utilização da fonte volumosa e aumentar o consumo sem, no entanto, aumentar de maneira considerável o custo da alimentação.

Os coeficientes de digestibilidade aparente totais da MS e PB apresentaram comportamento quadrático, enquanto MO, EE, FDN e CT, linear, para $P < 0,05$ (Tabela 4).

As digestibilidades máximas da MS e PB foram estimadas com 89,52 e 58,01% de concentrado nas rações experimentais.

A maior digestibilidade da MS observada para as dietas ricas em concentrado é decorrente da maior quantidade de MO digestível e, provavelmente, carboidrato não fibroso presentes nessas dietas.

O menor coeficiente de digestibilidade da PB para a dieta contendo 80% de volumoso decorre da possibilidade de boa parte da proteína da fonte volumosa estar indisponível e, portanto, indigestível, por estar inserida dentro da fração fibrosa não utilizada pelos microrganismos ruminais, já que as dietas foram formuladas para serem isoprotéicas. Segundo Van Soest (1994) e Reis & Silva (2006) durante o processo de confecção de feno o aquecimento da forragem por ocasião da secagem pode favorecer a reação de Maillard e fazer com que haja polimerização da hemicelulose e de açúcares com os grupos amino dos aminoácidos, fazendo com que estes passem a fazer parte da fração indigestível da fibra. Esse processo reduz a digestibilidade da proteína da forrageira, o que pode ter sido o caso no presente trabalho.

Quando se observa a digestibilidade da FDN, nota-se que a digestibilidade reduziu em função dos níveis crescentes de concentrado, o que, em parte, é justificável pelas seguintes hipóteses: baixa quantidade de proteína degradável no rúmen contida nas fontes utilizadas na formulação dos concentrados; menor tempo de retenção dessas fontes no RR; dado à interação das duas hipóteses anteriores as taxas de desaminação e descarboxilação de aminoácidos, tais como valina, leucina e isoleucina podem não ter sido suficientes para suprir tais isoácidos, o que eventualmente pode ter limitado o crescimento das bactérias celulolíticas e limitado a utilização da parede celular vegetal; e competição por substrato pela microbiota (Arcuri et al., 2006).

A digestibilidade dos CT apresentou comportamento linear ($P < 0,05$) positivo em função dos níveis crescentes de concentrado, provavelmente pela maior participação e digestibilidade apresentada pela MO, cujo comportamento foi similar.

Tabela 4 - Percentagens médias da digestibilidade aparente total dos nutrientes das relações volumoso concentrado

Nutrientes ¹	RVC ²				Valor P ³		CV (%) ⁴	ER ⁵
	80:20	60:40	40:60	20:80	L	Q		
MS	71,61	67,90	62,74	52,81	<,0001	0,0486	3,95	6
MO	72,62	68,96	64,43	55,37	0,0001	0,1030	4,30	7
PB	63,44	66,34	65,50	54,21	0,0356	0,0239	7,58	8
EE	83,27	66,69	54,08	44,98	0,0005	0,4117	13,62	9
FDN	31,54	49,57	48,71	52,56	0,0186	0,1541	19,07	10
CT	74,69	70,08	65,01	57,13	<,0001	0,2611	3,96	11

¹ Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidrato total (CT) e nutriente digestível total (NDT). ² RVC = relação volumoso:concentrado. ³ Linear (L) e quadrática (Q). ⁴ Coeficiente de variação (CV). ⁵ Equação de regressão (ER). * Significativo quando $P < 0,05$, pelo teste de "t".

⁶ $\hat{Y} = 40,59761 + 0,69649 \cdot RVC - 0,003898 \cdot RVC^2$, $R^2 = 1$. ⁷ $\hat{Y} = 51,27932 + 0,28138 \cdot RVC$, $r^2 = 0,95$. ⁸ $\hat{Y} = 37,49014 + 1,0302 \cdot RVC - 0,00888 \cdot RVC^2$, $R^2 = 0,98$. ⁹ $\hat{Y} = 30,38374 + 0,63744 \cdot RVC$, $r^2 = 0,98$. ¹⁰ $\hat{Y} = 61,15139 - 0,31112 \cdot RVC$, $r^2 = 0,71$. ¹¹ $\hat{Y} = 52,28959 + 0,28875 \cdot RVC$, $r^2 = 0,98$.

Vários autores observaram a influência da inclusão de concentrado à dieta, seja positiva ou negativa, sobre a digestibilidade da MS, PB, FDN e CT, independentemente do tipo de comportamento da regressão, tais como: Carvalho et al. (1997); Araújo et al. (1998); Ladeira et al (1999); Signoretti et al. (1999); Dias et al. (2000); Bürger et al. (2000); Tibo et al (2000) e Ítavo et al. (2002).

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) para a concentração média de nitrogênio amoniacal, em função dos níveis de concentrado, para cada tempo de análise (Tabela 5). Entretanto, para pH, observou-se influência ($P < 0,05$), das RVC para os tempos analisados (Tabela 5).

A maior concentração de amônia estimada, independente do nível de concentrado, já que não houve efeito dos níveis de concentrado, foi de 29,41 mg/dL, ocorrido quatro horas

após a alimentação, o que sugere intensa atividade proteolítica da microbiota ruminal logo após a ingestão de alimentos ou a reciclagem da uréia via parede ruminal ou saliva. Entretanto, Carvalho et al. (1997) relatam que existe grande controvérsia em relação à concentração de N-NH₃ ruminal requerida para o crescimento microbiano. Conforme Odle & Schaefer (1987), os requerimentos de N-NH₃ são considerados a concentração mínima necessária para manter a taxa de crescimento bacteriana máxima. Todavia, Eardman et al. (1986), consideram que a concentração de N-NH₃ requerida para a máxima digestão não é constante, mas varia em função da fermentabilidade da dieta. Schaefer et al. (1980) e Slyter et al. (1979) sugerem que a concentração de N-NH₃, requerida para o máximo crescimento e síntese de proteína microbiana por unidade de substrato fermentado, é, aproximadamente, de 5 a 6 mg N-NH₃/dL. Já Owens & Bergen et al. (1983) consideram que a concentração de N-NH₃ para a síntese de proteína microbiana máxima, varia de 0,35 a 29 mg N-NH₃/dL de fluido ruminal. Os valores observados no presente trabalho são superiores aos preditos por estes autores, porém dentro do intervalo descrito por Owens & Bergen et al. (1983). Observado as concentrações médias de N-NH₃ pode-se aventar que, provavelmente, houve perda de proteína na forma de N-NH₃, o que significa que os microrganismos que usam amônia como fonte de nitrogênio para crescimento, especialmente os celulolíticos, não conseguiram utilizar toda amônia para crescimento e desdobramento da parede celular vegetal. Russell (2002) relata que a fermentação da proteína no rúmen pode, muitas vezes, produzir mais amônia que os microrganismos podem utilizar, ocasionando mais de 25% de perda de proteína, na forma de N-NH₃.

O pH ruminal reduziu à medida que se adicionou concentrado à dieta dos animais, sendo observado comportamento quadrático, para o tempo zero, e linear, para os demais tempos, (P<0,05). A redução do pH, provavelmente, se deve ao maior conteúdo de carboidratos prontamente digestíveis das dietas contendo maiores proporções de concentrado. Os menores valores de pH observados ocorreram próximo às seis horas após a alimentação, para todos os níveis de concentrado utilizados. Comportamento de pH semelhante foi observado por Bürger et al. (2000), exceto para o tempo zero horas, sendo valores os valores próximos aqueles descritos por Rotger et al. (2006).

Tabela 5 – Estimativas das concentrações médias de nitrogênio amoniacal (N-NH₃, mg/dL) e valor médio do pH no líquido ruminal, em função das relações das relações volumoso concentrado, para cada tempo pós - alimentação

Tempo	RVC ¹				Valor P ²		CV (%) ³	ER ⁴
	80:20	60:40	40:60	20:80	L	Q		
N - NH ₃ (mg/dL)								
0	22,81	14,75	10,24	19,93	0,1370	0,2726	58,67	$\hat{Y} = \bar{Y} = ,18125$
2	23,94	21,86	28,97	24,20	0,6897	0,7604	34,04	$\hat{Y} = \bar{Y} = ,74544$
4	29,23	26,46	37,04	24,90	0,9239	0,4230	37,06	$\hat{Y} = \bar{Y} = ,40825$
6	13,36	26,20	28,71	24,90	0,1037	0,1029	37,19	$\hat{Y} = \bar{Y} = ,29238$
8	16,57	19,60	24,98	24,64	0,1391	0,6781	36,17	$\hat{Y} = \bar{Y} = ,44894$
pH								
0	6,68	6,75	6,97	6,78	0,0731	0,0483	1,58	5
2	5,99	6,40	6,67	6,72	0,0103	0,2795	4,67	6
4	5,46	5,82	6,27	6,49	<,0001	0,4424	2,78	7
6	5,05	5,54	6,08	6,23	0,0002	0,1930	3,87	8
8	5,07	5,58	6,13	6,32	0,0004	0,2691	4,73	9

¹ Relação volumoso concentrado (RVC). ² Linear (L) e quadrática (Q). ³ Coeficiente de variação. ⁴ Equação de regressão (ER).

⁵ $\hat{Y} = 6,5925 + 0,01396 \cdot RVC - 0,00017 \cdot RVC^2$, $R^2 = 0,66$. ⁶ $\hat{Y} = 7,06625 - 0,01239 \cdot RVC$, $r^2 = 0,90$. ⁷ $\hat{Y} = 6,8975 - 0,01771 \cdot RVC$, $r^2 = 0,98$. ⁸ $\hat{Y} = 6,74625 - 0,0204 \cdot RVC$, $r^2 = 0,96$. ⁹ $\hat{Y} = 6,85 - 0,02146 \cdot RVC$, $r^2 = 0,96$

O pH do fluido ruminal varia entre 5,5 a 6,5 para dietas concentradas e de 6,2 a 7,0 para dietas constituídas exclusivamente de volumoso. O tempo após a alimentação, quando o pH é mais baixo, situa-se entre 0,4 a 4 horas e reflete o balanço entre o acúmulo de ácidos orgânicos, o influxo de tampões por meio da saliva e a presença ou liberação de tampões ou bases do alimento (Owens & Goetsch, 1993).

Segundo Ørskov (1986) e Russell (2002), o comportamento ingestivo influi na depressão do pH ruminal. Quando animal ingere o alimento de forma rápida, como pode acontecer quando se utiliza dietas ricas em concentrados, tem-se uma rápida taxa de fermentação, com redução da secreção salivar para a manutenção do pH entre 6 e 7. Isto se

deve a falta de estrutura física adequada da dieta para estimular a contento a motilidade ruminal e a ruminação. Segundo Russell (2002), a eficiência de síntese de proteína microbiana pode diminuir, significativamente, quando o pH é menor que 6.

Carvalho et al. (1997) e Dias et al. (2000) constataram redução linear do pH à medida que os níveis de concentrado foram aumentados de 25 a 75% da dieta fornecida a bovinos mestiços, com predominância de sangue nelore. Tal comportamento, exceto para o tempo zero, é semelhante ao encontrado por este autor. Já Rotger et al. (2006) não verificaram diferenças no pH quando empregaram as relações volumoso:concentrado de 12:88 e 30:70.

Segundo Lana et al. (1988), dietas ricas em concentrado proporcionam redução na concentração de amônia devido ao efeito do pH sobre a taxa de desaminação bacteriana. Os autores observaram que os animais alimentados com dietas à base de forragem apresentaram taxa de desaminação maior que aqueles alimentados com 90% de concentrado, e que o pH teve efeito negativo sobre as bactérias de tais animais. Essa observação suporta os menores valores encontrados no presente experimento, onde a medida que se acrescentou concentrado à dieta, reduziu-se a produção de amônia (Tabela 5), e a idéia de que os bovinos alimentados com forragem e concentrado apresentam diferentes populações de bactérias produtoras de amônia.

Não foi observado efeito ($P>0,05$) para a concentração média de glicose sérica, entretanto, para nitrogênio uréico sérico (NUS) foi observado efeito linear negativo ($P<0,05$), em função das RVC, para cada tempo pós-prandial (Tabela 6).

A concentração média de glicose foi igual a 87,28 mg/dL. Esse valor é próximo àquele observado por Jorge et al. (2002), que, trabalhando com substituição de milho por farinha de varredura para bezerros holandeses, não encontraram diferenças entre os níveis de substituição de zero a 100%, sendo a média igual a 82,6 mg/dL para os bezerros com 164 dias de idade. Todavia, esses valores são superiores àqueles descritos por Nussio et al. (2003), que trabalharam com milho floculado e monensina, para bezerras até 12 semanas de vida, cuja média observada foi de 72,72 mg/dL, independente do tratamento empregado. Segundo Quigley et al. (1991) é de se esperar redução dos níveis de glicose sérica com o avanço da idade, em razão da atividade fermentativa ruminal. Porém, o mesmo autor relata que para animais até 14 semanas de idade os níveis de glicose podem ser maiores em decorrência da adaptação fisiológica da mudança de pré-ruminante para ruminante. Como

referência, Quigley et al. (1991) relatam o valor de 76 mg/dL, e Wittwer (2000) descreve o intervalo mínimo de 21 a 41 mg/dL. Assim, os valores observados no presente trabalho são superiores aos relatados como referência. Estes maiores valores podem ter sido em decorrência da utilização dos carboidratos prontamente digestíveis, que constituíram os concentrados, resultando no atendimento dos níveis séricos, a partir do propionato, via gliconeogênese, ou resultado da regulação homeostática do animal, cujo mecanismo é altamente sensível aos níveis de glicose sérica.

Tabela 6 – Estimativas das concentrações médias de glicose e nitrogênio uréico séricos (NUS), em função das relações volumoso concentrado, para os tempos de zero e quatro horas pós-alimentação

Tempo	RVC ¹				Valor P Linear	CV (%) ²	ER ³
	80:20	60:40	40:60	20:80			
Glicose (mg/dL)							
0	92,75	95,00	91,50	84,00	0,4376	17,62	$\hat{Y} = \bar{Y} = 90,81$
4	88,75	90,00	79,75	76,50	0,4903	34,16	$\hat{Y} = \bar{Y} = 83,75$
NUS (mg/dL)							
0	13,1645	12,2325	17,2420	22,7175	0,0035	19,76	4
4	13,3975	15,6110	19,5720	22,6010	0,0225	26,00	5

¹ Relações volumoso concentrado (RVC). ² Coeficiente de variação (CV). ³ Equação de regressão (ER). ⁴ $\hat{Y} = 24,75625 - 0,16834 \cdot RVC$, $r^2 = 0,83$. ⁵ $\hat{Y} = 25,68825 - 0,15786 \cdot RVC$, $r^2 = 0,99$. * Significativo quando $P < 0,05$, pelo teste de “t”

O efeito decrescente da concentração de NUS em função das RVC utilizadas, associados aos valores mais baixos de pH e os níveis elevados de N-NH₃ ruminal, em função dos níveis de concentrado, sugerem que a absorção de amônia em sua forma não ionizada foi comprometida, fazendo com que a reciclagem de uréia para o rúmen, via RR e saliva, fosse elevada. Gregory et al. (2004) sugerem como valores de referência, para a concentração sérica de NUS, nas condições brasileiras, o valor de $28,35 \pm 10,94$ mg/dL. Os valores encontrados neste trabalho são inferiores a referência, o que reforça a provável reciclagem da uréia. Segundo Wittwer (2000), tal fato pode representar o desbalanço da

energia a e a quantidade de proteína degradável no rúmen ingerida. Analisando as argumentações para a digestibilidade da fibra, os teores de N-NH₃ e os teores de NUS, pode-se supor que houve esse desbalanço. Jorge et al. (2002) encontraram valor médio de 11, 20 mg/dL, em bezerros com 164 dias de idade, alimentados com dietas onde o milho foi substituído de zero a 100% por farinha de varredura. Tal valor é inferior ao observado no presente trabalho.

Não foi observado efeito ($P>0,05$) para as estimativas das concentrações médias dos ácidos orgânicos láctico, acético, propiônico e butírico, e para as proporções dos ácidos acético, propiônico e butírico, em função das RVC, para os tempos avaliados (Tabela 7 e 8, respectivamente). Entretanto, para a relação acetato propionato houve influência do nível de concentrado, para o tempo imediatamente antes do fornecimento da dieta (Tabela 8).

As médias gerais para as concentrações dos ácidos láctico, acético, propiônico, butírico foram 4,14; 3,54; 3,44 e 0,73 mMol/100 mL, respectivamente. Valores estes inferiores aos relatados por Peters et al. (1990) e Sutton et al. (2003), para dieta com alto nível de concentrado. Ladeira et al. (2002) observou valores médios de 7,1; 1,6 e 0,3 mMol/100 mL, para os ácidos acético, propiônico e butírico, respectivamente, em ovinos alimentados com feno.

A proporção dos ácidos acético, propiônico e butírico foi de 45,11:44,84:10,05. Segundo Bergman et al. (1990), a relação molar acetato, propionato e butirato varia de 75:15:10 a 40:40:20. Assim, a relação encontrada está próxima a citada por Bergman et al. (1990).

Segundo Bergman et al. (1990) e Valadares Filho & Pina (2006), o estudo da produção quantitativa dos ácidos graxos voláteis no rúmen é difícil, porque a concentração de um determinado metabólito no rúmen depende: da taxa de produção, da absorção pelo epitélio ruminal, da passagem de conteúdo para os segmentos distais do trato digestório, da diluição do material com a saliva, da utilização do metabólito pelos microrganismos e da conversão para outros metabólitos. Dado o emprego de dietas ricas em concentrado, era de se esperar maior produção de propionato, como de fato ocorreu, entretanto não o suficiente para detectar significância entre os tratamentos, o que pode ter sido em decorrência da maior taxa de passagem da dieta pelo compartimento fermentativo ou mesmo redução do pH ruminal (Lana et al., 2000).

Tabela 7 – Concentrações médias dos ácidos orgânicos, no líquido ruminal, em função das relações volumoso concentrado, para cada tempo pós - prandial

Tempo	RVC ¹				CV (%) ²	ER ³
	80:20	60:40	40:60	20:80		
Ácido Lático (mMol/100 mL)						
0	3,11	2,89	3,16	2,94	25,28	$\hat{Y} = \bar{Y} = 3,0244$
2	3,30	4,21	3,37	2,87	18,32	$\hat{Y} = \bar{Y} = 3,4381$
4	5,07	4,84	5,01	5,47	14,31	$\hat{Y} = \bar{Y} = 5,0996$
6	4,66	4,85	4,63	5,15	16,81	$\hat{Y} = \bar{Y} = 4,8231$
8	4,46	5,51	4,35	4,04	16,66	$\hat{Y} = \bar{Y} = 4,3403$
Ácido Acético (mMol/100 mL)						
0	1,93	1,92	2,12	2,08	20,58	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,0127$
2	3,27	4,50	3,29	2,87	23,96	$\hat{Y} = \bar{Y} = 3,4832$
4	4,78	4,07	4,16	4,91	13,76	$\hat{Y} = \bar{Y} = 4,4821$
6	4,00	4,41	4,00	4,02	29,80	$\hat{Y} = \bar{Y} = 4,1095$
8	3,51	3,83	3,63	3,42	17,24	$\hat{Y} = \bar{Y} = 3,5990$
Ácido Propiônico (mMol/100 mL)						
0	2,57	2,38	2,42	2,13	18,05	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,3726$
2	3,08	3,45	2,90	2,55	20,98	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,9953$
4	4,29	4,04	4,31	4,65	23,20	$\hat{Y} = \bar{Y} = 4,3213$
6	3,92	4,03	3,97	3,95	19,76	$\hat{Y} = \bar{Y} = 3,9695$
8	3,60	3,70	3,49	3,44	9,91	$\hat{Y} = \bar{Y} = 3,5597$
Ácido Butírico (mMol/100 mL)						
0	0,58	0,55	0,61	0,57	14,05	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,5755$
2	0,86	0,80	0,76	0,81	17,19	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,8084$
4	0,84	0,70	0,72	0,70	13,14	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,7384$
6	0,74	0,65	0,80	0,78	14,89	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,7441$
8	0,75	0,79	0,78	0,81	7,09	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,7842$

¹ Relações volumoso concentrado (RVC). ² Coeficiente de variação (CV). ³ Equação de regressão (ER).

Tabela 8 – Proporções em percentagem dos ácidos orgânicos e relação acetato propionato, no líquido ruminal, em função das relações volumoso concentrado, para cada tempo pós - prandial

Tempo	RVC ¹				CV (%) ²	ER ³
	80:20	60:40	40:60	20:80		
Ácido Acético						
0	38,08	39,45	40,66	43,27	9,22	$\hat{Y} = \bar{Y} = 40,3648$
2	44,65	50,73	47,44	45,81	8,16	$\hat{Y} = \bar{Y} = 47,1583$
4	47,80	46,53	44,85	47,40	8,28	$\hat{Y} = \bar{Y} = 46,6448$
6	45,85	48,25	44,97	45,44	9,65	$\hat{Y} = \bar{Y} = 46,1287$
8	44,51	45,92	45,87	42,63	6,28	$\hat{Y} = \bar{Y} = 45,2317$
Ácido Propiônico						
0	50,48	49,37	47,30	44,28	8,71	$\hat{Y} = \bar{Y} = 47,8573$
2	42,54	39,78	41,33	40,78	7,29	$\hat{Y} = \bar{Y} = 41,1100$
4	43,46	45,16	46,91	45,29	9,98	$\hat{Y} = \bar{Y} = 45,2051$
6	45,48	44,47	45,38	45,26	5,18	$\hat{Y} = \bar{Y} = 45,1472$
8	45,19	44,53	44,22	44,84	6,01	$\hat{Y} = \bar{Y} = 44,8770$
Ácido Butírico						
0	11,44	11,18	12,04	12,45	23,76	1. $\hat{Y} = \bar{Y} = 11,7779$
2	12,81	9,49	11,22	13,10	20,53	2. $\hat{Y} = \bar{Y} = 11,7317$
4	8,74	8,31	8,25	7,30	21,15	3. $\hat{Y} = \bar{Y} = 8,1500$
6	8,67	7,28	9,65	9,30	28,24	4. $\hat{Y} = \bar{Y} = 8,7242$
8	9,58	9,55	9,91	10,53	9,57	5. $\hat{Y} = \bar{Y} = 9,8913$
Relação Acetato/Propionato						
0	0,76	0,82	0,88	0,98	14,85	4
2	1,05	1,29	1,15	1,13	14,83	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,1546$
4	1,10	1,04	0,98	1,06	17,29	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,0441$
6	1,02	1,10	0,99	1,01	14,34	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,0311$
8	0,97	1,04	1,06	1,00	13,62	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,0186$

¹Relações volumoso concentrado (RVC). ²Coeficiente de variação (CV). ³Equação de regressão (ER).

⁴ $\hat{Y} = 1,03877 - 0,0036 \cdot RVC, r^2 = 0,99$

Quando se observa a relação acetato propionato verifica-se redução linear ($P < 0,05$) da mesma (Tabela 8), à medida que concentrado é incluído a dieta dos bezerros, imediatamente antes do fornecimento da dieta aos animais. Já para os demais tempos o aumento da participação de concentrado na dieta não influencia a relação, sendo o valor médio igual a 1,06.

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos níveis de concentrado para as variáveis taxa de passagem de fluidos (K_1), tempo de retenção rúmen retículo (TRRR), taxa de reciclagem (REC), volume de líquido ruminal (VLR), volume de líquido ruminal em função do peso vivo (VLR_{pv}) e fluxo de líquido ruminal (FLR) (Tabela 9). O valor da taxa de passagem de líquidos encontrado é inferior aos encontrados por Vazquez-Anon et al. (1993), para bezerros recebendo 85% de concentrado na dieta. Também, são inferiores aos relatados por Bürger et al. (2000), que trabalharam com níveis de concentrado próximos ao do presente trabalho.

O TRRR médio foi similar ao observado por Mulligan et al. (2001), de 17,68. Entretanto superiores aos descritos por Bürger et al. (2000). Já o volume de líquido de rúmen foi inferior aos descritos por Bürger et al. (2000).

Considerando os níveis de participação do concentrado nas dietas e os consumos elevados observados, não era de se esperar valores para a dinâmica da fração líquida de passagem tão baixos ou similares entre as taxas, pois normalmente a adição de concentrado à dieta aumenta a passagem da digesta pelos compartimentos rúmen-retículo; diminui o VLR, dado a menor produção de saliva, decorrente da menor necessidade de ruminação; aumenta a taxa de renovação e o fluxo ruminal (Gunter et al., 1990; Poore et al., 1990; Bartocci et al., 1997; Bürger et al., 2000; e Mulligan et al., 2001).

Foi encontrada influência ($P < 0,05$) dos níveis de concentrado somente para a dinâmica de passagem do farelo de soja (Tabela 9). Para a taxa de passagem de partículas (L_s), tempo de retenção no rúmen retículo (TRRR_s) e tempo de retenção total (TRT_s) foi observado efeito quadrático, sendo os valores máximos estimados de 0,0472 h⁻¹, 42,39h e 44,81h, para 53,35%; 53,37 e 53,95% de concentrado, respectivamente. Tais valores não eram esperados, pois resultados citados por Bürger et al. (2000), descrevem valores para dinâmica de passagem da fração sólida divergentes aos encontrados. Estes valores refletem a limitação do consumo por enchimento ruminal, o que representa ineficiência de utilização

da dieta, provavelmente, por falta de nutrientes essenciais ao crescimento microbiano, especialmente proteína degradável no rúmen.

Tabela 9 – Dinâmica de passagem de fluidos e de partículas, em função das relações volumoso concentrado

Itens ¹	RVC ²				Valor P ³		CV (%) ⁴	ER ⁵
	80	60	40	20	L	Q		
Dinâmica de fluidos								
K ₁	0,06	0,06	0,05	0,05	-	-	23,63	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,0559$
TRRR	18,97	17,95	19,39	18,07	-	-	19,22	$\hat{Y} = \bar{Y} = 18,5948$
REC	1,40	1,35	1,28	1,33	-	-	23,63	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,3413$
VLR	89,67	88,74	87,80	84,43	-	-	8,70	$\hat{Y} = \bar{Y} = 87,6614$
VLR _{pv}	0,47	0,42	0,44	0,43	-	-	14,11	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,4374$
FLR	5,15	4,97	4,79	4,69	-	-	24,84	$\hat{Y} = \bar{Y} = 4,9012$
Taxa de passagem de partículas do farelo se soja (S)								
L _s	0,04	0,05	0,05	0,04	0,1371	0,0039	4,94	6
τ_s	2,66	2,27	2,75	3,41	0,0366	0,0592	16,50	7
TRRR _s	47,31	42,26	44,03	49,72	0,1375	0,0038	5,12	8
TRT _s	49,98	44,52	46,78	53,13	0,0853	0,0036	5,24	9
Dinâmica de passagem de partículas do feno (F)								
L _F	0,03	0,03	0,03	0,03	-	-	7,86	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,0276$
τ_F	3,29	2,54	2,00	2,39	-	-	4,36	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,5559$
TRRR _F	73,59	69,34	74,00	76,37	-	-	8,35	$\hat{Y} = \bar{Y} = 73,3276$
TRT _F	76,89	71,88	76,00	78,77	-	-	8,76	$\hat{Y} = \bar{Y} = 75,8836$

¹ Taxa de passagem de fluidos (K₁, h⁻¹), do tempo de retenção no rúmen-retículo (TRRR, h), da taxa de reciclagem (REC, ×/dia), do volume de líquido de rúmen (VLR, L), do volume de líquido de rúmen em função do peso vivo (VLR_{pv}, L/kgPV), do fluxo de líquido ruminal (FLR, L/h), taxa de passagem de partículas do farelo de soja e feno (L, h⁻¹), do tempo decorrido entre a aplicação do indicador e o aparecimento nas fezes (τ , h), tempo de retenção no rúmen-retículo (TRRR, h) e do tempo de retenção no trato digestivo total (TRT, h). ² Relações volumoso concentrado (RVC). ³ Linear (L) e quadrático (Q). ⁴ Coeficiente de variação (CV). ⁵ Equação de regressão (ER).

⁶ $\hat{Y} = \bar{Y} = 0,0296 + 0,000661*RVC - 0,000006198*RVC^2$, R² = 0,97. ⁷ $\hat{Y} = \bar{Y} = 3,45906 - 0,01371*RVC$, r² = 0,55. ⁸ $\hat{Y} = \bar{Y} = 61,50201 - 0,716188*RVC + 0,00671*RVC^2$, R² = 0,99. ⁹ $\hat{Y} = \bar{Y} = 66,29048 - 0,79636*RVC + 0,00738*RVC^2$, R² = 0,98. * Significativo quando P<0,05, pelo teste de “t”.

4. Conclusões

O aumento da participação de concentrado na dieta dos bezerros influenciou o consumo e a digestibilidade dos nutrientes. Dietas com menor participação de concentrado reduziram o consumo e a digestibilidade dos nutrientes em função do enchimento ruminal e do desbalanço da dieta para otimizar o crescimento da microbiota ruminal, respectivamente.

Considerando que dietas ricas em concentrado aumentam o custo de produção e pode provocar desordens digestivas, sugere-se a utilização de uma relação volumoso concentrado, para bezerros com a mesma idade dos utilizados no presente experimento, igual a 60:40.

5. Referências bibliográficas

- ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, n.12, p.3063-3075, 1996.
- ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de dietas contendo diferentes níveis de volumoso, em bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.27, n.2, p.345-354, 1998.
- ARCURI, P.B.; LOPES, F.C.F.; CARNEIRO, J.C. Microbiologia do rúmen. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.111-150.
- BARTOCCI, S.; AMICI, A.; VERNA, M. et al. Solid and fluid passage rate in buffalo, cattle and sheep fed diets with different forage to concentrate ratios. **Livestock Production Science**, v.52, n.2, p.201-208, 1997.
- BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiology Review**, v.10, n.2, p.567-589, 1990.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.206-214, 2000.
- BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S. et al. Measurement of forage intake. In: FAHEY JR, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1994, p.494-532.
- CARVALHO, A.U.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F.C.; et al. Níveis de concentrados em dietas de zebuínos. 1. Consumo e digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.986-995, 1997.

- CARVALHO, A.U.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F.C.; et al. Níveis de concentrados em dietas de zebuínos. 4. Concentrações de ruminais de amônia e pH, taxa de passagem da digesta ruminal e degradação *in situ* dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.1016-1024, 1997.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility diets with internal markers: evaluation four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.11, p.1476-1483, 1986.
- COELHO DA SILVA, J.F. Mecanismos reguladores de consumo. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.57-78.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 384p.
- COLUCCI, P.E.; MACLEOD, G.K.; GROVUM, W.L. et al. Digesta kinetic in sheep and cattle fed diets with different forage to concentrate ratios at high and low intakes. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.8, p.2143-2156, 1990.
- DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.545-554, 2000.
- EARDMAN, R.A.; PROCTOR, G.H.; VANDERSALL, J.H. Effect of rumen ammonia concentration on "in situ" rate and extent of digestion of feedstuffs. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.9, p.2312-2320, 1986.
- ELLIS, W.C.; MATIS, J.H.; HILL, T.M. et al. Methodology for estimating digestion and passage kinetics of forages. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1994. p.682-756.
- FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Guilford: Biddles Ltd, 1995. 532p.
- FORBES, J.M. Voluntary feed intake. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J.M. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: University Press, 1993. p.479-494.
- GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S. Valor alimentício das *Brachiarias*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1994. p.223-248.
- GREGORY, L.; BIRGEL JÚNIOR, E.H.; D'ANGELINO, J.L. et al. Valores de referência dos teores séricos da uréia e creatinina em bovinos da raça Jersey criados no estado de São Paulo. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos. **Arquivo do Instituto de Biologia**, v.71, n.3, p.339-345, 2004.
- GROVUM, W. L. Apetito, sapidez y control del consumo de alimentos. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **El rumiante: fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acríbia, 1993. p.225-241.

- GUNTER, S.A.; JUDINKS, M.B.; KRYSL, L.J. et al. Digesta kinetics, ruminal fermentation characteristics and serum metabolites of pregnant and lactating ewes fed chopped alfalfa hay. **Journal of Animal Science**, v.68, n.12, p.3821-3831, 1990.
- HUHTANEN, P.; KUKKONEN, U. Comparison of methods, markers, sampling sites and models for estimating digesta passage kinetics in cattle fed at two levels of intake. **Animal Feed Science and Technology**, v.52, n.1/2, p.141-158, 1995.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1543-1552 (Suplemento), 2002.
- JORGE, J.R.V.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. et al. Substituição do milho pela farinha de varredura (*Manihot esculenta*, Crantz) na ração de bezerros Holandês. Desempenho e parâmetros sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.194-204, 2002.
- KETELAARS, J.J.M.H.; TOLKAMP, B.J. **Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants**. Agricultural University Wageningen: The Netherlands, 1991. 454p.
- LADEIRA, M.M.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I.; et al. Balanço de nitrogênio, degradabilidade de aminoácidos e concentração de ácidos graxos voláteis no rúmen de ovinos alimentados com feno de *Stylosanthes guianensis*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2357-2363, 2002.
- LADEIRA, M.M.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Consumo e digestibilidades totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.395-403, 1999.
- LANA, R.P.; CUNHA, L.C.; BORGES, A.C. Efeito da acidez no controle da produção de amônia e crescimento microbiano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1876-1882, 2000.
- MAENG, W. J.; BALDWIN, R. L. Dynamics of fermentation of purified diet and digesta markers applied to corn gluten meal and brewers grains for heifers. **Journal of Dairy Science**, v.59, n.4, p.636-642, 1976.
- MATTOS, W.R.S. Nutrição para performance máxima. In: PEIXOTO, A.M. (Ed.) **Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados**. Piracicaba: Fealq, 1993. p.209-222.
- MERCHEN, N.R. Digestion, absorcion y excrecion en los ruminates. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **El rumiante: fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acríbia, 1993. p.191-223.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.01-33.

- MINSON, D.J.; WILSON, J.R. Prediction of intake as an element of forage quality. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J.M. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: University Press, 1994. p.13-52.
- MYERS, R. H. **Classical and modern regression with applications**. Boston: PWS-Kent Publishing Co, 1990. 488p.
- MULLIGAN, F.J.; CAFREY, P.J.; RATH, M. et al. The relationship between feeding level, rumen particulate and fluid turnover rate and the digestibility of soya hulls in cattle and sheep (including a comparison of Cr-mordanted soya hulls and Cr₂O₃ as particulates markers in cattle). **Livestock Production Science**, v.70, n.1, p.191-202, 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 362p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1989. 90p.
- NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2051-2069, 1988.
- NUSSIO, C.M.B.; SANTOS, F.A.P.; ZOPOLLATTO, M. et al. Processamento de milho (floculado vs. laminado a vapor) e adição de monensina para bezerras leiteiras, pré e pós desmama precoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.229-239, 2003.
- ODLE, J.E.; SCHAEFER, D.M. Influence of rumen ammonia concentration on the rumen degradation rates of barley and maize. **British Journal of Nutrition**, v.57, n.1, p.127-138, 1987.
- ØRSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants, **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1624-1633, 1986.
- OWENS, F.N.; BERGEN, W.G. Nitrogen metabolism of ruminant animals: historical perspective, current understanding and future implications. **Journal of Animal Science**, v.57, suppl.2, p.498-518, 1983.
- OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Fermentación ruminal. I In: CHURCH, D.C. (Ed.) **El rumiante: fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acríbia, 1993. p.159-189.
- PEREIRA, J.C. **Degradación ruminal de diversos subproductos agroindustriales**. Madrid:UPM, 1992. 223p. Tesis (Doctorado en Producción Animal) – Universidad Politécnica de Madrid, 1992.
- PETERS, J.P.; PAULISSEN, J.B.; ROBINSON, J.A. The effects of diet on water flux and volatile fatty acid concentrations in the rumen of growing beef steers fed once daily. **Journal of Animal Science**, v.68, p.1711-1718, 1990.
- POORE, M.H.; MOORE, J.A.; SWINGLE, R.S. Differential passage rates and digestion of neutral detergent fiber from grain and forages in 30, 60 and 90% concentrate diets fed to steers. **Journal of Animal Science**, v.68, n. 9, p. 2965-2973, 1990.
- QUIGLEY, J.D.; CALDWELL, L.A.; SINKS, D.D. et al. Changes in blood glucose, nonesterified fatty acids, and ketones in response to weaning and feed intake in young calves. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.1, p.250-257. 1991.

- REIS, R.A.; SILVA, S.C. Consumo de forragens. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.79-109.
- RUSSELL, J.B. **Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition**. New York: Ithaca, 2002. 119p.
- ROTGER, A.; FERRET, A.; CASALMIGLIA, S. et al. *In situ* degradability of seven protein plant supplements in heifers fed high concentrate diets with different forage to concentrate ratio. **Animal Feed Science and Technology**, v.125, n.1, p.73-87, 2006.
- SCHAEFER, D.M.; DAVIS, C.L.; BRYANT, M.P. Ammonia saturation constants for predominant species of rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.8, p.1263, 1980.
- SIGNORETTI, R.D.; SILVA, J.F.C.; FILHO, S.C.V. et al. Consumo e digestibilidade aparente em bezerras da raça Holandesa alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.169-177, 1999.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.
- SLYTER, L.L.; SATTER, L.D.; DINIUS, D.A. Effect of ruminal ammonia concentration on nitrogen utilization by steers. **Journal of Animal Science**, v.48, p.906-912, 1979.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, G.S. **Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1998. 505p.
- SUTTON, J.D.; DHANOA, M.S.; MORANT, S.V. et al. Rates of production acetate, propionate, and butyrate in the rumen of lactating dairy cows given normal end low-roughage diets. **Journal of dairy Science**, v.86, n.11, p.3620-3633, 2003.
- THIAGO, L.R.L.S.; GILL, M. **Consumo voluntário: fatores relacionados com a degradação e passagem da forragem pelo rúmen**. Campo Grande: EMBRAPA/CNPGC, 1990. 65p. (EMBRAPA/CNPGC: Documentos, 43).
- TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.D. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 simental x nelore. I. Consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.910-920, 2000.
- UDÉN, P.; COLUCCI, P.E.; VAN SOEST, P.J. et al. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal of Science Food and Agriculture**, Oxford, v.31, n.7, p.625-632, 1980.
- ULYATT, M.J. The feeding value of herbage. In: BUTLER, G.W.; BAILEY, R.W. (Eds.) **Chemistry and biochemistry of herbage**. London: Academic Press, v.3, p.131-178, 1973.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.151-182.
- VAZQUEZ-ANON, M.; HEINRICHS, A.J.; ALDRICH, J.M. et al. Postweaning age effects on rumen fermentation end-products and digesta kinetics in calves weaned at 5 weeks of age. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.9, p.2742-2748, 1993.
- WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMAA, O. et al. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, p.381-385, 1962.
- WITTEWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATINO, H.O.; RIBEIRO, L.A. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p.9-22.

Capítulo 3

Consumo e digestão em bezerros recebendo infusão ruminal de ácido propiônico

1. Introdução

Consumo voluntário refere-se à quantidade máxima de matéria seca que o animal ingere espontaneamente (Minson & Wilson, 1994). Dessa forma, a quantidade de matéria seca e nutrientes consumidos pelo animal passa a ser uma mensuração crítica para fazer inferências nutricionais sobre a alimentação e a subsequente resposta animal (Burns et al., 1994). Segundo Forbes (1995), se o consumo voluntário for baixo, então a taxa de crescimento e produção provavelmente reduzirão, fazendo com que os requerimentos de manutenção representem considerável proporção da energia metabolizável consumida, gerando baixa eficiência de conversão alimentar.

Segundo Thiago & Gill (1990), as variações no consumo resultam de uma interação complexa, envolvendo os elementos que constituem a dieta (composição química e estruturas anatômicas), a microbiota ruminal (proporção e interação entre microrganismos) e o animal (idade, raça, sexo, nível de produção e estado fisiológico).

Mertens (1994) e Grovum (1993) salientam que o consumo voluntário é regulado por três mecanismos inicialmente de natureza distinta, mas que se interagem na determinação final do nível de ingestão: físico – relacionado à capacidade de distensão ruminal; fisiológico – em que a regulação é dada pelo balanço nutricional; e psicogênico – envolvendo a resposta comportamental do animal a fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento e ao ambiente.

Fisicamente, o consumo voluntário de matéria seca nos ruminantes consumindo forragens pode ser limitado como resultado do fluxo restrito de digesta pelo trato gastrointestinal, resultando na distensão de um ou mais segmentos do trato digestivo, o que implica na redução do consumo (Allen, 1996). Dessa forma, quando se fornecem aos animais rações palatáveis, porém altas em volume e baixas em concentração energética, o consumo é limitado por alguma restrição na capacidade do trato digestivo (Mertens, 1994).

Quando os animais são alimentados com rações palatáveis, de baixa capacidade de promover o enchimento e prontamente digestíveis, o consumo passa a ser regulado a partir da demanda energética do animal (Mertens, 1994). O mecanismo de regulação fisiológica pode ser interpretado em uma situação em que, no consumo de matéria seca, a ingestão energética seja igual a do requerimento animal (Mertens, 1994); dessa forma, em quantidades inferiores às previstas, quando o consumo é limitado pela repleção, o consumo cessa e as demandas relativas ao potencial de desempenho ou estado fisiológico do animal são atendidas. Forbes (1993) concluiu que os ruminantes em geral são capazes de controlar o consumo energético de maneira semelhante aos animais de estômago simples, desde que a densidade de nutrientes da ração seja suficientemente alta para que as restrições físicas não interfiram.

Segundo Grovum (1993), estando o animal em perfeitas condições de saúde e ausência de distúrbio metabólico, mesmo havendo disponibilidade de alimento, o consumo pode ser primeiramente limitado pelo efeito psicogênico. O efeito psicogênico reflete a resposta comportamental do animal frente às características peculiares do alimento, em determinadas condições de meio, como a palatabilidade, odor, textura e cor; não exercendo, portanto, nenhum efeito posterior a ingestão.

Segundo Sheperd & Combs (1998), parece que não somente tais fatores acima mencionados estão envolvidos na regulação do consumo. Os autores relatam pesquisas que sugerem a participação dos ácidos graxos voláteis (AGVs) na regulação do nível de saciedade pela emissão de sinais para cessação da ingestão de alimentos. Conforme os autores, o acetato e o propionato parecem ser os ácidos mais importantes no controle do consumo a longo período de tempo. Embora seja controverso, na literatura, sugere-se que o acetato emite sinais via receptores neurais, presentes na parede ruminal, que são captados pelo centro de controle da fome, induzindo a saciedade. Já o mecanismo de regulação do consumo pelo propionato se deve a estimulação dos nervos aferentes que coordenam as atividades do fígado (Villalba & Provenza, 1997), ou seja, quando grandes quantidades de ácido propiônico são produzidas no rúmen supõe-se que haja emissão de sinais para o fígado, o qual converte a glicose formada por gliconeogênese em glicogênio, para ser utilizada somente quando demandada. Então, se o nível de glicose circulante está atendendo as necessidades do animal, o centro de controle do consumo capta essa informação e emite

sinais para redução do consumo. O contrário é verdadeiro, ou seja, quando o nível de glicose circulante está baixo, o centro de controle do consumo estimula a ingestão.

Partindo do princípio que dietas contendo níveis elevados de concentrado produzem proporcionalmente mais ácido propiônico que dietas ricas em forragem (Coelho da Silva & Leão, 1979), então a adição de ácido propiônico, produzida por fonte alternativa, à dieta dos animais pode reduzir, mas não substituir, a quantidade de concentrado utilizado na composição da dieta, com reflexo no custo da produção animal, sem, no entanto, afetar as exigências da microbiota ruminal e do próprio animal.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de ácido propiônico a dietas ricas em volumoso para bezerros sobre o consumo e a digestibilidade total dos nutrientes, as características de fermentação ruminal, o aporte de nutrientes e as taxa de passagem das frações líquida e sólida.

2. Material e Métodos

O experimento foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, no período de maio a setembro de 2006.

Foram utilizados 4 bezerros, machos, inteiros, com $7 \pm 0,5$ meses de idade e 161 ± 9 kg de peso vivo médio inicial, fistulados no rúmen conforme Leão & Coelho da Silva (1980). Os animais foram distribuídos em quadrado latino (4 dietas x 4 períodos de 16 dias cada).

As dietas experimentais foram compostas pelas relações volumoso concentrado (RVC) 80:20 e 60:40 combinadas com a adição ou não de ácido propiônico (Tabela 1). Além de serem isoprotéicas, foram calculadas para ganho de peso de 0,8 kg/dia (NRC, 2001).

A fonte de ácido propiônico foi produzida a partir da fermentação, pelo consórcio das bactérias do gênero *Enterococcus sp.* e *Veillonella sp.*, do soro de leite resultante da produção de queijo, reconstituído. Diariamente, e juntamente com o fornecimento dos alimentos sólidos, infundiram-se no rúmen dos animais distribuídos nos tratamentos contendo o ácido propiônico, dois litros do composto de ácidos orgânicos contendo ácido propiônico como principal produto. O soro fermentado apresentou como principais

produtos finais da fermentação o propionato, lactato, acetato e succinato, com concentração média (mM) de 226,97; 158,30; 153,37 e 14,75, respectivamente. Além disso, observou-se que toda a lactose do meio foi consumida em todas as fermentações realizadas.

Tabela 1 – Composição das dietas experimentais, do feno e das relações volumoso concentrado, em percentagem da matéria seca (%MS)

Alimento	Dietas experimentais		Feno	RVC ³	
	60:40	80:20		60:40	80:20
Feno de <i>coast-cross</i>	60,00	80,00	-	-	-
Milho	20,45	0,00	-	-	-
Farelo de soja	17,86	18,32	-	-	-
Mistura mineral ¹	1,69	1,68	-	-	-
Total	100,00	100,00	-	-	-
Nutriente ²					
MS	88,36	88,47	92,30	89,23	89,43
MM	6,78	7,73	10,24	7,94	16,18
MO	92,87	91,87	89,24	92,06	83,82
PB	15,40	15,40	12,47	20,75	15,80
EE	1,90	1,35	1,82	1,82	0,50
FDN	53,03	66,72	71,72	13,98	13,13
CT	75,92	75,51	76,68	69,48	67,52

¹ Composição (%): fosfato bicálcico, 41,66; sal comum, 56,79; sulfato de cobre, 0,20; sulfato de zinco, 1,19; iodato de potássio, 0,03; sulfato de cobalto, 0,05; e selenito de sódio, 0,08.

² Matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos totais (CT) das dietas experimentais.

³ Relações volumoso concentrado (RVC).

Os animais foram alimentados uma vez ao dia, sempre pela manhã, na forma de dieta completa. A fonte volumosa utilizada foi o feno de *coast-cross*, com tamanho de partícula de 1 a 3 cm.

Diariamente foram pesados o oferecido e as sobras para ajustar o consumo de forma a garantir sobra de 5 a 10% da matéria natural. O consumo individual médio dos animais foi considerado como sendo aquele observado entre o 11º e o 16º dia de cada período experimental.

Durante o período de determinação do consumo individual médio também foram coletadas amostras diárias do concentrado, do feno e das sobras, as quais foram compostas

com base no peso seco de cada subamostra, por animal e período, e moídas em peneira de 1 mm para as análises bromatológicas.

O coeficiente da digestibilidade aparente total foi determinado pelo método indireto utilizando-se como indicador a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi). Para tanto, foram coletadas amostras de fezes entre o 12º e o 16º dia de cada período experimental.

As coletas de amostras de fezes, em quantidade aproximada de 200 g, foram realizadas com intervalos de 26 horas entre elas, de forma a iniciar às 8:00 do 12º dia e finalizar às 16 horas do 16º dia, totalizando 5 coletas.

As amostras de fezes foram secas em estufa com circulação forçada de ar, a $60 \pm 5^\circ\text{C}$, por 72 horas (Silva & Queiroz, 2002). A seguir, foram moídas em peneira de 1 mm e armazenadas sob a forma de amostras compostas com base no peso seco de cada subamostra, por animal e período, para posterior determinação da composição e concentração do indicador.

Para a determinação do indicador foi utilizada aproximadamente 1,0 g das amostras dos alimentos, sobras e fezes, moídas a 1 mm, as quais foram incubadas, em sacos de tecido não-tecido (TNT – 100 g/m^2), obedecendo a relação de 20 mg de MS/ cm^2 de superfície (Nocek, 1988), no rúmen, ao final de todo o experimento, por um período de 144 horas, segundo adaptação da técnica descrita por Cochran et al. (1986). Após a incubação o material remanescente foi submetido à análise de fibra em detergente ácido para utilização desse indicador na estimativa da digestibilidade dos nutrientes.

Nas amostras de alimentos, sobras e fezes foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) (Silva & Queiroz, 2002), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) (Van Soest et al., 1991). Os carboidratos totais (CT) e a estimativa de consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT), obtida a partir da diferença entre o ingerido e o recuperado nas fezes de cada nutriente, com base na matéria seca, conforme as equações de Sniffen et al. (1992).

Os coeficientes das digestibilidades aparentes totais da MS, MO, EE, FDN e CT foram efetuados segundo Coelho da Silva & Leão (1979).

No 14º dia de cada período experimental, amostras de líquido ruminal (100 mL) foram manualmente coletadas imediatamente antes, 2, 4, 6 e 8 horas após o fornecimento

da alimentação. As leituras de pH foram feitas imediatamente após as coletas, utilizando-se pHgâmetro digital. Para determinação da concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH₃), amostras de aproximadamente 50 mL de líquido ruminal foram filtradas em gaze e adicionadas em recipiente contendo 1 mL de ácido sulfúrico 1:1, que foram armazenados a -10°C para análises posteriores do teor de N-NH₃. Após o descongelamento, foram retiradas alíquotas de 10 mL, as quais adicionou-se 1 mL de ácido tricloroacético 10% e centrifugadas por 15 minutos a 5000 rpm. Então, das amostras centrifugadas foram obtidas alíquotas de 2 mL do sobrenadante que foram destiladas com solução de KOH 2N (132 g de KOH/L de H₂O destilada) e tituladas com ácido apropriado.

Para a determinação da concentração dos ácidos graxos voláteis (AGVs) acético, propiônico, butírico e láctico foram coletados 50 mL do líquido de rúmen nos mesmos dias e horários para determinação do pH e N-NH₃, filtrados em gaze dupla e armazenado a -10°C. Após descongelamento das amostras, retirou-se alíquotas de 2 mL, nas quais foram adicionados 1 mL de ácido metafosfórico a 20% e 0,2 mL de ácido fênico a 1% (como padrão interno). Em seguida foram centrifugadas a 17000 rpm, por 15 minutos, sendo o sobrenadante utilizado para as leituras das concentrações. As leituras dos AGVs foram realizadas em Cromatógrafo Líquido de Alto Desempenho (HPLC), marca SHIMADZU SPD-10 A VP, detector Ultra Violeta (UV) e comprimento de ondas de 210 nm. A coluna usada foi C18 (fase reversa). Utilizou-se como fase móvel o ácido fórmico 0,1% em água, fluxo de 1,5 mL/minuto, pressão na coluna de 168 Kgf e volume injetado 20 µL.

No 16º dia de cada período experimental foram tomadas amostras de sangue, de aproximadamente 10 mL, zero e 4 horas após a alimentação, via jugular, em tubos vacutainers. Então centrifugadas a 2500 rpm, por 15 minutos, cujo soro foi armazenado a -10°C em tubos tipo eppendorf para análises posteriores de glicose e nitrogênio uréico. As leituras das concentrações dos metabólitos referidos foram feitas mediante o emprego de “kits” comerciais correspondentes.

A taxa de passagem de fluidos pelo rúmen-retículo foi determinada utilizando-se Co-EDTA (Udén et al.,1980). O complexo Co-EDTA foi fornecido em dose única de 5 g por animal-teste, diluído em 400 mL de água destilada e infundido em vários locais do rúmen, através da fistula, no 9º dia de cada período experimental, antes da alimentação. Foram obtidas amostras de 50 mL de fluido ruminal nos tempos 0 (imediatamente antes do

fornecimento Co-EDTA), 2, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 30 e 36 horas pós-dosagem (Colucci et al., 1990). As amostras foram filtradas em tecido duplo de algodão e conservadas a -10°C . Após descongeladas, a temperatura ambiente, e decantadas, subamostras de 10 mL do líquido ruminal foram centrifugadas a $28.100\times g$, por 15 minutos, e submetidas à análise para determinação da concentração de cobalto em espectrofotômetro de absorção atômica com chama de acetileno, com comprimento de onda de $\lambda = 240,7$ nm e abertura de fenda de 0,2 mm (Huhtanen & Kukkonen, 1995).

Para determinação da dinâmica de passagem de fluidos: taxa de passagem, o tempo de retenção no rúmen-retículo, o volume de líquido de rúmen e o fluxo de líquido ruminal, as curvas de concentração ruminal do cobalto foram ajustadas ao modelo exponencial unicompartmental, descrito por Colucci et al. (1990). A taxa de reciclagem da fase líquida ruminal foi calculada conforme Maeng & Baldwin (1976).

A taxa de passagem de partículas do concentrado foi estimada com cloreto de itérbio (YbCl_3), fixado ao farelo de soja (Ellis & Beever, 1984, citados por Pereira, 1992). A taxa de passagem do volumoso foi estimada com o preparo do indicador Cr-mordente, fixado à parede celular do feno de *coast-cross*, conforme Udén et al. (1980). Ambos os procedimentos foram descritos no capítulo 2.

As amostras marcadas de feno e farelo de soja foram fornecidas aos animais 15 minutos antes da alimentação, via fistula ruminal, em dose única de 50 e 30 g, respectivamente, acondicionadas em cápsulas de papel, no 6º dia de cada período experimental.

A dosagem do cromo e itérbio foi realizada nas fezes, a partir de amostras coletadas nos tempos zero (imediatamente antes da administração do indicador), 4, 8, 12, 16, 24, 30, 36, 48, 72, 96 e 120 horas após à administração do alimento marcado.

As amostras de fezes relativas aos procedimentos para quantificação de parâmetros da cinética de trânsito foram analisadas quanto aos teores de MS (Silva & Queiroz, 2002) e cromo (Williams et al., 1962). A análise foi feita em espectrofotômetro de absorção atômica, chama de óxido nitroso/acetileno, com comprimento de onda $\lambda = 398,8$ nm e abertura de fenda de 0,2 nm (Huhtanen & Kukkonen, 1995).

Os parâmetros de cinética de trânsito foram estimados por intermédio do ajustamento à curva de excreção fecal do indicador do modelo gama 2 tempo-dependente descrito por Ellis et al. (1994).

O experimento foi analisado segundo delineamento em quadrado latino 4 x 4, com quatro dietas, quatro animais e quatro períodos experimentais. O comportamento das médias foi interpretado por regressão e correlação linear (Myers, 1990). Todos os procedimentos de regressão não-linear aplicados para o ajustamento de modelos foram realizados utilizando o algoritmo iterativo de Gauss-Newton (Souza, 1998). Todos os procedimentos estatísticos foram realizados por intermédio do programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2000), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

3. Resultados e Discussão

Não houve interação ($P>0,05$) entre as relações volumoso concentrado (RVC) e a infusão de ácido propiônico (IRAP), para as variáveis MS, MO, EE, FDN e CT, sendo que para o consumo médio de NDT houve interação entre os fatores principais estudados, quando expressos em quilograma por dia (kg/dia) (Tabela 2).

Quando se analisa os efeitos das RVC e da IRAP, observa-se que os consumos de MO, PB, EE e FDN, assim como NDT, sofreram efeito ($P<0,05$) da RVC utilizada. Para os consumos de MO, PB e EE nota-se que a RVC 80:20 propiciou menores consumos em relação a 60:40. O menor consumo de FDN foi observado com a RVC 60:40. Os maiores valores de consumo para MO, PB e EE observados na RVC 60:40, provavelmente, deve-se a menor ingestão de FDN, o que representa seleção do alimento pelo animal ou ingestão de pequena fração fibrosa indigestível.

Tabela 2 - Médias de consumo dos nutrientes

Nutriente ¹	RVC ²		IRAP ³		Valor P ⁴			CV (%) ⁵
	80:20	60:40	+	-	RVC	IRAP	RVC × IRAP	
Quilograma por dia (kg/dia)								
MS	5,11	5,40	5,21	5,30	0,0721	0,5388	0,1157	5,12
MO	4,50	4,90	4,66	4,74	0,0186	0,5316	0,1290	5,12
PB	0,67	0,86	0,75	0,77	<,0001	0,3536	0,1289	5,22
EE	0,06	0,10	0,08	0,08	<,0001	0,8127	0,0737	4,38
FDN	3,03	2,52	2,74	2,80	0,0015	0,5762	0,2030	5,60
CT	3,83	4,00	3,88	3,95	0,1733	0,5725	0,1342	6,62
NDT	2,48	3,16	2,79	2,85	<,0001	0,2471	0,0079	4,83
Porcentagem do peso vivo (%PV)								
MS	2,46	2,62	2,54	2,54	0,0293	0,9648	0,1267	4,36
MO	2,17	2,37	2,27	2,27	0,0066	0,8406	0,1403	4,42
PB	0,32	0,42	0,37	0,37	<,0001	0,7185	0,1540	3,57
EE	0,03	0,05	0,04	0,04	<,0001	0,6791	0,0272	3,58
FDN	1,46	1,22	1,34	1,34	0,0007	0,9133	0,2104	5,55
CT	1,85	1,94	1,89	1,89	0,0807	0,9833	0,1435	4,60
NDT	1,20	1,53	1,36	1,37	<,0001	0,6396	0,0119	3,16

¹ Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidrato total (CT) e nutriente digestível total (NDT).

² Relações volumoso concentrado (RVC).

³ Infusão ruminal de ácido propiônico (IRAP): (+) com IRAP, (-) sem IRAP.

⁴ Valor P para a RVC, IRAP e interação RVC × IRAP, sendo significativo quando $P < 0,05$

⁵ Coeficiente de variação (CV).

Dado a interação para o consumo médio de NDT (Tabela 3), nota-se que para a RVC 80:20 não houve efeito ($P > 0,05$), quando se infundiu o ácido propiônico. Entretanto, para a relação RVC 60:40, a inclusão do ácido propiônico reduziu, com diferença ($P < 0,05$), o consumo de NDT.

Observando as médias entre as RVC, nota-se que os consumos de NDT foram maiores para a RVC 60:40, seja com ou sem adição de ácido propiônico no rúmen. O menor consumo para a RVC 80:20 pode ser reflexo da baixa disponibilidade de nutrientes essenciais ao crescimento microbiano, como fonte de proteína degradável no rúmen, que limita a despolimerização dos componentes fibrosos. Como não houve efeito sobre o consumo de MS, a possibilidade do ácido propiônico ter exercido influência sobre a ingestão de alimentos parece não ser efetiva nas condições de realização deste trabalho.

Tabela 3 – Desdobramento da interação entre as relações volumoso concentrado (RVC) e infusão ruminal de ácido propiônico (IRAP)

IRAP ¹	RVC	
	80:20	60:40
Consumo de nutrientes digestíveis totais, em kg/dia		
+	2,54 bA ²	3,04 aB
-	2,42 bA	3,28 aA
Consumo de extrato etéreo, em % PV		
+	0,0327 bA	0,0579 aA
-	0,0303 bA	0,0597 aA
Consumo de nutrientes digestíveis totais, em % PV		
+	1,2334 bA	1,4903 aA
-	1,1670 bA	1,5780 aA

¹ (+) com IRAP, (-) sem IRAP.

² Médias seguidas da letra maiúscula diferente na mesma coluna e minúscula diferente na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Observando os valores médios dos consumos de MS, PB e NDT, do presente experimento, exceto para o consumo de NDT observado na RVC 80:20, nota-se que estes foram superiores àqueles relatados pelo NRC (1989), para bezerros de raças grandes, com peso de 150 kg de massa corporal e ganho diário de 800 g/dia, que são iguais a 3,60; 0,58 e 2,50 kg/dia, respectivamente. Quigley & Hitmann (1991) trabalhando com ovelhas e infundindo ácido propiônico ou sais de ácido propiônico também não verificaram influência sobre o consumo de MS.

Somente houve interação ($P < 0,05$) entre as RVC e a IRAP para os consumos de EE e NDT (Tabela 2), quando os consumos foram expressos em percentagem do peso vivo (% PV). A IRAP isoladamente não afetou o consumo de todas as variáveis analisadas, já a RVC proporcionou consumos diferenciados para MS, MO, PB, EE e FDN. A RVC de 60:40 proporcionou a menor ingestão de FDN e o maior consumo de MS e demais componentes dela. Isto reflete a seleção do alimento ingerido pelo animal e sua menor participação na dieta na composição da dieta.

Analisando o efeito da IRAP para cada RVC, não houve diferenças ($P > 0,05$) nos consumos de NDT, sendo que os maiores consumos foram praticados pelos animais que não receberam o ácido, na relação RVC 60:40, (Tabela 3). Quando se leva em consideração o efeito da infusão entre as RVC, verifica-se que os consumos de EE e NDT foram maiores

para a RVC 60:40, especialmente para os animais que não receberam o ácido propiônico (Tabela 3). O ácido propiônico pode ter somado as contribuições desses componentes da dieta e suprido a demanda energética imediata dos animais (Villalba & Provenza, 1997; e Oba & Allen, 2003).

Não houve interação ($P>0,05$) entre as RVC e a infusão ou não de ácido propiônico sobre os coeficientes de digestibilidade aparente total para MS, MO, PB, EE, FDN e CT (Tabela 4). Todavia, quando se observa os efeitos dos fatores principais, os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, EE e CT foram influenciados ($P<0,05$) pela RVC. Para estas variáveis, a digestibilidade foi maior quando os animais receberam a RVC 60:40, o que representa: maior disponibilidade de nutrientes essenciais, maior liberação sincronizada desses nutrientes necessários ao crescimento microbiano, e ou aporte de nutrientes para serem digeridos pelo próprio animal nos compartimentos digestivos inferiores.

Tabela 4 - Médias dos coeficientes de digestibilidade aparente total dos nutrientes

Nutriente ¹	RVC ²		IRAP ³		Valor P ⁴ RVC	CV (%) ⁵
	80:20	60:40	+	-		
MS	52,82	60,30	56,14	56,98	0,0033	5,60
MO	51,88	62,53	58,24	56,17	0,0441	14,66
PB	48,66	58,59	53,85	53,40	0,0518	15,30
EE	54,00	62,06	57,78	58,27	0,0043	6,22
FDN	52,00	49,11	49,67	51,43	0,0624	4,99
CT	55,89	62,80	58,75	59,94	0,0031	4,89

¹ Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidrato total (CT). ² Relação volumoso concentrado (RVC). ³ Infusão ruminal de ácido propiônico (IRAP), (+) com IRAP, (-) sem IRAP. ⁴ Significativo quando $P<0,05$. ⁵ Coeficiente de variação (CV).

Oba & Allen (2003) trabalhando com vacas no início e meio da lactação, recebendo ácido propiônico, não encontraram efeito significativo para os coeficientes de digestibilidade de MS, MO, PB, EE e FDN, sendo os valores médios de 53,65; 55,10; 60,40; 62,10 e 26,30, respectivamente. Tais valores são divergentes àqueles observados no presente trabalho.

Observa-se que não houve interação ($P>0,05$), entre as RVC e a IRAP para a concentração média de N-NH₃ do líquido ruminal (Tabela 5). Analisando os efeitos dos fatores principais, nota-se que a IRAP propiciou efeito na concentração de amônia às duas e

quatro horas após a alimentação, sendo os maiores valores observados para os animais que não receberam ácido propiônico, o que caracteriza intensa atividade proteolítica ou reciclagem da uréia via parede ruminal e saliva.

A maior concentração de amônia observada, independentemente da RVC e da adição do ácido, foi de 26,69, ocorrida quatro horas após a alimentação. Carvalho et al. (1997) relatam que existe grande controvérsia em relação à concentração de N-NH₃ ruminal requerida para o crescimento microbiano. Conforme Odle & Schaefer (1987), os requerimentos de N-NH₃ são considerados a concentração mínima necessária para manter a taxa de crescimento bacteriana máxima. Todavia, Eardman et al. (1986), consideram que a concentração de N-NH₃ requerida para a máxima digestão não é constante, mas varia em função da fermentabilidade da dieta. Schaefer et al. (1980) e Slyter et al. (1979) sugerem que a concentração de N-NH₃, requerida para o máximo crescimento e síntese de proteína microbiana por unidade de substrato fermentado, é, aproximadamente, de 5 a 6 mg de N-NH₃/dL. Já Owens & Bergamn et al. (1983) consideram que a concentração de N-NH₃ para a síntese de proteína microbiana máxima, varia de 0,35 a 39 mg de N-NH₃/dL de fluido ruminal.

Os valores observados no presente trabalho são superiores aos relatados como referência. Interpretando as concentrações médias de N-NH₃ pode-se supor que, provavelmente, houve perda de proteína na forma de amônia, o que significa dizer que os microrganismos que utilizam a amônia como fonte de nitrogênio para o seu crescimento, especialmente os celulolíticos, não conseguiram utilizar toda amônia para crescimento e desdobramento da parede celular vegetal. Russell (2002) relata que a fermentação da proteína no rúmen pode, muitas vezes, produzir mais amônia que os microrganismos podem utilizar, ocasionando perdas de mais de 25% da proteína ingerida, na forma de amônia.

Igualmente para amônia, não foi verificada interação ($P>0,05$) para o pH do líquido ruminal, entre as RVC e a adição ou não do ácido propiônico (Tabela 5). Analisando os efeitos dos fatores principais nota-se que a infusão propiciou efeito sobre o pH quatro horas após a alimentação, sendo os maiores valores observados para os animais que receberam o ácido propiônico, que não era esperado. Segundo Martim (1998), os ácidos orgânicos

podem aumentar o pH ruminal pelo acréscimo da utilização de lactato e CO₂ por determinados microrganismos, como *Selenomona ruminantium*.

Tabela 5 - Médias das concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e pH, do líquido ruminal

Tempo (h)	RVC ¹		IRAP ²		Valor P ³	CV (%) ⁴
	80:20	60:40	+	-	IRAP	
N-NH ₃ , mg/dL						
0	13,14	12,49	12,49	13,14	0,8806	55,38
2	26,28	28,93	22,86	32,36	0,0498	28,10
4	36,69	32,88	27,98	41,60	0,0213	25,31
6	32,36	32,10	26,54	37,91	0,1525	43,05
8	23,25	29,23	25,63	26,85	0,7711	30,40
pH						
0	6,83	6,84	8,23	6,85	0,8149	2,39
2	6,53	6,50	6,52	6,51	0,9910	3,26
4	6,40	6,14	6,35	6,19	0,0021	1,02
6	6,39	6,03	6,28	6,14	0,1170	2,44
8	6,45	6,04	6,32	6,17	0,1001	2,37

¹ Relação volumoso concentrado (RVC). ² Infusão ruminal de ácido propiônico (IRAP), (+) com IRAP, (-) sem IRAP. ³ Significativo quando P<0,05. ⁴ Coeficiente de variação (CV).

Segundo Owens & Goetsch (1988), o pH do fluido ruminal varia entre 5,5 a 6,5 para dietas ricas em concentrado e de 6,2 a 7,0 para dietas constituídas exclusivamente de volumoso. Segundo esses autores, o tempo após a alimentação, quando o pH é mais baixo, situa-se próximo às quatro horas e reflete o balanço entre as taxas de produção dos ácidos graxos voláteis, o influxo de tampões por meio de saliva e a presença ou liberação de tampões ou bases do alimento.

Oba & Allen (2003), infundindo ácido propiônico no rúmen de vacas, no início ou no meio da lactação, também não encontraram efeito significativo sobre o pH ruminal, sendo o valor médio encontrado igual a 6,11. O mesmo comportamento pôde ser constatado por Villalba & Provenza (1997), que também não verificaram diferenças na interação e nem

nos fatores principais dos tratamentos utilizados. Para estes autores, conforme os resultados encontrados, a infusão ruminal de ácido não influenciou a preferência e nem o consumo de alimentos pelos animais. Tal fato também pode ser verificado para o consumo de MS e CT do presente trabalho.

Não se observou interação e nem efeito dos fatores principais ($P>0,05$) para as concentrações dos ácidos graxos voláteis presentes no líquido ruminal, para as proporções dos ácidos acético, propiônico e butírico, e para relação acetato propionato, para os tempos estudados (Tabela 6 e 7). Nota-se, porém, mesmo não havendo diferenças, que as maiores produções foram encontradas próximo às quatro horas após a alimentação. Villalba & Provenza (1997) verificaram efeito ao infundir ácido propiônico em ovelhas entre as horas após a alimentação estudadas, sendo as maiores concentrações observadas a 0,5 e 1 hora após a alimentação, cujos valores médios foram de 7,6 e 6,5 $mMol/100\text{ mL}$. Tais valores são superiores aos descritos no presente trabalho. Resultados divergentes também foram observados Quigley & Bernard (1992) e Sheperd e Combs (1998).

Segundo Villalba e Provenza (1997) a inibição do consumo por ácido graxo requer níveis elevados do ácido no rúmen. Esta consideração suporta a inexistência de efeito significativo sobre o consumo, especialmente de MS e MO observados no presente trabalho. Martim (1998) relata ainda que são necessários muitos estudos para melhor compreender os efeitos e os mecanismos por meio dos quais os ácidos orgânicos podem atuar sobre os microrganismos ruminais e favorecer a manipulação ruminal com o intuito de otimizar a utilização dos substratos componentes das dietas fornecidas aos animais.

Tabela 6 - Médias das concentrações dos ácidos graxos voláteis láctico, acético, propiônico e butírico, no líquido ruminal

Tempo (h)	RVC		IRAP ¹		Valor P ²			CV (%)
	80:20	60:40	+	-	RVC	IRAP	RVCxIRAP	
Ácido láctico, mMol/100 mL								
0	3,56	2,83	3,19	3,20	0,0872	-	-	22,57
2	3,83	3,78	4,01	3,60	0,9202	-	-	27,33
4	5,13	5,13	4,85	5,41	0,9985	-	-	11,98
6	4,42	4,87	4,72	4,57	0,2265	-	-	14,11
8	4,42	4,11	4,10	4,44	0,5343	-	-	22,28
Ácido acético, mMol/100 mL								
0	2,23	1,89	2,07	2,05	0,0993	-	-	16,92
2	3,35	3,78	3,44	3,69	0,3618	-	-	24,57
4	4,24	4,57	4,31	4,50	0,6554	-	-	32,51
6	3,79	4,07	4,39	3,47	0,5614	-	-	23,30
8	3,73	3,58	3,66	3,66	0,7742	0,9943	0,9520	28,00
Ácido propiônico, mMol/100 mL								
0	2,50	2,19	2,31	2,37	0,1582	-	-	16,10
2	2,71	3,54	3,24	3,01	0,2447	-	-	41,53
4	4,65	4,42	4,34	4,73	0,5534	-	-	16,18
6	3,78	4,08	4,19	3,66	0,3455	-	-	14,73
8	3,50	3,48	3,54	3,43	0,9437	-	-	22,28
Ácido butírico, mMol/100 mL								
0	0,65	0,56	0,61	0,60	0,0615	-	-	12,41
2	0,81	0,81	0,82	0,80	0,9686	-	-	17,39
4	0,72	0,77	0,73	0,76	0,3076	-	-	13,42
6	0,80	0,71	0,75	0,76	0,0647	-	-	10,12
8	0,75	0,81	0,80	0,76	0,4275	-	-	18,28

¹ Relação volumoso concentrado (RVC). ² Infusão ruminal de ácido propiônico (IRAP), (+) com IRAP, (-) sem IRAP. ³ Significativo quando P<0,05. ⁴ Coeficiente de variação (CV).

Tabela 7 – Proporções dos ácidos graxos voláteis acético, propiônico e butírico e relação acetato propionato, no líquido ruminal

Tempo (h)	RVC ¹		IRAP ²		CV (%) ³
	80:20	60:40	+	-	
Proporção de ácido acético (%)					
0	40,88	40,50	40,65	40,72	12,05
2	48,49	46,30	45,66	49,13	8,86
4	41,48	46,87	42,98	45,37	27,53
6	45,07	45,77	46,84	43,99	7,86
8	46,21	45,54	45,69	46,07	13,13
Proporção de ácido propiônico (%)					
0	46,67	47,44	46,93	47,18	10,76
2	39,43	42,92	42,76	39,59	17,24
4	50,16	44,79	48,14	46,81	19,48
6	44,92	46,07	44,76	46,24	5,95
8	44,33	44,12	44,30	44,16	12,53
Proporção de ácido butírico (%)					
0	12,45	12,06	12,41	12,09	9,37
2	12,08	10,78	11,58	11,28	33,63
4	8,36	8,34	8,88	7,82	39,93
6	10,01	8,16	8,40	9,76	17,99
8	9,45	10,33	10,01	7,76	16,59
Relação acetato/propionato					
0	0,89	0,86	0,89	0,86	22,57
2	1,36	1,09	1,10	1,35	39,10
4	0,89	1,07	0,96	0,99	33,44
6	1,01	1,00	1,05	0,97	12,19
8	1,08	1,04	1,03	1,08	23,91

¹ Relação volumoso concentrado (RVC). ² Infusão ruminal de ácido propiônico (IRAP), (+) com IRAP, (-) sem IRAP. ³ Coeficiente de variação (CV).

Não foram verificados efeitos ($P > 0,05$) para a interação RVC e IRAP e para os fatores principais sobre as concentrações médias de glicose e nitrogênio uréico sérico (NUS), Tabela 8.

Tabela 8 - Médias das concentrações de glicose e nitrogênio uréico sérico (NUS)

Tempo (h)	RVC ¹		IRAP ²		CV (%) ³
	80:20	60:40	+	-	
Glicose, mg/dL					
0	89,12	93,37	87,87	94,62	27,78
4	80,00	89	79,50	89,50	33,96
NUS, mg/dL					
0	17,42	14,39	15,55	16,25	29,56
4	20,15	18,23	17,18	21,20	34,88

¹ Relação volumoso concentrado (RVC). ² Infusão ruminal de ácido propiônico (IRAP), (+) com IRAP, (-) sem IRAP. ³ Coeficiente de variação (CV).

A concentração média de glicose, independente da RVC e da adição ou não de ácido propiônico foi de 91,25 e 84,50 mg/dL, para zero e quatro horas após a alimentação, respectivamente. Esses valores são divergentes daqueles observados por Oba & Allen (2003), que trabalhando com infusão ruminal de ácidos propiônico para vacas no início e meio da lactação encontraram diferenças entre os grupos de animais estudados, sendo as médias iguais a 52,8 e 59 mg/dL. Como referência, Quigley et al (1991), relatam o valor de 76 mg/dL, e Wittwer (2000) descreve o intervalo mínimo de 21 a 41 mg/dL. Assim, os valores observados no presente trabalho são superiores aos relatados como referência. Estes maiores valores podem ter sido em decorrência da utilização do propionato, via gliconeogênese, ou resultado da regulação homeostática do animal, cujo mecanismo é altamente sensível aos níveis de glicose sérica. Seel & Parker (1994) também encontraram valores diferentes aos relatados no presente trabalho.

A concentração média de NUS, independentemente da RVC e da adição ou não de ácido propiônico foi de 15,90 e 19,19 mg/dL, para zero e quatro horas após a alimentação, respectivamente. Gregory et al. (2004) sugerem como valores de referência, para a concentração sérica de NUS, nas condições brasileiras, o valor de $28,35 \pm 10,94$ mg/dL. Os valores encontrados neste trabalho são próximos ao intervalo da referência.

Não houve efeito ($P > 0,05$) da interação entre as RVC e IRAP e dos fatores principais para as variáveis taxa de passagem de fluidos (K_1), tempo de retenção rúmen retículo (TRRR), taxa de reciclagem (REC), volume de líquido ruminal (VLR), volume de líquido ruminal em função do peso vivo (VLR_{pv}) e fluxo de líquido ruminal (FLR), Tabela 9.

Tabela 9 - Dinâmica de passagem de fluidos e de partículas, em função das relações volumoso concentrado (RVC) e infusão ruminal de ácido propiônico (IRAP)

Itens ¹	RVC		IRAP		Valor P ² RVC	CV (%) ³
	80:20	60:40	+	-		
Dinâmica de fluidos						
K ₁	0,06	0,05	0,05	0,06	-	21,54
TRRR	18,30	20,89	21,13	18,05	-	23,08
REC	1,35	1,19	1,17	1,37	-	21,54
VLR	116,62	121,05	123,32	114,36	-	19,00
VLR _{pv}	0,56	0,59	0,60	0,55	-	16,44
FLR	6,48	5,99	6,03	6,44	-	22,35
Taxa de passagem de partículas do farelo de soja (S)						
L _s	0,04	0,04	0,04	0,04	0,3181	11,04
τ_s	3,31	2,60	3,07	2,84	0,0019	9,08
TRRR _s	50,87	48,22	47,31	51,78	0,4264	12,52
TRT _s	54,18	50,83	50,39	54,62	0,3185	11,73
Dinâmica de passagem de partículas do feno (F)						
L _F	0,02	0,03	0,03	0,02	-	7,17
τ_F	4,98	4,57	4,71	4,83	-	8,96
TRRR _F	79,96	76,12	76,99	79,09	-	7,78
TRT _F	80,94	80,69	81,70	83,93	-	7,74

¹ Taxa de passagem de fluidos (K₁, h⁻¹), do tempo de retenção no rúmen-retículo (TRRR, h), da taxa de reciclagem (REC, ×/dia), do volume de líquido de rúmen (VLR, L), do volume de líquido de rúmen em função do peso vivo (VLR_{pv}, L/kgPV), do fluxo de líquido ruminal (FLR, L/h), taxa de passagem de partículas do farelo de soja e feno (L, h⁻¹), do tempo decorrido entre a aplicação do indicador e o aparecimento nas fezes (τ , h), tempo de retenção no rúmen-retículo (TRRR, h) e do tempo de retenção no trato digestivo total (TRT, h). ² Significativo quando P<0,05. ³ Coeficiente de variação (CV).

A taxa de passagem de fluidos média estimada, independente da RVC e da IRAP, foi igual a 0,05 h⁻¹. Este valor é inferior à taxa de passagem de líquido ruminal estimada por Sherperd & Combs (1998), para vacas no terço médio da lactação, alimentadas com dieta rica em forragem e IRAP, que foi de 0,09 h⁻¹. Entretanto, o TRRR médio igual a 19,59h, foi maior que o citado pelos autores, que foi de 10,45h. O VLR médio igual a 118,84 L,

também foi superior ao relatado pelos autores acima citados, cujo valor médio foi de 88,15 L. Tais diferenças podem estar relacionadas com o tipo e a quantidade recuperada do indicador, o grau de moagem do alimento, que influencia a produção de saliva, o nível de ingestão, e o animal empregado (Huhtanen & Sveinbjörnsson, 2006).

Não foi observado efeito ($P>0,05$) da interação entre as RVC e a IRAP, bem como para os efeitos principais, para a taxa de passagem de partículas (L), tempo de retenção rúmen-retículo (TRRR) e tempo de retenção total (TRT), do farelo de soja e feno (Tabela 9).

A taxa fracional média relativa ao fluxo de passagem de partículas pelo rúmen foi de 0,04 e 0,03h⁻¹, respectivamente para o farelo de soja e feno. Valores estes inferiores aos relatados por Sherperd & Combs (1998) e similares ao relatados por Prigge et al (1990), que foi de 0,07 e 0,04h⁻¹, respectivamente.

O modelo de Ellis et al (1994), que melhor ajustou às curvas de excreção fecal dos indicadores, considera que há dentro da câmara fermentativa ruminal, formada pelo rúmen-retículo dois sub-compartimentos, onde o parâmetro L refere-se à taxa de fluxo das partículas entre esses sub-compartimentos e escape dessas partículas para o trato digestivo inferior.

Observando os TRRR e o TRT dos alimentos, verifica-se que estes foram superestimados, dado os animais utilizados. Os maiores tempos de retenção, corroboram a limitação do consumo pelo enchimento ruminal.

Analisando os resultados em conjunto, nota-se que não houve diferenças entre os tratamentos empregados, isto é, a adição ou não de ácido propiônico em associação com as RVC não interfere ($P>0,05$) no consumo e no aporte de nutrientes para os animais. Tal fato, embora demande mais pesquisas sobre as interações do ácido com a população microbiana, com a dieta e seus reflexos sobre o consumo, as características digestivas, o aporte de nutriente e, sobretudo, sobre o desempenho animal e custo de produção, sugere que a sua utilização pode ser viável à medida que foi produzido a partir de uma fonte alternativa e que pode substituir até 60% do concentrado para animais em crescimento. A destinação do ácido, proveniente da fermentação do soro de queijo, pode resultar na eliminação de um problema ambiental e ao mesmo tempo no aproveitamento de uma fonte alternativa de

alimento para melhorar o desempenho animal e aumentar a capacidade produtiva de carne para atender a população humana, de forma ecologicamente correta.

Todavia, a recomendação da substituição do concentrado deve ser vista com cuidado para evitar a falta de nutrientes essenciais ao crescimento microbiano ruminal e, assim, prejudicar a utilização do alimento fibroso contido na dieta. Na formulação da dieta contendo a inclusão do ácido propiônico deve-se considerar, especialmente a necessidade de fontes de proteína degradável no rúmen e carboidratos prontamente digestíveis para potencializar o crescimento microbiano.

4. Conclusões

A adição de ácido propiônico a dietas ricas em concentrado não melhora o consumo, a dinâmica e o aporte de nutrientes para bezerros.

A inexistência de efeito dos tratamentos estudados sugere que se pode substituir até 60% do concentrado pela fonte alternativa de ácido propiônico, estando o seu emprego na dependência de estudos de viabilidade econômica e na adequada formulação da dieta para evitar deficiência de nutrientes essenciais ao crescimento da microbiota ruminal, como proteína degradável no rúmen.

5. Referências bibliográficas

- ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal Animal Science**, v.74, n.12, p.3063-3075, 1996.
- BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S. et al. Measurement of forage intake. In: FAHEY JR, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1994. p.494-532.
- CARVALHO, A.U.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F.C.; et al. Níveis de concentrados em dietas de zebuínos.4. Concentrações de ruminais de amônia e pH, taxa de passagem da digesta ruminal e degradação *in situ* dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.1016-1024, 1997.
- COCHRAN, R. C.; ADAMS, D. C.; WALLACE, J. D. et al. Predicting digestibility diets with internal markers: evaluation four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.11, p.1476-1483, 1986.

- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 384p.
- COLUCCI, P.E.; MACLEOD, G.K.; GROVUM, W.L. et al. Digesta kinetics in sheep and cattle fed diets with different forage to concentrate ratios at high and low intakes. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.8, p.2143-2156, 1990.
- EARDMAN, R.A.; PROCTOR, G.H.; VANDERSALL, J.H. Effect of rumen ammonia concentration on "in situ" rate and extent of digestion of feedstuffs. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.9, p.2312-2320, 1986.
- ELLIS, W.C.; MATIS, J.H.; HILL, T.M. et al. Methodology for estimating digestion and passage kinetics of forages. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1994. p.682-756.
- FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Guilford: Biddles Ltd, 1995. 532p.
- FORBES, J.M. Voluntary feed intake. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J.M. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: University Press, 1993. p.479-494.
- GREGORY, L.; BIRGEL JÚNIOR, E.H.; D'ANGELINO, J.L. et al. Valores de referência dos teores séricos da uréia e creatinina em bovinos da raça jersey criados no estado de São Paulo. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos. **Arquivo do Instituto de Biologia**, v.71, n.3, p.339-345, 2004.
- GROVUM, W. L. Apetito, sapidez y control del consumo de alimentos. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **El rumiante: fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acríbia, 1993. p.225-241.
- HUHTANEN, P.; KUKKONEN, U. Comparison of methods, markers, sampling sites and models for estimating digesta passage kinetics in cattle fed at two levels of intake. **Animal Feed Science and Technology**, v.52, n.1/2, p.141-158, 1995.
- HUHTANEN, P. SVEINBJÖRNSSON, J. Evaluation of methods for estimating starch digestibility and digestion kinetics in ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.130, n.1, p.95-113, 2006.
- LEÃO, M. I; COELHO DA SILVA, J.F. Técnica de fistulação em abomaso em bezerros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17, 1980, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ. p.01-32.
- MAENG, W. J.; BALDWIN, R. L. Dynamics of fermentation of purified diet and digesta markers applied to corn gluten meal and brewers grains for heifers. **Journal of Dairy Science**, v.59, n.4, p.636-642, 1976.
- MARTIM, S. A. Manipulation of ruminal fermentation with organic acids: a review. **Journal of Animal Science**, v.76, p.3123-3132, 1998.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

- MINSON, D.J.; WILSON, J.R. Prediction of intake as an element of forage quality. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J.M. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: University Press, 1994. p.13-52.
- MYERS, R. H. **Classical and modern regression with applications**. Boston: PWS-Kent Publishing Co, 1990. 488p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 362p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1989. 90p.
- NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2051-2069, 1988.
- ODLE, J.E.; SCHAEFER, D.M. Influence of rumen ammonia concentration on the rumen degradation rates of barley and maize. **British Journal of Nutrition**, v.57, n.1, p.127-138, 1987.
- OBA, A.; ALLEN, M.S. Dose-response effects of intruminal infusion of propionate on feeding behavior of lactating cows in early or midlactation. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.9, p.2922-2931, 2003.
- OWENS, F.N.; BERGEN, W.G. Nitrogen metabolism of ruminant animals: historical perspective, current understanding and future implications. **Journal of Animal Science**, v.57, suppl.2, p.498-518, 1983.
- OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Fermentación ruminal. I In: CHURCH, D.C. (Ed.) **El rumiante: fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acríbia, 1993. p.159-189.
- PEREIRA, J.C. **Degradación ruminal de diversos subproductos agroindustriales**. Madrid: UPM, 1992. 223p. Tesis (Doctorado en Producción Animal) – Universidad Politécnica de Madrid, 1992.
- PRIGGE, E.C.; STUHERS, B.A.; JACQUEMET, N.A. Influence of forage diets on ruminal particle size, passage of digesta, feed intake and digestibility by steers. **Journal of Animal Science**, v.68, p.4352-4360, 1990.
- QUIGLEY, J.D.; HEITMANN, R. N. Effects of infusion propionate and dietary energy on dry matter intake in sheep. **Journal of Animal Science**, v.69, n.10, p.1178-1187, 1991.
- QUIGLEY, J.D.; BERNARD, J.K. Effects of nutrient source and time of feeding on changes in blood metabolites in young calves. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1543-1549, 1992.
- RUSSEL, J.B. **Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition**. New York: Ithaca, 2002. 119p.
- SCHAEFER, D.M.; DAVIS, C.L.; BRYANT, M.P. Ammonia saturation constants for predominant species of rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.8, p.1263, 1980.

- SEAL, C.J.; PARKER, D.S. Effect of intraruminal propionic acid infusion on metabolism of mesenteric and portal – drained viscera in growing steers fed a forage diet: I. volatile fatty acids, glucose, and lactate. **Journal of Animal Science**, v.72, p.1325-1334, 1994.
- SHEPERD, A.C.; COMBS, D.K. Long-term effects of acetate and propionate on voluntary feed by midlactation cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.8, p.2240-2250, 1998.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.
- SLYTER, L.L.; SATTER, L.D.; DINIUS, D.A. Effect of ruminal ammonia concentration on nitrogen utilization by steers. **Journal of Animal Science**, v.48, p.906-912, 1979.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, G.S. **Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1998.505p.
- THIAGO, L.R.L.S.; GILL, M. **Consumo voluntário: fatores relacionados com a degradação e passagem da forragem pelo rúmen**. Campo Grande: EMBRAPA/CNPGC, 1990. 65p. (EMBRAPA/CNPGC: Documentos, 43).
- UDÉN, P.; COLUCCI, P.E.; VAN SOEST, P.J. et al. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal of Science Food and Agriculture**, v.31, n.7, p.625-632, 1980.
- VILLALBA, J.J.; PROVENZA, F.D. Preference for flavored wheat straw by lambs conditioned with intraruminal infusions of acetate and propionate. **Journal of Animal Science**. v.75, p.2905-2924, 1997.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMAA, O. et al. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, p.381-385, 1962.
- WITWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATINO, H.O.; RIBEIRO, L.A. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p.9-22.

3. CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos resultados obtidos nos experimentos realizados pode-se concluir que:

a) A utilização de acidificante não resultou em ganhos adicionais quanto ao desempenho dos animais;

b) Sugere-se a utilização de uma relação volumoso concentrado, para bezerros, com a mesma idade dos utilizados no presente experimento, igual a 60:40;

c) Sugere-se que se pode substituir até 60% do concentrado pela fonte alternativa de ácido propiônico, estando o seu emprego na dependência de estudos de viabilidade econômica e na adequada formulação da dieta para evitar deficiência de nutrientes essenciais ao crescimento da microbiota ruminal, como proteína degradável no rúmen.